

天皇杯全日本バレーボール選手権大会優勝チーム選手における 形態及び跳躍能力の特徴

岡野憲一¹⁾²⁾ 内藤 景²⁾ 谷川 聡³⁾

Anthropometric characteristics and jump performance in national champion team volleyball players

Kenichi Okano¹⁾²⁾, Hikari Naito²⁾ and Satoru Tanigawa³⁾

Abstract

The purpose of this research is to estimate the anthropometric characteristics and jump performance differences between professional and college volleyball players. Thirteen professional players group (TG) and twenty-eight college volleyball players group (NG) performed anthropometric (i.e., height, standing reach height, body mass) and performance tests (i.e., flexibility, squat jump [SJ], countermovement jump [CMJ], countermovement jump with arms [CMJA], repeated rebound jump [RJ], repeated rebound jump with arm [RJA], standing long jump, standing 3-steps jump and spike jump reach height with one step [SPJ1] and three steps [SPJ3]). RJ-index (RJ-index) was calculated by dividing the jumping height by the corresponding contact time (jumping height / contact time). Anthropometric and performance comparisons between college and professional players were accomplished by unpaired student's t-tests. A criterion alpha level of $p < 0.05$ was used to determine statistical significance.

Height (187.2 ± 6.8 cm vs. 180.7 ± 8.4 cm: $p < 0.05$), standing reach height (243.0 ± 11.6 cm vs. 232.3 ± 12.8 cm: $p < 0.05$), and body mass (82.0 ± 7.3 kg vs. 73.9 ± 5.3 kg: $p < 0.001$) were significantly higher in TG than NG. Flexibility (51.8 ± 7.0 cm vs. 53.4 ± 11.4 cm) was not significant difference between groups. While standing long jump (273.5 ± 16.4 cm vs. 261.8 ± 18.4 cm) was not significant difference between groups, standing 3-steps jump (793.4 ± 60.2 cm vs. 736.1 ± 45.7 cm: $p < 0.01$) was significantly higher in TG than NG. CMJ (50.2 ± 4.9 cm vs. 46.7 ± 3.6 cm: $p < 0.05$), RJ-index (2.05 ± 0.29 vs. 1.79 ± 0.28 : $p < 0.01$) and RJA-index (2.40 ± 0.35 vs. 2.07 ± 0.45 : $p < 0.05$) were significantly higher in TG than NG. However, SJ (46.1 ± 4.4 cm vs. 43.9 ± 3.8 cm) and CMJA (60.3 ± 6.9 cm vs. 57.2 ± 4.5 cm) were not significant difference between groups. SPJ1 relative height (83.9 ± 8.0 cm vs. 72.3 ± 7.1 cm: $p < 0.001$) and SPJ3 relative height (88.5 ± 9.5 cm vs. 80.4 ± 8.7 cm: $p < 0.05$) in TG were significantly higher than NG.

These results indicate that anthropometric and stretch-shortening cycle efficiency differences exist between groups.

Key words: volleyball, spike jump height, Stretch-Shortening Cycle exercise, RJ-index

バレーボール, 最高到達点, 伸張-短縮サイクル運動, RJ-index

I. 緒言

バレーボール競技は、高いネットを介した相手と攻防を競い合う競技である。多くの得点を効率よく重ねていくためには高い打点から攻撃することが必要となり、逆に相手の攻撃を防ぐためには高さのあるブロッ

クを行うことが効果的である。また、ジャンピングスパイクサーブやジャンピングフローターサーブにおいても高い打点が要求されており、これまで高さについて言及されていなかったセッターについても、ブロックの上を攻撃されないための高さ、高いレシーブボールに対してのトスアップ、トスからスパイクするまで

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科
Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

2) 東レ株式会社
Toray Industries, Inc.

3) 筑波大学体育系
Faculty of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba

のスピードを短縮するため高い位置でのトスアップなど、高さが要求されるようになってきている(増村・阿江, 2007, p.521). このバレーボールにおける高さを得るための要因として, 身体的要因と体力的要因が考えられる. バレーボールにおいて身体的要因の代表的なものは, 身長である. 1972年のミュンヘンオリンピックでは全日本男子チームの平均身長は190.0cmと成績上位3チームの平均身長189.7cmを唯一上回り, 金メダル獲得という最高の成績を残している. その後, オリンピック成績上位チームとの身長差は広がってきており, 日本チーム成績低下の原因の一つと考えられている(柏森ほか, 1999, pp.54-56). また, 体力的な要因として, 跳躍力が挙げられる. スパイクやブロックなどに代表される跳躍動作が技術的要素に深く関与し, バレーボール競技の勝敗を決定づける上において大きく影響するといわれている(福田ほか, 1987; 黒川, 2000). このように身長が高い選手, あるいは跳躍能力に優れた選手ほど得点もしくは防衛の潜在性を兼ね備えている可能性があり(濱野ほか, 2008, pp.22-23), バレーボール競技では身長が高く, 跳躍力があることが良い選手の条件といわれている(増村・阿江, 2007, p.521). 一方で, 近年のバレーボール競技は攻撃の高速化が進んでおり, 様々なプレーにおいて素早いスピードが要求される. トスが上がる前から助走や踏切に入らなければならない場面も多く, 十分な時間と助走をとって跳躍することが出来ない場合も少なくない. このような戦術を背景とした選手の様々な跳躍能力の特徴を把握することも重要な情報であると考えられる.

跳躍は運動の方向によって垂直跳躍, 水平跳躍に分けられ, これらに加えて助走の有無, 片足踏切かあるいは両脚踏切かといった観点からも分類できる(深代・宮下, 1990). また, 遠藤ほか(2007)は, 垂直跳びの跳躍高とリバウンドジャンプインデックスの関係から, 跳躍能力の特徴をタイプ分けし, これによって選手の跳躍能力の特徴を評価できる可能性があることを示唆している. したがって, トップレベルのバレーボール選手のスパイクジャンプ, スクワットジャンプ, 垂直跳び, リバウンドジャンプ等の各種跳躍能力を明らかにすることにより, バレーボール選手に必要な跳躍能力の特徴を示せる可能性が考えられる.

