

バスケットボールのディフェンス時における 有効な跳躍方法に関するバイオメカニクス研究

勝原 洋二、小田 伸午

The biomechanical study for the effective way of jumping in basketball defense

Yoji KATSUHARA and Shingo ODA

Abstract

The purpose of this study was to acquire biomechanical data related to the physical act of jumping to intercept a high pass in the game of basketball. Six male basketball players volunteered to take part in this study. They performed two types of vertical squat jumps (SJ), from the starting positions, with the hands up (upSJ) and hands down (downSJ), and two types of vertical countermovement jumps (CMJ), from the starting positions, with their hands up (upCMJ) and hands down (downCMJ). They performed each jump condition seventeen times initiated by reaction to visual stimulus as quickly and as high as possible. The height of the jump was lowest in the upSJ condition. The height of the jump in the downSJ condition was not significantly different from both the CMJ conditions. The total reach time (time from the onset of visual stimulus to the time when subjects reached their peak during a jump) in the SJ conditions were significantly shorter than the CMJ conditions. Time when subjects reached 10cm from dactylion height over their heads in the upSJ condition was the shortest, and the time in the downSJ condition was the second shortest. The results suggest that it is important to take squat conditions (“stay low”) when a basketball player is required to jump as quickly and high as possible.

I. 緒 言

動作を始めるときに反動動作（カウンタームーブメント）を行うことによって、パフォーマンスが向上することは広く知られたことである。例えば、ヒトは垂直跳びにおいて跳躍高を上げようと膝を少し曲げ重心を下げるカウンタームーブメントを行ってから跳躍する。これをカウンタームーブメント・ジャンプ（CMJ）という。対して、スクワットポジションからカウンタームーブメントを行わずに跳躍することをスクワット・

ジャンプ（SJ）という。CMJでは地面を蹴り始めるときの下肢三関節（足関節、膝関節、股関節）全ての関節モーメントが大きくなり、SJよりも多くの仕事が出るのでCMJはSJより高く跳ぶことができる（Bobbert & Casius, 1996）。また、カウンタームーブメントを行っている間に筋活動レベルを上げることが出来るので、CMJはSJよりも跳躍高が上がる（Bobbert et al., 2005）という報告もみられる。

腕を振ることで跳躍高が上がることもよく知られている。腕振りによって跳躍動作初期に生成されたエネ

ルギーは、離地時の腕の運動エネルギーと位置エネルギーを増加させ、下肢三関節（足関節、膝関節、股関節）周りの筋や腱で生成されたエネルギーを蓄えた後に放出し、肩関節で体幹に働く上向きの力を通じて体を引き上げるために使われる（Lees, 2004）。また、股関節や膝関節の伸展角度が床反力を発揮するのに適した状態にあるときに、前方から後方へ腕を振ると更に鉛直下方向に力を発揮することが出来る（Feltner et al., 1999; Harman et al., 1990）。一方、腕を振ることによって上肢のなした仕事よりはむしろ下肢のなした仕事が増加するため跳躍高があがる（Hara et al., 2006）という報告もある。

Harmanら（1990）は腕振りの有無とカウンタームーブメントの有無によって4種類の離地前後の重心の変位を比較した。その結果、腕振りありカウンタームーブメントなしのジャンプが、腕振りなしカウンタームーブメントありのジャンプに比べて、離地前の重心の変位と離地後の重心の変位の両方が大きくなった。すなわちカウンタームーブメントの効果と腕振りの効果を比較すると、腕振りの効果がカウンタームーブメントの効果よりも大きいと報告した。

以上のことを踏まえると、腕を振ってCMJを行うのが最も高く跳ぶことが出来、優れたジャンプのように思われる。しかし、陸上競技のような個人競技で、安定したパフォーマンスが要求されるクロズドスキルのスポーツとは異なり、バスケットボールなどの対人競技で、次の状況が予測できない状況で行われるオープンスキルのスポーツの実際場面では、味方や相手のプレーヤーの動きに応じて素早く適切に対処することが求められる（小堀かおる, 2004）。例えば、バスケットボールのパスカットやシュートチェックでは、一瞬のうちに勝負は決してしまうため、カウンタームーブメントを行えば時間がかかってしまい、相手の動きに反応出来ないことも想定される。そこでスクワット状態で構えておいて、相手の動きに応じてすばやく跳躍することが要求される。

