

論文要旨

「序論」

ジャンプは多くの競技の中で用いられている動作の1つである。ジャンプには反動を用いないで行うスクワットジャンプ (SJ) や、反動を用いて行うカウンタームーブメントジャンプ (CMJ) やリバウンドジャンプ (RJ) などがある。反動を用いるジャンプはストレッチショートニングサイクル (SSC) を用いることによって短い時間で大きな力を発揮してジャンプすることができる。

ジャンプに関連している体力要素としては筋力や筋パワー、筋腱のスティフネス、筋の形態などが挙げられる。ジャンプ動作は膝を曲げて素早く地面を蹴り出す動作のため、下肢の筋力または筋パワーが増加するとジャンプ高も増加する。筋力は筋断面積に比例することからジャンプに関わる筋の肥大は筋力を増加させ最大ジャンプ高を向上させる。筋の形態に関する指標には筋厚や羽状角など筋肥大に関連するものがある。一方、筋腱の力学的特性を示す筋腱のスティフネスについてもジャンプ高に関連する要素として研究されている。スティフネスとは組織の変形しにくさを示す指標で、ジャンプに関連する SSC 運動を効率的に用いるためには適度に高い筋腱のスティフネスが重要とされている。

本研究ではジャンプ高に関連すると考えられる因子について、競技特性の異なるバレーボール選手と水泳選手を対象に研究することとした。競技特性としてジャンプを多用するバレーボールでは、高いジャンプ高がパフォーマンスを決定する一因になると考えられるため、ジャンプ高向上のためのトレーニングはジャンプを多用する選手にとって重要となる。一方、水泳選手はスタート時の飛び込みやターン動作はあるものの、競技特性として水中にいる機会が多く、水の抵抗が生じるため速い速度を伴って鉛直方向に高く跳ぶジャンプ動作は少ない。

本研究では、筋腱の形態、腱の力学的特性、筋力発揮特性について、長期間競技を行ってきたバレーボール選手と水泳選手で比較検討することとした。これらを明らかにすることで、これらのアスリートにおいてジャンプに関連する因子であるか否かを明らかにし、アスリートにおいてジャンプを高める因子について検討することとした。

「研究1」

目的は、長期間競技を行ってきたバレーボール選手と水泳選手において、アキレス腱の形態、足関節の力学的特性、下肢筋力を比較検討し、これらのアスリートにおいてジャンプに関連する因子であるか否かを明らかにすることとした。

研究対象者は、男子水泳選手17名 (年齢: 20 ± 1 歳、競技歴: 15 ± 2 年、身長: 174.6 ± 6.2 cm、体重: 70.0 ± 6.9 kg) と男子バレーボール選手16名 (年齢: 20 ± 1 歳、競技歴: 10 ± 2 年、身長: 180.9 ± 4.0 cm、体重: 76.3 ± 9.1 kg) とした。測定項目は、ジャンプ高、アキレス腱の形態、足関節の力学的特性、下肢筋力とした。アキレス腱の形態は超音波画像診断装置を用いてアキレス腱長、アキレス腱厚を測定し、アキレス腱長と下腿長 (膝窩皰高) からアキレス腱長/下腿長比を算出した。足関節の力学的特性は、多用途筋機能運動評価装置を用いて足関節最大背屈角度と足関節受動トルクを測定し、これらから足関節スティフネスを算出した。ジャンプ高はマルチジャンプテストを用いて SJ、CMJ、RJ 高を測定した。RJ は反動を使って連続8回跳ぶジャンプである。いずれのジャンプも腕の貢献が入らないように腕振りなしのジャンプで跳ぶように指示した。下肢筋力は多用途筋機能運動評価装置を用いて60 degree/secでの角速度で膝関節伸展・屈曲筋力を左右の脚で測定した。

この結果、各ジャンプ高はバレーボール群で有意に大きかったため、日常的に SSC を用いるような跳

躍動作を行っているアスリートの方がジャンプ高が大きくなると考えられた。

アキレス腱長および腱厚はバレーボール群で有意に大きかった。また、水泳群においてアキレス腱長やアキレス腱長／下腿長比と RJ 高との間で有意な相関関係があったが、バレーボール群ではアキレス腱の形態と各ジャンプ高との間に相関関係はなかった。両群を合わせたアキレス腱長／下腿長比と CMJ、RJ 高との間に有意な相関関係があった。このことから、アキレス腱長／下腿長比が大きいアスリートはジャンプ高が大きい可能性が考えられた。また、アキレス腱に高負荷がかかるとアキレス腱厚が大きくなる可能性が考えられた。