これまで, 男子バレーボール選手を対象とした体力や跳躍に関する研究は多数されており, その中にはナショナルチームを含めたトップレベルの選手を対象とした研究(明石, 1988, 1991; 柏森ほか, 1999; 南ほ

か, 1989; 宮内ほか, 1997; 豊田ほか, 1971; 土屋ほか, 1982; 上田ほか, 1988)についても多く報告されている. しかし, いずれも2000年以前のものであり, 近年の国内トップレベル男子バレーボール選手における形態及び跳躍能力の特徴を総合的に検討した報告は見当たらない. 金高ほか(2005)はジュニア期に限定しているが, 各種スポーツ種目で活躍する選手の一般的あるいは専門的体力・運動能力を明らかにすることは, 優れたスポーツタレントの発掘やトレーニング分析を行う上で極めて有益な知見となると示唆している.

そこで本研究では, 平成25年度天皇杯全日本バレーボール選手権大会において優勝した国内トップレベルにある実業団チーム選手の形態及び跳躍能力の現状を明らかにすること, また, 大学男子バレーボールチーム選手との比較検討を行うことにより, 国内トップレベルで活躍するために必要なバレーボール選手の形態及び跳躍能力の特性を明らかにし, 今後のトレーニングに関する基礎的資料を得ることを目的とした.

II. 方法

1. 対象者

対象は国内トップリーグのVプレミアリーグに所属し, 平成25年度天皇杯全日本バレーボール選手権大会において優勝したチームの選手13名(T群)で, 平均年齢は 26.0 ± 3.4 歳, 競技歴の平均は 15.7 ± 4.0 年, ポジションの内訳はウイングスパイカー5名, ミドルブロッカー4名, セッター2名, リベロ2名であった. 外国人選手が1名在籍しているが, その選手は対象から除外した. 対照群として, 関東大学バレーボール男子2部リーグに所属する2チームの選手計28名(N群)で, 平均年齢は 19.6 ± 0.9 歳, 競技歴の平均は 9.1 ± 3.6 年, ポジションの内訳はウイングスパイカー12名, ミドルブロッカー6名, セッター3名, リベロ7名であった.

本研究を行うに際し, 筑波大学人間総合科学研究科倫理委員会の承認を得て, 対象者には文書と口頭により測定趣旨, 内容ならびに危険性について説明を行った後, 文書により同意を得た.

2. 測定項目及び測定方法

1) 形態

形態の項目は身長, 指高, 体重とした. 指高はバーティカルジャンプ測定スケール(ヤードスティック,

swift社製)を用いて直立姿勢で利き腕を上方へまっすぐ伸ばし、指先から床までの高さを測定した。

2) 柔軟性

身体の柔軟性の評価として、長座体前屈を長座体前屈測定器(ヤガミ社製)を用いて測定した。長座位から壁に背中をつけたまま肘を伸ばして両手を台上に置き、上体を前屈しながら台を前方に移動した距離を2回測定し、その最長距離を採用した。

3) 各種跳躍能力

①立幅跳び及び立三段跳び

水平方向への跳躍として両脚による立幅跳び、片脚交互による立三段跳びの跳躍距離を、スタート離地時(踏切地点)におけるつま先から着地時の踵までの跳躍距離をメジャーにより測定した。いずれの跳躍もスタートの姿勢は左右の足を平行にした状態から行った。

②スクワットジャンプ、カウンタームーブメントジャンプ

垂直方向への助走を伴わない跳躍としてスクワットジャンプ(Squat Jump: SJ)、カウンタームーブメントジャンプ(Counter Movement Jump: CMJ)及び腕振りを用いたカウンタームーブメントジャンプ(Counter Movement Jump with Arms: CMJA)の跳躍高を、マットスイッチ(マルチジャンプテスト, DKH社製)を用いて測定した。SJは手を腰にあて、膝関節を90度に屈曲した姿勢から腕振り及び脚の反動を用いない全力跳躍、CMJは手を腰にあて、直立姿勢から腕振りを用いず、脚の反動のみを用いた全力跳躍、CMJAは直立姿勢から腕振り及び脚の反動を用いた全力跳躍とした。

③リバウンドジャンプ

バリスティックな伸張-短縮サイクル運動(Stretch-Shortening Cycle exercise: SSC運動)の遂行能力の評価として、短い接地時間で高く跳ぶ跳躍であるリバウンドジャンプ(Rebound Jump: RJ)の跳躍高を接地時

間で除することによって得られるリバウンド指数(RJ-index)(図子ほか, 1993)を算出した。RJ-indexは、マットスイッチ(マルチジャンプテスト, DKH社製)を用いて測定した。腰に手をあて、直立姿勢から腕振りを用いずRJを5回連続で行い、最も高いRJ-indexの値を採用した。同様に、直立姿勢から腕振りを用いたRJ(Rebound Jump with Arms: RJA)を5回連続行い、最も高いRJ-indexの値をRJA-indexとして採用した。RJ及びRJAは出来るだけ接地時間を短くし、かつ出来るだけ高い跳躍を行うように指示した。

④スパイクジャンプ

助走を用いた跳躍として、バレーボールの代表的な動作である1歩の助走を用いたスパイクジャンプ(SPJ1)と3歩の助走を用いたスパイクジャンプ(SPJ3)の最高到達点及び跳躍高をバーティカルジャンプ測定スケール(ヤードスティック, swift社製)を用いて測定した。SPJ1とSPJ3の最高到達点及び跳躍高は1歩及び3歩助走でスパイクジャンプを全力で行った際の指先の高さを最高到達点(SPJ1最高到達点, SPJ3最高到達点)とし、最高到達点から指高を除いた値をSPJ1及びSPJ3の跳躍高とした。