一方、オープンスキルのスポーツの実際場面では素早く手を挙げるために、腕を振らずに最短距離で手を挙げるように跳躍しなければならないこともある。そういった時に、選手はあらかじめ手を挙げておくか、

もしくは初めは手を下げていても腕を前方には振らずに手を挙げるように努める。

これらのことからバスケットボールなどのオープンスキルを要求されるスポーツの実際場面では、ただ高く跳べばよいというものではなく、相手の動きに反応してから早くかつ高く跳ぶことが望まれ、腕を前方に大きく振らないことが多い。ところが、これまでの研究では跳躍高にのみ焦点が当てられており、反応してから早くかつ高く跳ぶという課題について研究されたものはない。さらに腕振りの有無に関する研究は多くあるが、手を挙げた状態での跳躍と手を下げた状態から腕を振らずに挙げる跳躍を比較した研究はなされていない。

そこで本研究ではバスケットボール選手を対象にして、1) 手を挙げた状態からスクワット・ジャンプ、2) 手を挙げた状態からカウンタームーブメント・ジャンプ、3) 手を下げた状態から腕を振らずに体幹に沿うように挙げるスクワット・ジャンプ、4) 手を下げた状態から腕を振らずに体幹に沿うように挙げるカウンタームーブメント・ジャンプの4種類のジャンプを行わせ、高さおよび早さの2つの変数を分析することにより、バスケットボールのディフェンスにおいて、頭上に放たれたパスをインターセプトするための跳躍方法のコーチングの基礎資料を得ることを研究の目的とした。

II. 方法

1. 被験者

被験者は6名のバスケットボールを活発に行っている男子学生（バスケットボール歴は 9.2 ± 1.7 年（平均 \pm 標準誤差））とした。被験者の年齢は 21.7 ± 2.1 歳、身長は 176.5 ± 6.5 cm、体重は 66.7 ± 7.9 kgであった。被験者に対して研究の目的は教示しなかったが、実験の内容を説明し参加に対する承諾を得た。

2. ジャンプの条件及び実験手順

事前に練習日を設け、各被験者が下記4条件のジャンプに十分に慣れるまで練習を行った。

実験当日、被験者は十分なウォーミングアップを行った後、以下に示す4条件のジャンプを再び十分に

練習した。その後、被験者に「バスケットボールでディフェンスをしている状況を想定してください。1m前方にある壁はオフenseです。オフenseがあなたの頭上にパスを出そうとします。そうあなたが判断したものをLEDの点灯だと思ってください。LEDが点灯すれば、そのパスをカットするように出来るだけ早くかつ出来るだけ高く真上にジャンプしてください。」と教示した。

実験前に各被験者にSJを行う際の初期姿勢を取らせ、大転子、大腿骨外側上顆、腓骨外果に貼り付けられたマーカーのテレビモニター上に映った初期位置をトレーシングペーパー上にペンで書き記し、SJを行うときの膝関節角度が一定（被験者1：105°、被験者2：108°、被験者3：108°、被験者4：87°、被験者5：91°、被験者6：105°）になるように被験者に指示した。CMJ

を行うときには各関節角度に関しては統制をとらず、膝関節角度を算出した。

本実験では、以下の4条件で、指先を最高点に到達させるジャンプを行った（図1）。

- 1) ハンズアップ、スクワット・ジャンプ (upSJ) : 足を肩幅よりも少し大きめに開き、膝関節を上記の角度に屈曲し、出来るだけ体幹を支持面と鉛直に保ち、上腕を側方挙上(150度外転)し、初期姿勢をとった。その姿勢から反動を使わずに真上に跳躍する。
- 2) ハンズダウン、スクワット・ジャンプ (downSJ) : 足を肩幅よりも少し大きめに開き、膝関節を上記の角度に屈曲し、出来るだけ体幹を支持面と鉛直に保ち、手を大腿部中央に軽く当てて初期姿勢をとった。その状態から反動を使わずに真上に跳躍し、腕を振らずに体幹に沿うように挙げる。

