

バレーボール選手のジャンプ動作について

中沢 克江¹、菊池 武道²、秋田 信也¹

¹ 東邦大学、² 千葉大学教養部

A study of jump movements in volleyball players

Katsue NAKAZAWA¹, Takemichi KIKUCHI² and Shinya AKITA¹

¹ Toho University ; ² College of Arts and Sciences, Chiba University

研究目的

バレーボールはパスとジャンプの競技であると言われている。バレーボールの種々の技術の中でも、パスはバレーボールの技術の基礎であり使用頻度も高く、バレーボール特有の動作であり、またジャンプは高いネットをはさんでボールを返球し合うスポーツであるだけに、欠くことのできない重要な運動様式の一つであるからである。いかにすればより高いジャンプができるかを明らかにすることは、平均身長と比較的低い日本のバレーボールプレイヤーにとっては宿命的な課題である。ジャンプは、バレーボールの全ての動作や技術の中心となるもので、バレーボール技術の成否を左右する。このジャンプ動作をいかにすれば合理的かつ有効に行うことができるかを明らかにすることは、ジャンプ力向上、すなわちバレーボールの競技力向上につながるものと考えらる。

本研究は、スパイク時のジャンプ動作をビデオカメラで撮影分析ならびに圧力板で垂直・前後方向の分力を測定すると共に運動能力の中でもジャンプが必要とされる筋力測定も行い、ジャンプ力向上の原理やメカニズムについて考察し、よりよい合理的な指導法とトレーニング法を明らかにすることを目的とするものである。

研究方法

本研究の対象は、バレーボールの選手として平均 8.8年の経験年数を持つT女子大学バレーボールレギュラー選手（実験群）5名と、対象群として全く運動選手の経験を持たない同大学一般学生5名の合計10名である。

被験者は、身長、体重の形態測定と握力、背筋力、90度の屈曲位での足首と膝の伸展力、垂直跳び、上体反らしおよび垂直板を使用してのランニングジャンプ高（3から5歩の助走からのジャンプ）の運動能力の測定を行った。助走から踏切までのジャンプでボールを打つスパイク動作は、ソニー株式会社のロータリーシャッターカメラを用いて真横から撮影し、日本事務光電機株式会社のVTR動作分析システムを使用して分析を行った。分析に当たって被験者は、橈骨茎状突起、上腕骨外側上顆、肩峰突起、大転子外側、大腿骨外側顆、踵骨外顆の6カ所にマークしジャンプするものである。ジャンプの動作の分析は、沈み込みの最も深い位置での両腕の引き、腰、足首の屈曲角度を測定するものである。沈み込み角度については、各被験者が自分で最も高く跳べるであろうと沈み込んで行なうものでスパイク動作が成功した3回を測定値に用いその時の軀幹の屈曲角度ならびに頭頂の最高点をジャンプ高とした。

スパイク動作はKistler 社の Force Plate上
でジャンプするもので、その時圧力板に加わる垂
直方向、前後方向の分力をビジグラフ（記録紙の
スピード10 cm/sec）で記録した。

結果と考察

被験者10名に対する体格、筋力、柔軟度の測定
結果は、表1に示す通りである。

体格は実験群の方が身長、体重共に明らかに大
きく、また筋力についても握力、背筋力、足首伸
展力、脚伸展力ともにすべて、17.8%、39.
4%、11.1%および26.1%と実験群の方が
大きく、すべて危険率1%以下で有意差が認めら
れたが、柔軟性の一要素である上体反らしは、有
意差は認められなかったものの対象群がやや大き
かった。また垂直跳びとランニングジャンプは、
実験群が各々54.6 cm、60.6 cmを示したの
に比べ、対象群は各々40.4 cm、41.8 cmで
実験群が明らかに優れ、危険率1%以下で有意差

が認められた。また同じジャンプ高でもランニン
グジャンプと助走をしないでジャンプする垂直跳
びでの高さとの間の差は、実験群がランニングジャン
プ高の方が明らかに高くその差が6.0 cmであっ
たのに比較し、対照群は1.4 cm高いが5名中2
名はランニングジャンプ高の方が低い傾向が認め
られた。

最も跳びやすいと意識してジャンプしたときの
軀幹角度の例を図で示したのが図1である。バレー
選手は腰をやや深く曲げるのに比べ、膝と足首の
曲げが浅い傾向が認められ、また上体の前傾が深
いことも原因であろうが両腕の後方への引きがや
や大きい傾向が認められた。