4) 統計処理

本研究で用いた数値は、全て平均±標準偏差で示した。T群とN群の平均値の差を比較するための検定は、F検定(F-test)により二群の等分散性を確認した後、スチューデントのt検定(Student's t-test)を実施した。統計的な有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果

1) 形態

表1に身長、指高、体重の平均値と標準偏差及びT群とN群の平均値を示した。すべての項目において、T群がN群に比べ大きな値を示し、身長、指高、体重のいずれも統計的に有意差が認められた。

表1 形態の平均値及び標準偏差

	全体 (n=41)	T群 (n=13)	N群 (n=28)
年齢(歳)	21.6±3.6	26.0±3.4	19.6±0.9***
身長(cm)	182.8±8.4	187.2±6.8	180.7±8.4*
指高(cm)	235.7±13.4	243.0±11.6	232.3±12.8*
体重(kg)	76.5±7.1	82.0±7.3	73.9±5.3***

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

2) 柔軟性

図1は、長座体前屈の平均値をT群とN群で比較したものである (T群: 45.8 ± 7.0cm, N群: 53.4 ± 11.4cm). T群は有意 ($p < 0.05$) にN群より低かった.

3) 各種跳躍能力

①立幅跳び及び立三段跳び

図2は、立幅跳びの跳躍距離の平均値をT群とN群で比較したものである (T群: 273.5 ± 16.4cm, N群: 261.8 ± 18.4cm). T群がN群に比べ大きな値を示したが、統計的に有意な差は認められなかった.

図3は、立三段跳びの跳躍距離の平均値をT群とN群で比較したものである (T群: 793.4 ± 60.2cm, N群: 736.1 ± 45.7cm). T群は有意 ($p < 0.01$) にN群より高かった.

②スクワットジャンプ及びカウタームーブメントジャンプ

図4は、SJの跳躍高の平均値をT群とN群で比較したものである (T群: 46.1 ± 4.4cm, N群: 43.9 ±

3.8cm). T群がN群に比べ大きな値を示したが、統計的に有意な差は認められなかった.

図5は、CMJとCMJAの跳躍高の平均値をT群とN群で比較したものである. CMJの跳躍高の平均値はT群 50.2 ± 4.9cm, N群 46.7 ± 3.6cmで、T群は有意 ($p < 0.05$) にN群より高かった. CMJAの跳躍高の平均

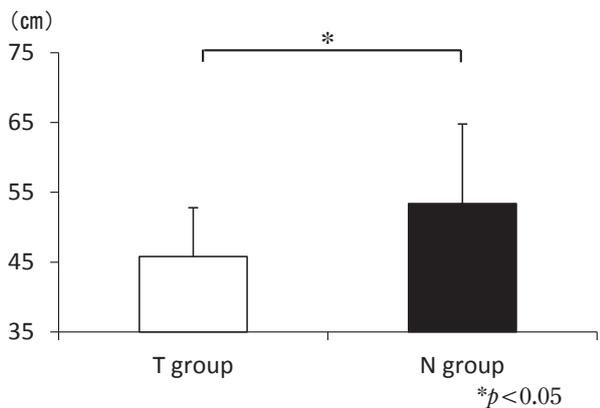


図1 長座体前屈の平均値及び標準偏差

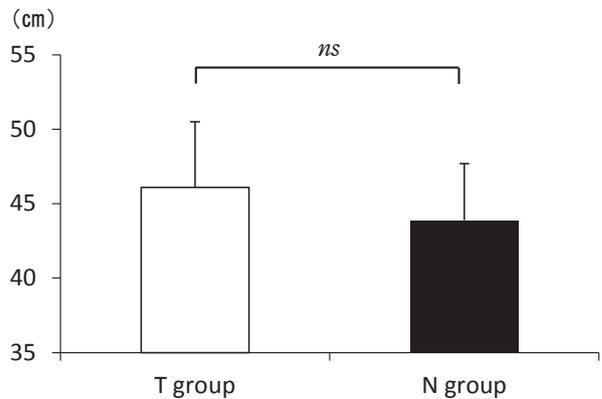


図4 SJ跳躍高の平均値及び標準偏差

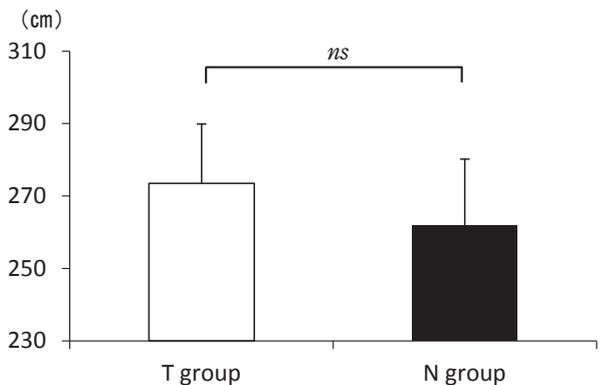


図2 立幅跳び跳躍距離の平均値及び標準偏差

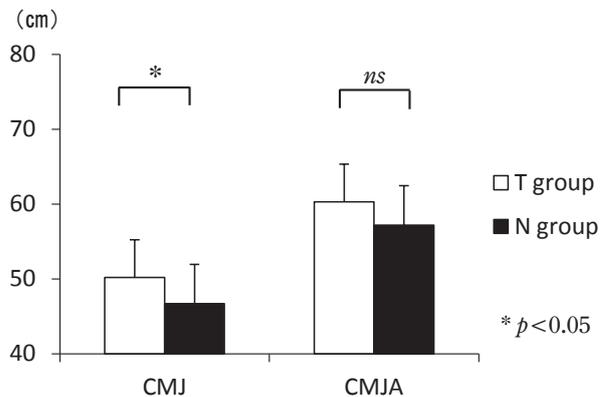


図5 CMJ, CMJA跳躍高の平均値及び標準偏差

値はT群60.3±6.9cm, N群57.2±4.5cmで, T群がN群に比べ大きな値を示したが, 統計的に有意な差は認められなかった.