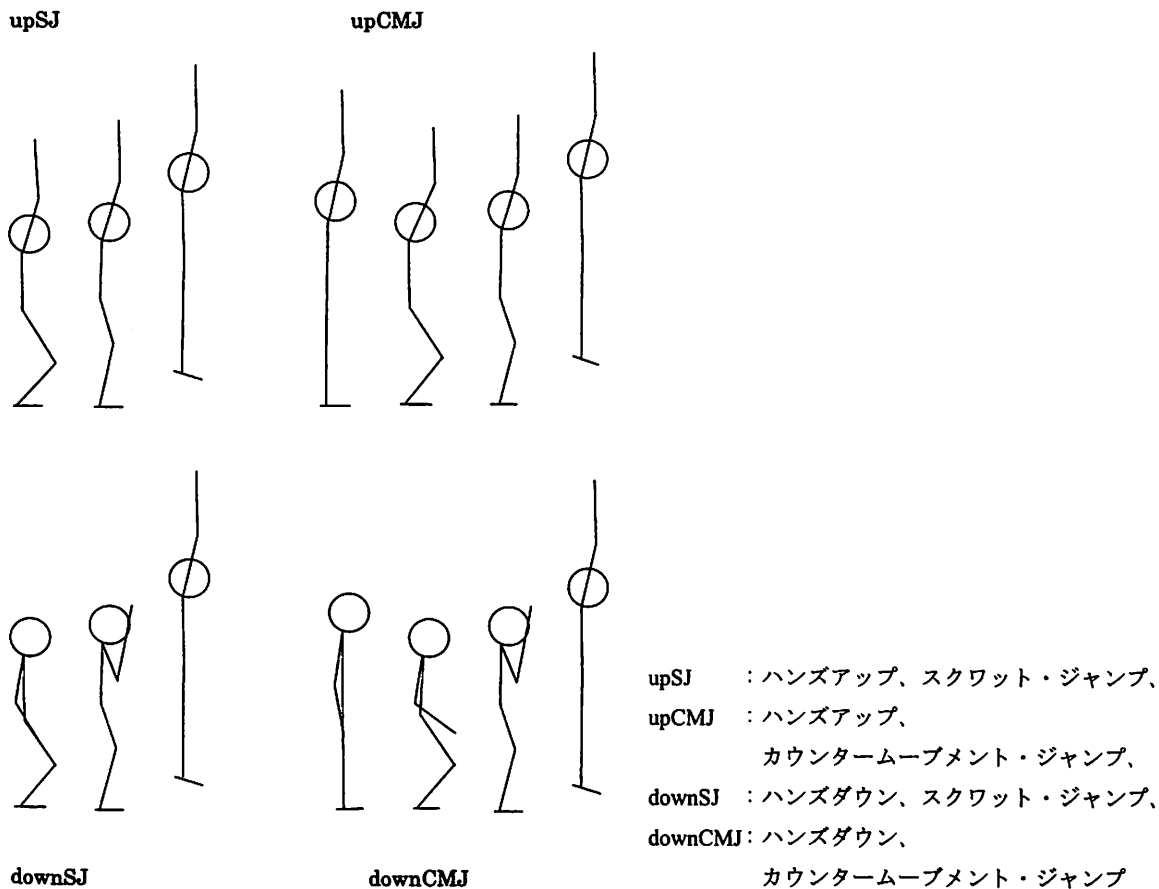


図1 各条件のジャンプ方法

- 3) ハンズアップ、カウンタームーブメント・ジャンプ (upCMJ) : 足を肩幅よりも少し大きめに開き直し、上腕を側方挙上 (150度外転) し、初期姿勢をとった。その状態から反動を用いて真上に跳躍する。
- 4) ハンズダウン、カウンタームーブメント・ジャンプ (downCMJ) : 足を肩幅よりも少し大きめに開き直し、手を大腿部中央に軽く当てて初期姿勢をとった。その状態から反動を用いて真上に跳躍し、腕を振らずに体幹に沿うように挙げる。