足関節の力学的特性では、水泳群で最大背屈角度が有意に大きかった。受動トルクと足関節角度から算出したスティフネスにおいては群間で有意差はなく、両群ともに各ジャンプ高との間に相関関係はなかったためジャンプ高との関係性は明らかにならなかった。

下肢筋力は群間で有意差はなかった。水泳群に比べ、ジャンプ高が大きかったバレーボール群においては、左脚の膝関節伸展筋力と CMJ 高との間にのみにしか有意な相関関係はなく、本研究では高いジャンプ高は下肢筋力だけに依存するものではないことが明らかになった。

「研究 2」

目的は、長期間競技を行ってきたバレーボール選手と水泳選手において、下肢筋力発特性および筋の形状について比較検討し、これらのアスリートにおいてジャンプに関連する因子であるか否かを明らかにすることとした。

研究対象者は、男子水泳選手14名（身長：175.4±6.2cm、体重：73.0±6.7kg、年齢：20±1歳、競技歴：13±2年）と男子バレーボール選手14名（身長：180.5±4.7cm、体重：74.3±10.8kg、年齢：19±1歳、競技歴：9±2年）とした。測定項目は、ジャンプ高、下肢筋力、外側広筋の羽状角とした。ジャンプ高は研究1と同じ方法で測定を行い、反動効果と RJ 指数を算出した。下肢筋力は研究1と同じ方法で60、120、180 degree/sec での角速度で股関節、膝関節伸展・屈曲筋力、足関節底屈・背屈筋力を右脚で3回ずつ測定した。外側広筋の羽状角の測定では被験者をベッドの上で仰臥位の姿勢にさせ、右脚の大転子から膝窩皺の50%の位置にリニアプローブをあて測定した。

この結果、各ジャンプ高は水泳群よりバレーボール群で有意に大きかった。反動効果においては群間で有意差がなかったが、RJ 指数においては水泳群よりバレーボール群で有意に大きかった。このことから、SSC を用いて短い時間で大きな筋発揮を伴い跳躍動作を行っている人の方がジャンプ高は大きいと考えられた。

60、120 degree/sec での膝関節屈曲筋力、120 degree/sec での足関節背屈筋力は水泳群に比べ、バレーボール群で有意に大きかった。水泳群では、全ての角速度での下肢筋力と各ジャンプ高との間に相関関係はなかった。一方、バレーボール群では、60 degree/sec での膝関節伸展筋力および足関節背屈筋力、120、180 degree/sec での膝関節伸展筋力および足関節底屈筋力とジャンプ高との間に有意な相関関係があった。このことから、速い角速度での筋発揮は高いジャンプ高の獲得に重要となると考えられた。

羽状角においては水泳群に比べ、バレーボール群の方が有意に小さかった。水泳群において、羽状角と全ての測定項目との間に相関関係はなかった。バレーボール群においては、羽状角と各ジャンプ高との間に相関関係はなかったが、羽状角と120 degree/sec での膝関節伸展筋力との間に有意な相関関係があった。このことから、両群において外側広筋の羽状角はジャンプ高に関連する因子ではないことが明らかとなった。

「総括」

本研究のまとめとして、腱の形態ではバレーボール群においてアキレス腱長、アキレス腱長／身長比、

アキレス腱長／下腿長比、アキレス腱厚が大きく、異なる競技のアスリートにおいてアキレス腱の形態が異なる場合があることが明らかとなった。また、アスリートにおいてアキレス腱長／下腿長比はジャンプ高に関連する因子となる場合があることが明らかとなった。一方、アキレス腱厚はバレーボール群で有意に大きかったが、ジャンプ高との間に相関関係はなかった。バレーボール群において長期間行っているジャンプ動作はアキレス腱の形態に影響を及ぼす可能性が考えられた。

足関節の力学的特性では最大背屈角度は水泳群で有意に大きかったが、足関節スティフネスは群間で有意差はなかった。また、両群の最大背屈角度および足関節スティフネスと各ジャンプ高との間に相関関係はなく、ジャンプ高に関連する因子であるか否かは明らかとならなかった。

下肢筋力ではバレーボール群では特に速い角速度での股関節、膝関節伸展筋力および足関節底屈筋力とジャンプ高との間に有意な相関関係があったが、水泳群では速い角速度での下肢筋力とジャンプ高との間に相関関係はなかった。このことから、競技によって速い角速度での下肢筋力がジャンプ高に関連する因子になる場合と関連する因子とならない場合があることが明らかとなった。長期間の競技特性に応じたトレーニングがこの結果に影響を及ぼした可能性が考えられた。