③リバウンドジャンプ

図6は, RJ-index とRJA-indexの平均値をT群とN群で比較したものである. RJ-indexの平均値はT群2.05±0.29, N群1.79±0.28で, T群は有意 ($p<0.01$) にN群より高かった. RJA-indexの平均値はT群2.40±0.35, N群2.07±0.45で, T群は有意 ($p<0.05$) にN群より高かった.

④スパイクジャンプ

図7は, SPJ1とSPJ3の最高到達点の平均値をT群とN群で比較したものである. SPJ1最高到達点の平均値はT群326.9±8.1cm, N群303.9±13.4cmで, T群は有意 ($p<0.001$) にN群より高かった. SPJ3最高到達点の平均値はT群331.5±8.5cm, N群312.0±13.9cmで, T群は有意 ($p<0.001$) にN群より高かった.

図8は, SPJ1とSPJ3の跳躍高の平均値をT群とN群で比較したものである. SPJ1の跳躍高の平均値はT

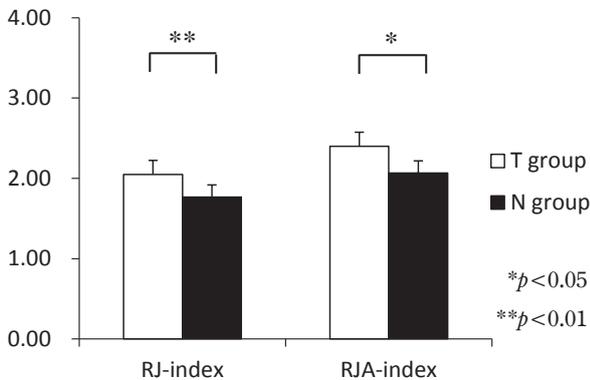


図6 RJ-index, RJA-indexの平均値及び標準偏差

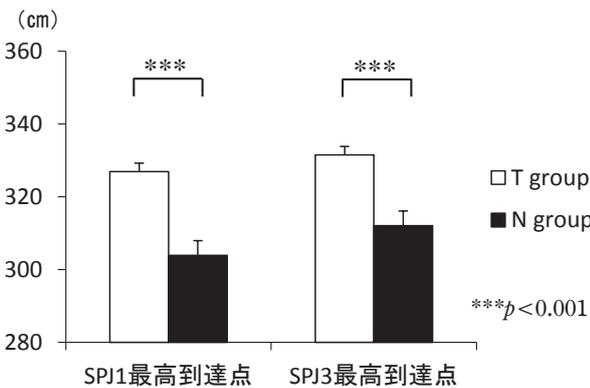


図7 SPJ1, SPJ3最高到達点の平均値及び標準偏差

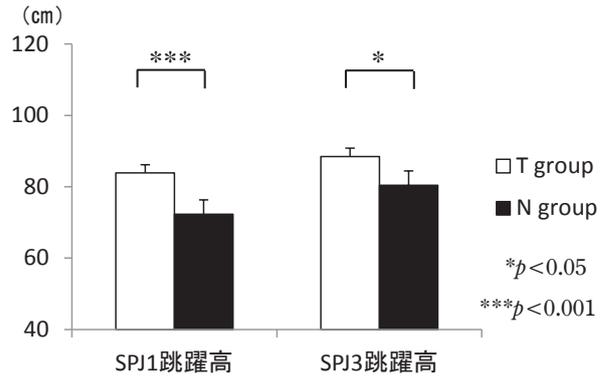


図8 SPJ1, SPJ3跳躍高の平均値及び標準偏差

群83.9±8.0cm, N群72.3±7.1で, T群は有意 ($p<0.001$) にN群より高かった. SPJ3の跳躍高の平均値はT群88.5±9.5cm, N群:80.4±8.7cmで, T群は有意 ($p<0.05$) にN群より高かった. また, SPJ3とSPJ1の跳躍高の平均値の差は, T群4.5±2.3cm, N群7.8±4.2cmで, T群は有意 ($p<0.05$) にN群より低かった.

IV. 考察

1) 形態

2014年度全日本男子バレーボールチーム選手(30名)の身長, 指高, 体重の値を, 2013/14 Vリーグオフィシャルプログラム及び2013年度春季関東大学バレーボールリーグ戦プログラムから抽出し平均値を算出したところ, 190±8.4cm, 246.2±12.7cm, 83.5±10.9kgであった. 本研究では, 国内トップレベルチームのT群は, 大学チームのN群と比べ身長, 指高ともに平均でおよそ10cm上回っていたが, 2014年度全日本男子チームに比べると, 身長, 指高いずれもおおよそ3cm下回っており, 身長及び指高が高いことが, より高いレベルでの競技パフォーマンスを支えていることが推察された. 濱野ほか(2008, pp.26)は, 最高到達点と身長の間には正の相関関係を示しており, たとえ身長の低い選手が高く跳躍することができたとしても, 身長の高い選手が跳躍して到達する高さには及ばないと報告している. また, 近年のバレーボール競技は高さに加えてプレーの高速化が進んでおり, それに対応するためには, スパイクやブロックにおいて, 目標の高さに達するまでの時間が短いことが必要になる. 同じ打点のスパイクやブロックの高さでも, 身長の低い選手は身長の高い選手と比べ, その高さに到達するまでの距離が大きい分, 多くの時間を要する. 身長と同様に指高も高いほど, 目標の高さに到達するまでの時