なお、ハンズダウン条件では、腕を振らずに体幹に沿って挙げさせたが、それは通常バスケットボール選手がディフェンス時に行う腕の動作と同様であった。

被験者はバスケットボールシューズを履き、1台のフォースプレート上 (AMTI社製 OR6-7-2000) で上記4条件のジャンプの初期姿勢で静止して構えた。1m前方の壁に立位時の顎の高さに設置されたLED (視覚刺激) の点灯をみて (タイミングはランダム)、出来るだけ早くかつ出来るだけ高く垂直跳びを行った。それを1試行とし、条件の順序はランダムに17試行行うものを1セットとし、計4セット、合計68試行行った。なお、セットごとに十分な休憩を取り、それぞれの条件のジャンプが17試行ずつになるように順序を定めた。

疲労状況をみるため各セットの最初と最後に被験者は早さを求められない最大努力の垂直跳びを1試行ずつ計8試行行った。

3. データの分析

床反力の垂直成分および矢状面成分のサンプリング

周波数 1000Hz の時系列データを得た。得られた床反力データを 30Hz でバターワースローパスフィルターをかけ平滑化し、処理後のデータを垂直床反力 $F_z(t)$ 、矢状面の床反力 $F_y(t)$ として用いた。 $F_z(t)$ が体重 $\pm 4\%$ あるいは $F_y(t)$ が体重の 3% を超えた時を動き出し (onset) として定め、LED が点灯してから onset までの反応時間 (RT) を算出した (図2)。また、LED が点灯してから体重の 4% 以下になる点を離地 (takeoff) とし、onset から takeoff までにかかった時間を動作時間 (MT) として算出した (図2)。重心が takeoff 後は放物運動をするものとして、静止立位時から takeoff 後の重心の最大変位を算出した。

被験者の右手第3指末節骨、大転子、大腿骨外側上顆の表皮に直接反射マーカを貼り、腓骨外果、右足第5中節骨の存在部位にはバスケットボールシューズの上から反射マーカを貼った。サンプリング周波数を 125Hz に設定した高速度カメラ (NAC社製 HSV-500c³) を用いて被験者のジャンプ動作を右遠方より撮影した。ビデオ動作解析システム (DKH社製 FrameDIAS II) を用いてデジタイズされた座標に 10Hz のローパスフィルターをかけ平滑化した後、再び 7Hz でバターワースローパスフィルターをかけて平滑化した。第3指末節骨のマーカの座標が最高点に到達したとき、その高さから上肢挙上指先端高 (指高) を引いた跳躍高を算出した。また、LED が点灯してから最高到達点に指先が到達するまでの時間 (total reach time (TRT))、上肢挙上指先端高から初めて 10cm 高くなったときの LED 点灯からの時間 (Finger time (FT)) を算出した。通常 1m 前方にいるオフenseが

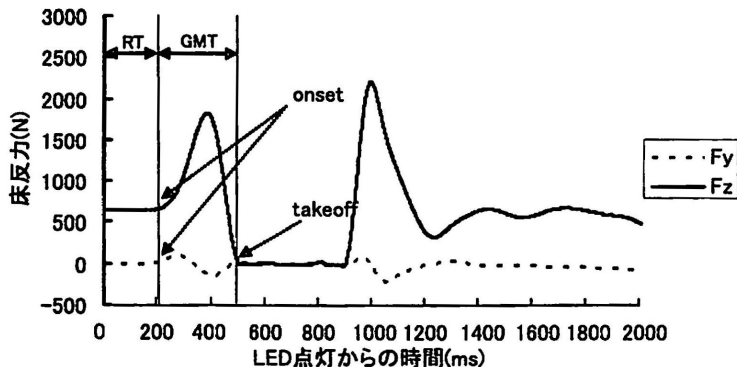


図2 upSJの床反力の典型例

出したパスをカットするためには、ディフェンスの選手は最大努力で跳躍することが予想される。最大努力で跳躍すれば、低いパスにも対応できるからである。そこで、指先よりも少し上方に出された低めのパスをカットするという状況を想定し、FT をその状況におけるパフォーマンスの指標とした。