Gomback⁸⁾は、踏切のフォームの分析で下肢
関節の最大屈曲までは踏切の屈曲、腕の振込によ
り助走スピードの緩衝と方向変換をおこない、下
肢の伸展で上方への跳びへのスピードを得ている
と述べている。また同様に金原⁵⁾らも、踏切前半
の両腕の前方への振込は、水平方向の運動を上昇

表1 実験群および対照群の体格・体力の測定結果

被 験 者 年 齢			体 格		体 力						
			身長cm	体重kg	握力kg	背筋力kg	上体そらしcm	足首伸展力kg	伸脚力kg	垂直とびcm	ランニングジャンプcm
実 験 群	K・Y	22	166.5	64.0	右28.7 左32.3	108	60.0	右 98.0 左 98.0	右65.0 左58.0	57.0	60.0
	M・Y	22	166.2	60.5	右37.7 左29.3	100	50.0	右 98.0 左 89.0	右49.0 左60.0	60.0	62.0
	H・K	19	168.2	60.0	右31.7 左29.3	143	59.0	右 96.0 左 94.0	右51.0 左49.0	49.0	59.0
	R・T	21	166.2	67.0	右39.6 左37.1	144	63.0	右 91.0 左120.0	右51.0 左50.0	53.0	63.0
	N・K	21	165.8	58.0	右34.7 左30.1	124	71.0	右 97.0 左100.0	右65.0 左55.0	54.0	59.0
	平 均 値		166.6 (0.94)	61.9 (3.6)	右34.5 (4.4) 左31.6 (3.3)	123.8 (20.0)	60.6 (7.6)	右 96.0 (2.9) 左100.2 (11.8)	右56.2 (8.1) 左54.4 (4.8)	54.6 (4.2)	60.6 (1.8)
	対 照 群	Y・M	19	154.8	50.5	右18.0 左25.3	70.0	50.0	右 77.0 左 83.0	右30.0 左33.0	33.0
H・N		19	163.3	59.5	右36.1 左29.3	118.0	60.0	右119.0 左100.0	右45.0 左50.0	43.0	41.0
Y・O		19	163.3	56.5	右30.9 左34.0	79.0	68.0	右 89.0 左 97.0	右59.0 左46.0	41.0	46.0
C・K		19	163.7	59.0	右25.0 左22.7	84.0	68.0	右 89.0 左 93.0	右44.0 左45.0	42.0	46.0
H・T		19	158.5	51.0	右31.1 左28.3	93.0	64.0	右 70.0 左 65.0	右47.0 左39.0	43.0	44.0
平 均 値		160.7 (3.9)	55.3 (4.3)	右28.2 (6.9) 左27.9 (4.3)	88.8 (18.3)	62.0 (7.5)	右 88.8 (18.7) 左 87.6 (14.2)	右45.0 (10.3) 左42.6 (6.7)	40.4 (4.2)	41.8 (5.9)	

() 内は標準偏差

力に換える緩衝作用となり、また後半の振り上げはジャンプ高の増大に役立つと述べ、両腕の振込運動の重要性を示唆している。沈み込み動作の時実験群が対象群に比較し、後方への引きが大きかったことは、ジャンプ高の増大のため効果を示すものと考えられる。

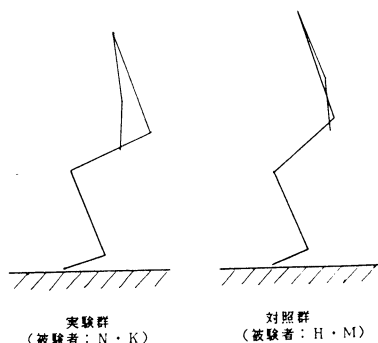


図1 ジャンプにおける実験群と対照群の比較

被験者が最も高く跳ぶ事が出来ると思われる、沈み込み角度でジャンプしたスパイク動作の軀幹角度を肩、腰、膝、足首の4部位を示してみると表2の通りである。実験群は対照群に比較し肩、腰の角度ではあまり差が認められないが、膝、足首と下肢の角度は実験群が大きく、特に足首は危険率5%で有意差が認められた。

表2 実験群と対照群のジャンプ時の沈み込み角度の比較

条件群	最も高く跳び易い沈み込み		
	実験群(度)	対照群(度)	有意差
部位			
肩	15.9 (8.9)	14.9 (12.1)	1.0
腰	103.1 (11.9)	106.0 (7.0)	-2.9
膝	106.5 (11.8)	99.1 (5.0)	7.4
足首	93.1 (5.0)	81.0 (9.1)	12.1 *