間が早くなることが考えられる。したがって、身長や指高はバレーボール競技において重要な要因であるといえる(濱野ほか, 2008, pp.26-27)。

体重については、T群は、N群と比べ平均でおよそ8kg上回っていたが、2014年度全日本男子チームに比べると、およそ1.5kg下回っており、競技レベルが高いほど体重が重いことが確認された。一般的に、身体に占める筋量は体重と比例関係にあり、T群がN群と比べ、筋量が多いことが考えられる。しかし、体重が重いことにより、跳躍における離地時の初速度が低くなり、跳躍高が低くなる可能性も考えられ(濱野ほか, 2008, p.26)、バレーボール選手における至適体重についての検討は今後の課題である。

2) 各種跳躍能力

バレーボールにおいて、助走を用いた跳躍で代表的なものがスパイクである。スパイクによる得点は総得点の占める割合の60%と最も大きいと報告されており(浅井, 2001; 都澤, 1995)、スパイクの決定力を上げる手段の一つに出来るだけ高い打点で打つことが挙げられる(飯島, 2008, p.1)。そのスパイクの高さを示す最高到達点は、その選手の特徴として名前や身長などと合わせてプロフィールなどにも掲載され、選手の個々の能力を示す指標とされている。Smith et al. (1992) は、カナダナショナルチーム選手が大学代表選手よりも最高到達点が高かったことを示し、そのことが高い競技レベルを支えていると報告している。本研究においても、SPJ1最高到達点及びSPJ3最高到達点の平均値で、いずれもT群がN群に比べおよそ20cm高い値を示している。

本研究ではすべての跳躍能力においてT群が高く、立幅跳び、SJ、CMJAを除くすべての跳躍能力の平均値で両群間に有意な差が認められた。飯島(2008, p.22)は、DJA-indexで評価される爆発的パワー発揮能力を高めることはスパイクジャンプの跳躍高を高めるための必要条件であると示唆している。また、Sheppard et al. (2008) は、ナショナルレベルの男子バレーボール選手を対象とした研究において、スパイクジャンプの跳躍高と最も相関が高かったのは、ドロップジャンプの跳躍高であったと報告している。凶子ほか(1992)は、球技選手において、跳躍やフットワークに優れる選手はドロップジャンプインデックスが高かったと報告している。ドロップジャンプはRJと運動様式は類似しており、両種目とも下肢の瞬発的な筋力発揮に加え、空中から落下して着地した際、即座に

ジャンプ動作への切り返しが要求されることがあげられる(橋本ほか, 2011)。また、有賀ほか(2012)は大学男子バレーボール選手を対象にしたRJ-indexの研究において、レギュラー群が非レギュラー群よりも有意に高い値を示し、さらに大学女子バレーボール選手を対象にした研究においても同様の結果が得られたと報告している。本研究においても、RJ-indexではT群が 2.05 ± 0.29 、N群が 1.79 ± 0.28 、RJA-indexではT群が 2.40 ± 0.35 、N群が 2.07 ± 0.45 と、T群とN群の平均の差はその他の跳躍能力と比較して非常に大きく、競技レベルが高いT群はバリスティックなSSC運動の遂行能力が特に高いことが示された。このことが上記の報告にあるように、スパイクジャンプの平均値において、T群がN群に比べSPJ1は+11.5cm、SPJ3は+8.1cmといずれも高い跳躍高につながっていると考えられる。

また、セリンジャーほか(1993)は、スパイクジャンプは助走によって生み出された水平速度を効率的に垂直方向に変換することによって、垂直跳びよりも12~19cm高い跳躍を獲得すると述べている。本研究においては、同様の測定方法でスパイクジャンプと垂直跳びの比較は行っていないが、3歩助走(SPJ3)と1歩助走(SPJ1)との比較において、T群の方が少ない助走でより高い跳躍高を得られることが示された。近年のバレーボールはクイックのみならず両サイドの平行、バックアタックにおいてもファーストテンポの攻撃が含まれるほど高速化が進んでいる(吉田ほか, 2011)。また、レシーブやブロックといった守備を行い、そこからすぐ助走をとって速いトスに合わせてスパイクを打つことを考えると、十分な助走をとって跳躍することが出来ない場合も少なくない。そのため、より高いレベルで戦うためには少ない助走であっても高い跳躍高を得ることが必要となる。跳躍高と助走歩数の関係について、大きな跳躍高を得るためには助走速度が重要になり、助走歩数が増加するにつれて助走速度は大きくなる傾向にあるが、現在バレーボールのスパイクジャンプでは1~3歩の助走歩数が使用されており、たとえ助走歩数は少なくとも、出来るだけ助走速度を大きくするためにはどのような動きが役立つかを明らかにすることが重要であるという報告もある(橋原, 1986)。T群選手は、そのような動きが自然に身についている可能性も考えられ、トップレベル選手のスパイク動作と助走速度の関係については今後の検討課題である。