なお床反力計から得られたデータと高速度カメラから得られたデータは LED 点灯のデータをもとに同期化した。

RT が 350ms を超えたもの (12 試行) はミス試行として、システムの都合上処理出来ないもの (7 試行) とともに省いた計 389 試行について以下の分析を行った。

4. 統計検定

条件間の統計検定には各項目の被験者内の条件ごとに平均した値を用い、繰り返しのある 1 元配置の分散分析を行った。さらに条件間の各項目の関係を調べるために Pearson の積率相関係数を算出した。なお球面性を仮定出来ないものに関しては Greenhouse-Geisser を用いて有意確率を修正した。有意水準はいずれも

5%とした。

被験者内・条件内の各測定項目間の関係を調べるために、Pearson の積率相関係数を算出した。それら被験者ごとの積率相関係数をフィッシャーの Z 変換によって Z 値に変換し、自由度 $n - 3$ で重み付けした Z 値の平均を算出し、再び平均相関に逆変換することで被験者内・試行内の各測定項目間の相関係数の平均値 (\bar{r}) を算出した。

III. 結果

1. 最大垂直跳び

早さを求めない最大努力で計 8 試行跳躍した結果、跳躍高は $49.9 \pm 6.5\text{cm}$ (平均 \pm 標準偏差) であった。対応のある t 検定を行ったところ、セット後の跳躍高がセット前に比較して有意に低下した被験者はおらず、全被験者疲労はなかったものといえる。

2. 条件間のパフォーマンスの違い

被験者 1 名の全 68 試行の LED 点灯からの時間 (横軸) と最高到達点に達するまでの指先の高さの時系列

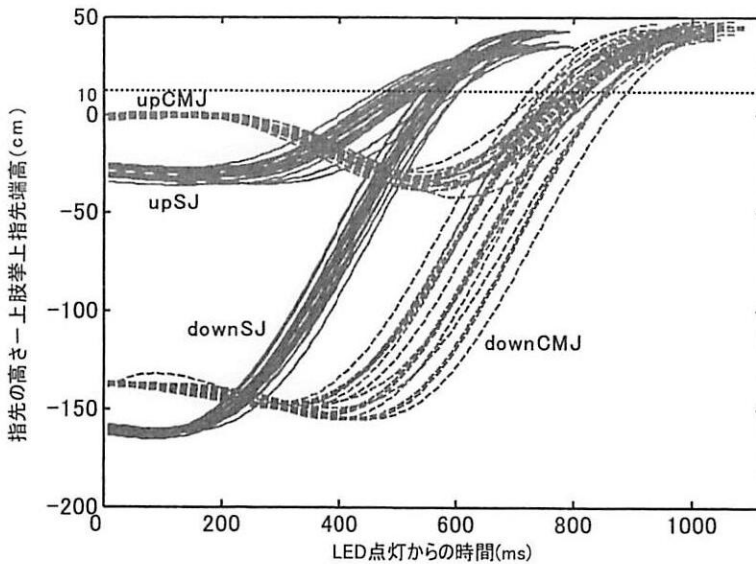


図 3 1 被験者の全 68 試行の LED 点灯からの指先の高さの時系列変化

upCMJ : ハンズアップ、カウンタームーブメント・ジャンプ、upSJ : ハンズアップ、スクワット・ジャンプ、downSJ : ハンズダウン、スクワット・ジャンプ、downCMJ : ハンズダウン、カウンタームーブメント・ジャンプ

表1 4条件における跳躍高と時間のパラメータ

	Condition			
	upSJ	downSJ	upCMJ	downCMJ
Jump height(cm)	31.8±6.9 ^(2,3,4)	41.9±5.3 ⁽¹⁾	40.3±4.9 ^(1,4)	46.3±3.7 ^(1,2)
RT(ms)	235±37	240±37	229±25	230±23
MT(ms)	317±30 ^(3,4)	363±51 ^(3,4)	559±17 ^(1,2)	564±57 ^(1,2)
FT(ms)	562±41 ^(2,3,4)	640±69 ^(1,3,4)	806±39 ^(1,2)	826±75 ^(1,2)
TRT(ms)	766±32 ^(3,4)	823±70 ^(3,4)	1037±26 ^(1,2)	1031±76 ^(1,2)