() 内は標準偏差
* : 危険率5%以下

猪飼³⁾らは、高く跳ぶための条件を規定する要因として、沈み込み時の軀幹角度が大きい影響力

を持つことを報告している。すなわち高くジャンプするには、適切な沈み込み角度を維持することが第一条件であり、その後、両腕の振込、腰と膝の伸展、さらに足首の蹴りによりジャンプするもので、最も大きい力を出しうる軀幹角度として、腰が約90度、膝が100度から110度、足首が80度から90度がその至適角度であると述べている。また橋原⁹⁾らは、金原⁹⁾らと同様に高いジャンプをするときの膝の屈曲度は70度から90度であることを報告している。

実験群および対象群とも先行研究で示された、高く跳ぶための条件とほぼ同様な至適角度の沈み込み角度でジャンプしているのが伺われる。

スパイク動作時の床反力で垂直方向分力と前後方向分力波型を分析し、体重当りの分力と踏切所要時間を比較したものが表3である。

表3 実験群と対照群のジャンプ高・踏切時間・地面反力および積分値

要素	条件群	最も高く	跳び易い	沈み込み
		実験群	対照群	有意差
垂直方向	ジャンプ高 cm	56.2 (4.0)	40.6 (6.2)	5.6
	踏切時間 sec	0.334 (0.03)	0.318 (0.04)	0.016
	地面反力 W kg／体重	3.96 (0.51)	3.73 (0.41)	0.23
前後方向	ジャンプ高 cm	56.2 (4.0)	40.6 (6.2)	5.6
	踏切時間 sec	0.316 (0.03)	0.296 (0.04)	0.02
	地面反力 W kg／体重	2.25 (0.69)	1.75 (0.49)	0.50
垂直方向 分力波型		8.77 (0.70)	7.56 (0.31)	1.21 **
前後方向 分力波型		4.23 (0.40)	2.16 (0.51)	2.07 **

() 内は標準偏差 ** : 危険率1%以下

ジャンプ高は実験群が56.2cmであるのに対して対照群は40.6cmと実験群が5.6cm高く

跳んでおり、また体重当たりの垂直・前後方向分力ならびに踏切所要時間が対照群に比較し、実験群がやや大きい傾向を示している。さらに垂直・前後方向の分力波型の積分値で比較してみると両方向とも危険率 1 % で実験群が大きいことが認められた。

石島²⁾らは、踏切時のステップの 3 つの型が速攻時のジャンプ力にどのような影響を及ぼすかを検討した結果、駆け上がり型（踏切 1 歩手前から低く入り重心を押し上げる方式）が最も良く、踏切時間は、0.33 秒から 0.35 秒、ジャンプ時の初速が 3.4 m/sec から 3.7 m/sec、最も深く沈み込んだ時の膝の屈曲角度が 105 度から 114 度であったと述べている。この事は、沈み込みの際の床反力なども重要な条件であることを示唆している。

垂直跳びおよびランニングジャンプが運動能力とどのような関連があるかを明らかにするため相関関係を調べてみた。その結果表 4 に示すように両ジャンプ高とも比較的高い相関が認められたのは握力と脚伸展力で、垂直跳びおよびランニングジャンプと握力の間に $r=0.656$ 、 $r=0.688$ と危険率 5 % 以下、また脚伸展力との間に $r=0.840$ 、 $r=0.845$ で危険率 1 % 以下で有意の相関が認められた。またランニングジャンプは背筋力との間にも $r=0.712$ で危険率 5 % 以下の有意相関が認められた。この事は、小栗⁴⁾らのが述べているように脚の伸展力がジャンプ力の大小に大きな影響力を有することを明らかにしている。

また石井¹⁾は、両足跳びの際の垂直方向の床反力を分析した結果、踏切所要時間の 60 % が沈み込みに、40 % が上昇のための伸展、すなわち蹴りの時間に使われていると言っている。さらにはジャンプ高を左右する身体各部の関与の比率は、両下肢による伸展が全体の約 75 % であることからジャンプ力強化に下肢伸展時の筋パワーが最も影響していると言っている。