本研究では、垂直方向への助走を伴わない跳躍であ

るSJ, CMJ, CMJAの跳躍高において、いずれの跳躍もT群がN群と比べ高い値を示したが、有意差が認められたのはCMJのみであった。そのCMJの跳躍高の平均値もT群が $50.2 \pm 4.9\text{cm}$ 、N群が $46.7 \pm 3.6\text{cm}$ と他の跳躍能力と比べ小さい差であった。Zatsiorsky and Kramer (2006)は、様々なスポーツ選手において、トレーニングによる体重の増加で、絶対的な筋力は増加するが、相対的な筋力は減少すると報告している。本研究ではN群と比べT群は身長が高く、体重が重いことにより、SJとCMJAの跳躍高においては有意差が認められず、CMJの跳躍高においては有意差は認められるものの、他の跳躍能力と比べ小さい差であったと考えられる。一方、スパイクジャンプと垂直跳びを比較するとスパイクジャンプの方が垂直跳びよりも踏切時の膝屈曲角度が浅く(飯島, 2008, p.1)、股関節や膝関節に対して足関節の仕事の貢献度が高いエクササイズであるのに対し、垂直跳びは膝屈曲角度が深く、股関節及び膝関節の役割が大きいことが考えられる。これまで爆発的筋パワー発揮の研究のために、全力による反動動作を伴う垂直跳び運動が用いられてきており(和田ほか, 1999)、垂直跳びはバリスティックなSSC運動の遂行能力よりも下半身の爆発的筋パワー発揮能力が重要であると考えられる。また、水平方向への跳躍である立幅跳びと立三段跳びの跳躍距離において、いずれの跳躍もT群がN群と比べ高い値を示し、立三段跳びのみ有意な差が認められた。先行研究によると、立三段跳びの踏切時間は約0.12秒と短い(Mero and Komi, 1994)のに対して、垂直跳びや立幅跳びの踏切時間は、0.5~1.0秒程度(高松ほか, 1989)と比較的長い。このように、垂直跳びや立幅跳びは、下肢筋群でのパワー発揮の貢献度が大きいこと、ドロップジャンプやリバウンドジャンプに比べると踏切時間が長いこと、反動動作を含むことといった特徴がある(三本木・黒須, 2011)。以上のことから、本研究では垂直跳びや立幅跳びのような踏切時間が比較的長く、下半身の爆発的筋パワー発揮や反動動作を伴うような跳躍について、選手の競技レベルによる差は認められない、もしくは大きくないことが示された。一方、花城ほか(2004)によると、スパイクジャンプの習得に関わる運動要素のひとつとして、立幅跳びによる上肢の最大バックスイングからの振込み・振上げ動作を挙げている。また、阿江ほか(1983)は垂直跳びの跳躍高に及ぼす身体各部の貢献度として、下肢が約70%、上肢が約20%、体幹が約10%と報告しており、脚以外に両腕や体幹部の働きが約30%を占めることとな

る。本研究において、T群は立ち幅跳び及びCMJAにおいて、N群に比べ有意な差が認められなかったことから、T群に対する課題として、効率の良い腕振り動作及び上体の起こし動作の改善を目的としたトレーニングを行う必要があるのか、あるいはN群は脚筋力が劣る部分を跳躍の技術的要素で補っていることにより差が認められなかったのかについては検討の必要がある。

これまで、運動前のストレッチングが跳躍力に及ぼす影響について、多くの報告がある(Behm and Kibele, 2007; Bradley et al., 2007; Cornwell et al., 2002; Duncan and Woodfield, 2006; Perrier et al., 2011; Vetter, 2007; Wallmann et al., 2008; 山口ほか, 2007; Young and Behn, 2003; Young and Elliott, 2001)。しかし、柔軟性とパフォーマンスについて、競泳選手を対象に肩の柔軟性が競技パフォーマンスに及ぼす影響についての報告(鈴木, 1997; 渡辺・高井, 2005)はあるものの、トップレベルバレーボール選手に関する柔軟性と跳躍に関する報告はほとんど見当たらない。長距離ランナーを対象にした先行研究(Jones, 2002; Trehearn and Bruesh, 2009)では、柔軟性の低いランナーほどSSC運動中の筋肉や腱の弾性的エネルギー効率の高さから経済的な走りを可能としていると報告している。本研究においても、長座体前屈の平均値をT群とN群で比較したところ、T群はN群より低い値を示した。長距離ランナーの先行研究と同様に、バレーボール選手においても、柔軟性の低さが筋や腱の弾性を高め、バリスティックなSSC運動の遂行能力が高まることにより、高い跳躍力に繋がっていることも考えられる。しかし、スポーツ選手を対象として特定の関節の柔軟性を評価する際には、長座体前屈のような全身の柔軟性を対象とする方法では不十分であるという報告もあり(Herman and Smith, 2008)、柔軟性の評価方法も含め、柔軟性と跳躍力の関係についても今後の検討課題である。

上述した本研究の結果から、国内トップレベルにある実業団チーム選手は形態及び跳躍能力において優れていることが認められた。特に跳躍能力において、RJ-indexに代表されるバリスティックなSSC運動の遂行能力が高く、それに伴い最高到達点も高値を示した。また、垂直跳びや立幅跳びのような踏切時間が長く、下半身の爆発的筋パワー発揮や反動動作を伴うような跳躍については競技レベルによる差は認められない、あるいは大きくないことが示唆された。これらの知見は、トレーニング処方・パフォーマンス分析等に

関する基礎的資料, 優れたスポーツタレントの発掘を行う場合の判断材料になると考えられる。

V. まとめ

本研究は, 平成25年度天皇杯全日本バレーボール選手権大会において優勝した国内トップレベルにある実業団チーム選手13名(T群)の形態及び跳躍能力の現状を明らかにすること, また, 関東大学バレーボール男子2部リーグに所属する大学バレーボール選手28名(N群)との比較検討を行うことにより, 国内トップレベルで活躍するために必要なバレーボール選手の形態及び跳躍能力の特性を明らかにすることを目的とした。得られた結果は以下のとおりである。