注：括弧内の1はupSJと、2はdownSJと、3はupCMJと、4はdownCMJとの間にそれぞれ有意な差があったことを示す。

注：RTはLEDの点灯から動き出しまでの時間、MTは動き出しから離地までの時間、FTはLEDの点灯から上肢挙上指先端高より10cm上方に達するまでの時間、TRTはLEDの点灯から最高到達点に達するまでの時間を示す。

変化を図3に記した。縦軸の0は上肢挙上指先端高である。upCMJにおいてLED点灯時は、指先は約0(cm)であり、そこからカウンタームーブメントを行うために下がり、最下点を迎えそこから上方へと移動する。upSJでは初期には膝関節を屈曲しているため、LED点灯時は約-30(cm)を示している。そこからカウンタームーブメントを行わずに跳躍するので、そのまま上方へ向かう。downCMJにおいてLED点灯時は、立位で手を大腿前面に当てているためLED点灯時は約-130(cm)である。そこからカウンタームーブメントを行うため一度下がり、上方へと移動する。downSJの初期姿勢は膝関節を屈曲し手を大腿前面に当てているので、LED点灯時は約-170(cm)から始まりカウンタームーブメントを行わずに上方へ移動する。

画像から算出された跳躍高と床反力から算出された離地後の重心の最大変位の間には非常に強い相関関係がみられた($r = .893, p < .01$)ので、跳躍高として画像から算出された値を用いることとした。また、初期の膝関節の角度においてupSJとdownSJの間に有意な差は認められず($F(1,5) = 1.916, p = .225$)、SJにおいては初期の膝関節角度の統制が取れていたといえる。

跳躍高において条件に有意な主効果がみられ($F(3,15) = 26.516, p < .01$)、upCMJはupSJ($p < .01$)に比較して、downSJはupSJ($p < .01$)に比較して、downCMJはupSJ($p < .01$)およびupCMJ($p = .013$)に比較して、それぞれ有意に高い値を示した。downSJは2つのCMJ条件と比べて跳躍高に有意な差は認められなかった(表1)。downSJはupSJに比べて、

downCMJはupCMJに比べて、それぞれ跳躍高が大きな値を示したことから、腕を振らずに体幹に沿うように下から挙げることによって跳躍高が上がる事が明らかとなった。

RTにおいては条件に有意な主効果はみられず($F(1.157, 5.784) = 0.501, p = .637$) (表1)、反応時間は条件間で有意な差はみられないことがわかった。

MTは条件に有意な主効果がみられ($F(3,15) = 51.572, p < .01$)、upSJはupCMJ($p < .01$)およびdownCMJ($p < .01$)に比較して、downSJはupCMJ($p < .01$)およびdownCMJ($p < .01$)に比較して、それぞれ有意に小さな値を示した(表1)。初期の手の位置を問わず、SJはCMJよりもMTが短いことが確認された。

FTにおいて条件に有意な主効果がみられ($F(3,15) = 58.114, p < .01$)、upSJは他のどの条件に比較しても(upCMJ: $p < .01$, downSJ: $p = .023$, downCMJ: $p < .01$)有意に小さく、downSJはupCMJ($p < .01$)およびdownCMJ($p < .01$)に比較して有意に小さな値を示した(表1)。

TRTにおいて条件に有意な主効果がみられた($F(3,15) = 58.371, p < .01$)。upSJはupCMJ($p < .01$)およびdownCMJ($p < .01$)に比較して、downSJはupCMJ($p < .01$)およびdownCMJ($p < .01$)に比較して、それぞれ有意に小さな値を示した。upSJとdownSJの間には有意な差はみられなかった(表1)。

3. 被験者内・条件内の各項目の関係

RTとFTおよびTRTの間には多くの被験者におい

表2 RTおよびMTとパフォーマンス指標（跳躍高、FT、TRT）との相関の平均（ア）

Performance		Condition			
		upSJ	downSJ	upCMJ	downCMJ
RT	Jump height	0.32 (0)	-0.02 (0)	-0.11 (0)	0.13 (0)
	FT	0.83 (6)	0.86 (6)	0.54 (4)	0.57 (4)
	TRT	0.76 (6)	0.84 (6)	0.51 (3)	0.52 (3)
MT	Jump height	0.16 (0)	0.21 (0)	0.69 (5)	0.61 (4)
	FT	0.66 (4)	0.70 (4)	0.87 (6)	0.81 (5)
	TRT	0.60 (3)	0.66 (5)	0.82 (6)	0.82 (5)