表4 垂直跳の最高値、ランニングジャンプ最高値とテスト項目間の相関関係

テスト項目	垂 直 跳		ランニングジャンプ	
	相関係数	有意性	相関係数	有意性
握 力（左右平均）	0.656	*	0.688	*
背 筋 力	0.584		0.712	*
上 体 反 ら し	-0.014		0.203	
足首伸展力（左右平均）	0.437		0.456	
伸 脚 力（左右平均）	0.840	**	0.845	**

*：危険率 5 % 以下 **：危険率 1 % 以下

表5 ランニングジャンプの最高値と踏切所要時間及び垂直・前後方向分力波型の積分値の相関

条 件		最も高く跳び易い沈み込み	
要 素		相関係数	有意性
垂直方向分力	波型積分値/W	0.323	
	踏切所要時間	-0.001	
前後方向分力	波型積分値/W	0.750	*
	踏切所要時間	0.045	

*：危険率 5 % 以下

次にスパイク動作時のジャンプ高と床反力から得られた垂直・前後方向波型の踏切所要時間および積分値の相関は表 5 に示す通りである。これによると前後方向の積分値とジャンプ高の間に危険率 5 % 以下で有意差が認められ、助走のスピードが大きく、前後方向への脚の突っ張りの力が大きいほどよく跳んでいることが明らかとなった。

この事は、Cotts^{6,7)}がスパイク動作時のジャンプは助走の最後で重心を大きく落とさず、低い姿勢で床面に平行に助走し素早く床を蹴ることが重要であると言っていることと一致するものである。

結 論

バレーボールのジャンプにおいて高く跳ぶための要因を明らかにするためバレーボール大学女子選手 5 名と同大学一般女子 5 名の計 10 名を対象として、実験を行った。体格・運動能力測定のもの

ち Force Plate 上でおこなうスパイク動作における最も深く沈み込んだ時の軀幹角度および床反力の垂直・前後方向分力の測定を行った。

その結果は、次の通りである。

バレーボールのように助走して真上に高くジャンプする場合には、次のような条件がジャンプ力に影響を与える。

1) 膝の伸展パワーの大小がジャンプ高に大きく影響している。

2) 高いジャンプをするためには、助走の速度を生かし、踏切の際膝を中心とする腰、足首の伸展性筋収縮を利用することが大切な条件の一つである。助走の速度には絶えうる全身の伸展性筋収縮により、ジャンプに必要な至適角度を取りうることでより高いジャンプをするためには欠くことのできない条件である。

3) 高いジャンプをするためには、助走につれて次第に重心を深く沈み込み、最も深く沈み込んだ時に、腰を90度から100度、膝を90度から100度、足首を80度から90度に曲げて、すぐに反動的に垂直方向への蹴りの動作にはいることが必要である。

4) 体重当たりの垂直方向への分力が大きく、また垂直方向波型の積分値の大きい方が垂直方向への重心の上昇速度が大きくなり、より高いジャンプができる。

参 考 文 献

1) 石井喜八: バイオメカニクスからみたジャンプ強化トレーニング、p90~91、第一回日本バレーボールシンポジウム抄録集、日本バレーボール協会、1981年

2) 石島 繁・渋川 他: バレーボールのクイック・スパイクジャンプに関する研究、一踏切準備がクイック・スパイクジャンプの踏切に及ぼす影響一、p169~174、スポーツバイオメカニクスへの挑戦、日本バイオメカニクス学会編、杏林書院、1983年

3) 猪飼道夫・石河利寛: 近代トレーニング(スポーツ科学講座1)、p54~56、大修館書店、1965年

4) 小栗達也・三浦望慶他: 跳躍動作発現の過程分析、p140、14巻、5号、体育学研究、日本体育学会、1970年

5) 金原 勇・渋川 : 跳躍力を大きくする基礎的技術の研究(その3)、p3250、vol. 4、東京教育大学スポーツ研究所報、1966年

6) Cotts, K. D. : Some Biomechanical Features of National Team Players Spaike Jump, p71~73, Vol. 5, no. 3, Volleyball Technical Journal, Canadian Volleyball Association, 1980

7) Cotts, K. D. : Kinetic Differences of Two Volleyball Jumping Techniques, p57~59, Vol. 14, No. 1, Volleyball Technical Journal, Canadian Volleyball Association, 1982

8) Gomback R. : The Mechanics of Take off in High Jump, Biomechanics 2, Karger, Bosc, 1971

9) 橋原孝博・古藤高良他: 助走速度を利用したバレーボールオープンスパイクジャンプの踏切準備動作が踏切動作に及ぼす影響、p611、日本体育学会第31回大会号、1980年