1. 形態について, 身長は平均値は 187.2 ± 6.8 cm, 指高の平均値は 243.0 ± 11.6 cm, 体重の平均値は 82.0 ± 7.3 kgであり, すべての項目において, N群に比べ有意に高値を示した。
2. 柔軟性について, 長座体前屈の平均値は 45.8 ± 7.0 cmであり, N群に比べ有意に低値を示した。
3. 水平方向の跳躍距離の平均値について, 立幅跳びは 273 ± 16.4 cmであり, N群との差は認められなかった。立三段跳びは 793.4 ± 60.2 cmであり, N群に比べ有意に高値を示した。
4. 垂直方向の跳躍高の平均値について, SJは 46.1 ± 4.4 cm, CMJAは 60.3 ± 6.9 cmであり, いずれもN群との差は認められなかった。CMJは 50.2 ± 4.9 cmであり, N群に比べ有意に高値を示した。
5. バリステックなSSC運動の遂行能力について, RJ-indexの平均値は 2.05 ± 0.29 , RJA-indexの平均値は 2.40 ± 0.35 であり, いずれもN群に比べ有意に高値を示した。
6. スパイクジャンプの跳躍の平均値について, SPJ1最高到達点は 326.9 ± 8.1 cm, SPJ3最高到達点は 331.5 ± 8.5 cmであり, いずれもN群に比べ有意に高値を示した。また, SPJ1跳躍高は 83.9 ± 8.0 cm, SPJ3跳躍高は 88.5 ± 9.5 cmであり, いずれもN群に比べ有意に高値を示した。
7. 3歩助走(SPJ3)と1歩助走(SPJ1)との平均値の差の比較において, T群がN群と比べ有意に低値を示し, 少ない助走でより高い跳躍高を得られることが示された。

以上の結果から, 国内トップレベルにある実業団チーム選手は形態及び跳躍能力において優れていることが認められた。特に跳躍能力において, RJ-indexに

代表されるバリステックなSSC運動の遂行能力が高く, それに伴い最高到達点も高値を示した。また, 垂直跳びや立幅跳びのような踏切時間が長く, 下半身の爆発的筋パワー発揮や反動動作を伴うような跳躍については競技レベルによる差は認められない, あるいは大きくないことが示唆された。柔軟性については逆に劣っていることが認められたが, 柔軟性の低さが筋や腱の弾性を高め, バリステックなSSC運動の遂行能力が高まっていることも考えられる。柔軟性と跳躍力の関係については今後の検討課題である。

これまで, 男子バレーボール選手を対象とした体力や跳躍に関する研究は多数されているが, トップレベルの選手を対象とした研究のほとんどが2000年以前のものであり, 近年の国内トップレベル男子バレーボール選手に関する調査・研究は十分であるとは言えない。今後, 本研究の結果も含め, 様々なレベルのバレーボール選手の身体・体力的特性についてのデータを集積していくことによって, トレーニング処方・パフォーマンス分析等に関する基礎的資料, また, 優れたスポーツタレントの発掘を行う際の判断材料になることが望まれる。

文献

- 阿江通長・渋川侃二・石島繁・橋原孝博(1983) 高さをねらいとする跳のバイオメカニクスの特性。身体運動の科学V。杏林書院: 182-188。
- 明石正和(1988) バレーボール選手の体力に関する研究—アジア大会候補選手の体力について—。城西大学研究年報 自然科学編, 12: 35-41。
- 明石正和(1991) バレーボール選手の体力に関する研究—全日本ジュニア男子候補選手について—。城西大学研究年報 自然科学編, 15: 35-46。
- アリー セリンジャー・ジョーン アッカーマンブルント: 都澤凡夫訳(1993) セリンジャーのパワーバレーボール。ベースボール・マガジン社: 東京, pp.114-119。
- 有賀誠司・積山和明・藤井壮浩・小山孟志・緒方博紀・生方謙(2012) 方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究—男子バレーボール選手におけるリバウンドジャンプ能力と方向転換能力との関連について—。東海大学スポーツ医科学雑誌, 24: 7-19。
- 浅井正仁(2001) バレーボールゲームの得点に関するゲーム分析的研究—ラリーポイント制における得点構成及び連続得点について—。大阪体育大学紀要, 32: 13-24。
- Behm, D. G. and Kibele, A. (2007) Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 101(5): 587-594.
- Bradley, P. S., Olsen, P. D., and Portas, M. D. (2007) The effects of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond*