注：括弧内の数字は被験者6名中有意な相関関係があった被験者の数を示す。

注：RTはLEDの点灯から動き出しまでの時間、MTは動き出しから離地までの時間、FTはLEDの点灯から上肢挙上指先端高より10cm上方に達するまでの時間、TRTはLEDの点灯から最高到達点に達するまでの時間を示す。

表3 CMJにおける膝関節角度の最小値とパフォーマンス指標との相関の平均（ア）

Performance		Condition	
		upCMJ	downCMJ
minimum knee angle	Jump height	-0.80 (5)	-0.74 (4)
	FT	-0.78 (6)	-0.70 (5)
	TRT	-0.76 (6)	-0.75 (5)

注：括弧内の数字は被験者6名中有意な相関関係があった被験者の数を示す。

注：FTはLEDの点灯から上肢挙上指先端高より10cm上方に達するまでの時間、TRTはLEDの点灯から最高到達点に達するまでの時間を示す。

て有意な相関関係がみられた（表2）。

MTと跳躍高の間にはupCMJでは6名中5名でdownCMJでは6名中4名で有意な相関関係が認められた。また、MTとFTおよびTRTとの間には、多くの被験者において有意な相関関係が認められた（表2）。

CMJにおいて、膝関節角度の最小値と跳躍高（upCMJ:6名中5名、downCMJ:6名中4名）およびFT（upCMJ:6名中6名、downCMJ:6名中5名）、TRT（upCMJ:6名中6名、downCMJ:6名中5名）の間には有意な負の相関関係がみられた（表3）。すなわち、膝関節を深く屈曲すると跳躍高が大きな値を示し、FTおよびTRTは長くなることが明らかとなった。

IV. 考察

1. 条件間のパフォーマンスの違い

SJはCMJに比較してTRTが短いことがわかった。

TRTはRT、MTおよびtakeoffから最高点に到達するまでの時間で構成される。そのうちRTにおいては条件間に有意な差は認められなかったが、MTは初期の手の位置を問わずSJはCMJに比べて200ms以上も短いことがわかった（表1）。また、条件間ではRTとTRTの間に相関関係はみられず（ $F = .104, p = .629$ ）、MTとTRTの間には非常に強い相関関係が認められた（ $F = .977, p < .01$ ）。したがって、SJのTRTがCMJと比較してTRTが短い値を示したのは、MTが短縮されたことによることが明らかとなった。

出来るだけ高く跳ぶことを被験者に要求したHarmanら（1990）の研究では、MTはSJでは約500ms、CMJでは約800msを要したと報告されている。出来るだけ早くかつ高く跳ぶことを被験者に要求した本研究の被験者の平均MTはupSJが 317 ± 30 ms、downSJが 363 ± 51 ms、upCMJが 559 ± 17 ms、downCMJが 564 ± 57 msであり（表1）、HarmanらのMTの値と比較して短かっ

た。このことより、単純反応課題において出来るだけ早く跳ぼうとするとき、SJおよびCMJいずれの場合もMTを短くすることでTRTを短くしていることがわかった。

FTはupSJが最も短く、続いてdownSJが短くなった。upCMJとdownCMJの間には有意な差はなく、いずれもupSJおよびdownSJに比べて有意に長いことがわかった。図3をみるとSJにおいては上肢挙上指先端高の10cm上方に到達する時間はupSJの方が早い。一方、2つのCMJ条件間の比較において、downCMJ条件の指先の高さは上肢挙上指先端高の10cm上方に到達するより早い段階で、upCMJ条件の指先の高さに追いついていることがわかる。このように初期の手の位置によってSJとCMJの間には傾向の違いはあるものの、SJがCMJに比べてFTが短いことを確認した。