- Res, 21(1): 223-226.
- Cornwel, A., Nelson, A. G., and Sidaway B (2002) Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur.J.Appl.Physiol*, 86(5): 428-434.
- Duncan, M. J. and Woodfield, L. A. (2006) Acute effects of warm up protocol on flexibility and vertical jump in children. *JEP online*, 9(3): 9-16.
- 遠藤俊典・田内健二・木越清信・尾縣 貢 (2007) リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究. *体育学研究*, 52(2): 149-159.
- 深代千之・宮下充正 (1990) 跳ぶ科学. 大修館書店: 18-19.
- 福田 隆・渡部晴行・南匡泰 (1987) バレーボールにおけるその場連続ジャンプに関する研究. *愛媛大学教養学部紀要*, 20(2): 661-672.
- 濱野光之・小山桂史・勝俣康之 (2008) 身長および跳躍能力がバレーボールプレイヤーの最高到達高に及ぼす影響. *順天堂大学スポーツ健康科学研究*, 12: 22-28.
- 花城 均・日高敬児・池上寿伸・坂元康成・島本英樹 (2004) 小学生のスパイクジャンプからみた跳躍運動習得への指標について. *佐賀大学文化教育学部研究論文集*9(1): 247-258.
- 橋原孝博 (1986) バレーボールのスパイク技術に関する運動学的研究—高い打点で、強く打撃するためのスパイク技術について—. 昭和62年度筑波大学教育学博士学位論文: 1-147.
- 橋本 輝・前大純朗・山本正嘉 (2011) 一過性の体幹スタビライゼーションエクササイズが垂直跳び、ドロップジャンプ、リバウンドジャンプのパフォーマンスに及ぼす効果. *スポーツパフォーマンス研究*, 3: 71-80.
- Herman, S. L. and Smith, D. T. (2008) Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. *J Strength Cond Res*, 22(4): 1286-1297
- 飯島康平 (2008) バレーボールにおけるスパイクジャンプの跳躍高と筋機能の関係. 平成20年度早稲田大学大学院修士論文: 1-21.
- Jones, A. M. (2002) Running economy is negatively related to sit-and-reach test performance in international standard distance runners. *Int J Sports Med*, 23(1): 40-43.
- 金高宏文・安田三郎・北嶋潤一・會田 宏 (2005) 全国大会レベルで活躍する高校女子ハンドボール選手の一般的体力及び専門的運動能力の特性. *スポーツトレーニング科学*, 6: 32-36.
- 柏森康雄・宮内一三・岡本孝信 (1999) バレーボール選手の体力に関する研究. *バレーボール研究*, 1(1): 54-60.
- 黒川貞夫 (2000) バレーボールの競技力向上に資するスポーツ科学の成果. 21世紀と体育・スポーツ科学の発展, 2: 87-97.
- 増村雅尚・阿江通良 (2007) 特集 跳躍動作のバイオメカニクス バレーボール選手のスパイクジャンプ. *体力の科学*, 57(7): 521-527.
- Mero, A. and Komi, P. V. (1994) EMG, force, and power analysis of sprint-specific strength exercises. *J.Appl. Biomech.*, 10: 1-13.
- 南 匡泰・河端孝志・土屋秀雄 (1989) 体力に関する研究—ソウルオリンピック出場全日本男子バレーボール選手のトレーニング効果について—. 大阪市立大学保健体育学研究紀要, 25: 1-8.
- 都澤凡夫・朽堀申二・福原祐三 (1995) バレーボールのサイドアウトに関する研究 (5). *筑波大学運動学研究*, 11: 63-78.
- 宮内一三・柏森康雄・岡本孝信 (1997) バレーボール選手の体力に関する研究 (第1報) —全日本男子チームにおける6年間の縦断的な分析—. 大阪市立大学保健体育学研究紀要, 28: 77-88.
- Perrier, E. T., Pavol, M. J., and Hoffman, M. A. (2011) The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *J Strength Cond Res*, 25(7): 1925-1931.
- 三本木温・黒須慎也 (2011) 陸上競技選手における30m走の疾走能力と無酸素性パワーおよび柔軟性との関係. *八戸大学紀要*, 42: 57-64.
- Sheppard, J. M., Cronin, J. B., Gabbett, T. J., McGuigan, M. R., Etxebarria, N., and Newton, R. U. (2008) Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J.Strength Cond.Res.*, 22(3): 758-765.
- Smith, D., Roberts, D., and Watson, B. (1992) Physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J. Sport Sci.*, 10: 131-138.
- 鈴木大地 (1997) ジュニア水泳選手の体力特性と泳力—特に余剰推進力との関連について—. *順天堂大学スポーツ健康科学研究*, 1: 87-97
- 高松 薫・凶子浩二・会田 宏・吉田亨・石島 繁 (1989) デブスジャンプにおける台高と踏切中の膝曲げ動作の相違が跳躍高および下肢にかかる負荷特性に及ぼす影響. 昭和63年度日本体育協会スポーツ科学研究報告No.IV プライオメトリックアクティブ筋力トレーニングに関する研究, 2: 46-55.
- 豊田 博・広田公一・菊地武道 (1971) バレーボール選手の体力に関する研究—全日本男子選手の体力について— 8. 測定評価に関する研究. *日本体育学会大会号*, 22: 376.
- Trehearn, T. L. and Bruesh, R. J. (2009) Sit-and-reach flexibility and running economy of men and women collegiate distance runners. *J Strength Cond Res*, 23(1): 158-162.
- 土屋秀雄・吉原一男・南 匡泰 (1982) 全日本男子バレーボール選手の体力トレーニングとその成果—特にジャンプ力のトレーニングと垂直跳の向上について—. 大阪市立大学保健体育学研究紀要, 17: 77-80.
- 上田 実・柏森康雄・都沢凡夫 (1988) バレーボール選手の体力に関する研究—日本ユニバーシアード男子選手の体力について—. *法政大学体育研究センター紀要*, 6: 111-120.
- Vetter, R. E. (2007) Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res*, 21(3): 819-823.
- 和田匡史・土岡大介・伊藤直樹・石井喜八 (1999) 立位姿勢における短時間急速反動動作時の下肢関節の動特性. *日本体育大学紀要*, 29(1): 39-46
- Wallmann, H. W., Mercer, J. A., and Landers, M. R. (2008) Surface electromyographic assessment of the effect of dynamic activity and dynamic activity with static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*,

- 22(3): 787-793.
- 渡邊将司・高井省三 (2005) ジュニア競泳選手のパフォーマンスに影響する要因の年齢変化. 体育学研究, 54: 353-361
- 山口太一・石井好二郎・滝澤一騎・高島 渉・稲森謙吾 (2007) 数分間隔で繰り返される跳躍間の適切な準備運動. トレーニング科学, 19(4): 351-359
- 吉田康伸・濱口純一・増山光洋・山田 快 (2011) バレーボールにおけるルール改正に伴う戦術の変化についての研究 ②. 法政大学体育・スポーツ研究センター紀要, 29: 11-14.
- Young, W. B. and Elliott, S. (2001) Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Q Exerc Sport*, 72(3): 273-279.
- Young, W. B. and Behn, D. G. (2003) Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness*, 43(1): 21-27.
- Zatsiorsky, V. M. and Kraemer, W. J. (2006) Science and Practice of Strength Training. *Human Kinetics: IL*, pp.47-66.
- 岡子浩二・高松 薫・古藤高良 (1992) ドロップジャンプにおけるパワー発揮能力を決定する要因. *バイオメカニクス研究*, 92: 245-251.
- 岡子浩二・高松 薫・古藤高良 (1993) 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. *体育学研究*, 38: 265-278.

平成26年11月26日受付
平成27年2月27日受理