upSJとdownSJを比較すると跳躍高ではdownSJの方が大きな値を示した。一方、FTはupSJがdownSJに比べて有意に短く、TRTでは有意な差はみられなかった。したがって、upSJは上肢挙上指先端高付近に放たれたパスカットをするには有利であるが、それより高い位置へのパスをカットするにはdownSJの方が有利であるといえる。また、downSJはupCMJやdownCMJと比較してFTおよびTRTがともに短く、さらに跳躍高では有意に大きい値を示した。すなわち、downSJはupCMJおよびdownCMJと同程度の高さまで早く到達できることがわかった。よって、downSJはupCMJおよびdownCMJに比べて、上方に放たれたパスをカットするには優れているといえる。以上をまとめると、上肢挙上指先端高付近のパスに対してはupSJを、それよりも高い地点へのパスにはdownSJを行うことによってパスカット出来る可能性が高くなることがわかった。いずれにせよ、スクワット状態(ステイロー)で構えておくことが、早くかつ高く跳ぶことが求められるときには重要であると考えられる。

ハンズアップを行うことはボールに対してプレッシャーをかけることが出来る(日本バスケットボール協会, 2003)というプラス面がある。一方で、ハンズアップ状態から跳躍することはハンズダウン状態から跳躍することに比べて跳躍高が低くなるというマイナス面もあることがわかった。バスケットボールの指

導現場において、こうしたハンズアップの長所および短所の両方を考慮した指導がなされることが望まれる。

2. 被験者内・条件内の各項目の関係

被験者内・条件内では、RTおよびMTとFTおよびTRTの間にはそれぞれ正の相関関係がみられたことにより、RTおよびMTを早めることは、より早い跳躍を可能にすることが分かった。実際のスポーツの場面において、FTおよびTRTをさらに短くすることはパフォーマンスレベルを上げる上で非常に有効である。そのためには、相手の動きのタイミングや方向などを予測することでRTを短くすること、及びジャンプという複雑な動きを、練習を繰り返すことによって無意識化する(篠原稔, 2004)ことでMTをさらに短くすることをトレーニングすることが有効であると示唆される。

CMJにおいて膝関節の最大屈曲時の膝関節角度には試行ごとにバラつきがみられた。その範囲内で、膝関節が深く屈曲しているほど跳躍高が高く、TRTが長かった。つまりCMJを行うときは、膝関節を深く屈曲することで跳躍高を上げることは可能であるが、それによって最高到達点までにかかる時間が長くなることがわかった。跳躍の高さか、ある高さへの到達の早さか、どちらが求められているかを適切に判断し、膝関節の屈み込みの深さを調節することが重要であるものと考えられる。

本研究の結果から頭上に放たれたパスをカットするにはスクワット・ジャンプを行える状態で構えておくことが重要であることがわかった。また、カウンタームーブメント・ジャンプを行うのであれば、早さか高さかどちらが求められているかによって膝関節の屈曲の程度を調節する必要があることが明らかとなった。

V. 参考文献

- 1) Bobbert, M. F., & L. J. R. Casius. (1996) Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med. Sci. Sports Exerc.*, 28: 1402 - 1412.
- 2) Bobbert, M. F. et al. (2005) Is the effect of a

- countermovement on jump height due to active state development? *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37: 440 – 446.
- 3) Feltner, M.E. (1999) Upper extremity augmentation of lower extremity kinetics during countermovement vertical jumps, *Journal of Sports Science.*, 17: 449 – 466.
- 4) Hara M. et al. (2006) [in press] The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping. *J. Biomech.*
- 5) Harman, E. A. et al. (1990) The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22: 825 – 833.
- 6) 小堀 かおる (2004) 教養としてのスポーツ・身体運動 東京大学出版会 pp.126 – 129.
- 7) 篠原 稔 (2004) 教養としてのスポーツ・身体運動 東京大学出版会 pp.130 – 133.
- 8) Lees A. et al. (2004) Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *J. Biomech* 37: 1929 – 1940.
- 9) 日本バスケットボール協会編. バスケットボール指導教本 大修館書店 2003.

(2006年5月11日受付、2006年7月10日受理)