

# バスケットボールのワンハンドショットに関するバイオメカニクスの分析 — 大学女子バスケットボール選手の習熟について —

市 谷 浩一郎\*

## A Biomechanical Analysis of the One-hand Shot in Basketball — On the Skill Learning of Female University Basketball Players —

Koichiro ICHITANI\*

Keywords: Basketball, One-hand Shot, Three-dimensional motion analysis, Electromyographic analysis  
キーワード：バスケットボール，ワンハンドショット，3次元動作分析，筋電図解析

### Abstract

The purpose of this study was to examine the skill characteristics of one-hand shot from female players in basketball. The learning process of one-hand shot motion by female university basketball players were investigated in terms of three-dimensional motion analysis using high-speed cameras and electromyographic (EMG) analysis using EMG measurement system.

The main results were as follows :

1. The characteristics of the one-hand shot motion in pre-practice were the low ball set-position and the ball release motion was induced by the shoulder flexion. On the other hand, the characteristics of the one-hand shot motion in post-practice were the high ball set-position and the ball release motion was induced by the elbow extension.
2. Marked discharge of the extensor carpi radialis brevis and deltoideus posterior portion were observed in the post-practice. These discharge and activity levels were suggested for the fixation of shoulder joint and wrist joint. The discharge patterns in the post-practice resembled the discharge of the one-hand shot by male players.
3. The skill elements that compose the shot were setup motion and release motion. The learning point to acquisition of the setup motion at before the ball release is fixation of the wrist joint. The learning points to acquisition of the release motion from high ball set-position is fixation of the shoulder joint.

From above result, It was suggested that female players are possible to acquire the one-hand shot. The release motion at upper limb is the most important activities which determine the skillfulness of performance including the one-hand shot motion. However, in the long shot-distance, it was supposed that transfer by increase of the kinetic energy at lower limb will be required to the performance of the one-hand shot motion.

---

\* 大阪電気通信大学 (Osaka Electro-Communication University)

## 1. 緒言

攻防相乱型の競技をはじめ対人型のスポーツにおいて、個々の選手は瞬時に周りの状況を的確に判断し動作を行うことが要求される。得点を競うバスケットボールにおいても状況判断から動作が重要となるが、多くの動作のうち攻撃の最終局面として行うショット動作は極めて重要であり、ショット動作の技術が勝敗を決定づける要因のひとつといえる。

種々のショット動作の中で競技特性からみて利点が多く、動作様式からみても有利に働くものとしてワンハンドショットがある。このワンハンドショットはボールを保持する位置が高いため、ショットをブロックされにくいという利点があるが、バスケットボール特有の投げ方であるため習得するのに多くの時間を費やすものである。

このワンハンドショットは下肢の伸展で得られた運動エネルギーを躯幹に伝達し、上肢による押し動作でボールコントロールを行っており、上肢の使い方がこの運動の巧拙を決定づけるものである。石黒ら<sup>4)</sup>はワンハンドショット動作における上肢の動きに着目し、ショット成功率の高い者と低い者の動きの違いを明確化し、ショット動作の安定性を高める要因となる上肢の動きについて報告しており、上位群に比べ下位群はリリース時に上肢を急激に上方へ移動させ、リリース時に肘関節の水平内転により3次元的に上肢の動きを調整しており、ショットの正確性が低いことを指摘している。また、陸川ら<sup>11)</sup>は大学バスケットボール選手を対象にして、フリースロー・ショット動作の技能評価から、熟練者群は非熟練者群と比べて下肢および上肢の関節運動における順次性が優れており、下肢の股関節→膝関節→足関節、上肢の肩関節→肘関節→手関節という順次性が重要であることを報告している。しかしながら、これらの報告の多くはワンハンドショットを習得している男子による技術的差異の比較が中心となっており、女子のワンハンドショットを対象とした動作または筋の作用機序の面からの技術や習熟過程における解析などの報告は少ない。

女子選手においては、ワンハンドショットを用いる選手が多くなってきているものの、ツーハンドショットを用いる選手も多い現状であり、特にショット距離が長くなるにつれてワンハンドショットを用いる選手が減少する傾向である。坂井ら<sup>12)</sup>は女子の3ポイントショットの多くは男子と異なり、完全なワンハンドショットではなくボースハンドショットで動作が行われていることを報告している。このことは女子選手がワンハンドショットを習得するにあたってワンハンドショットの技術特性が習得を困難にしている要因のひとつであると考えられる。特に2011年度よりバスケットボール競技規則<sup>7)</sup>が改定され、3ポイントラインが6.75mと従来の3ポイントラインと比べて50cm拡張されたことにより、長距離における女子選手のワンハンドショットの習得がより困難になっているといえる。そのような観点から、女子におけるワンハンドショットの明確な指導を行うためには、ワンハンドショットの習熟過程を明確にし、その中から技術的要素を明らかにし、得られた知見を加味した指導法がなされることが望ましいと考えられる。

そこで、本研究では女子選手においてワンハンドショットの習得を困難にさせている要因に明らかにするため、男子を対象とした先行研究の報告をもとに指導法を作成し、女子選手に対して実際に指導を行い、ワンハンドショットの習熟過程を解析し、女子におけるワンハンドショット指導に際しての基礎的資料を得ることを目的とした。

## 2. 方法

女子におけるワンハンドショットの習熟過程を検討するため被験者4名に対して、先行研究の知見<sup>2)3)4)11)</sup>をもとに作成したワンハンドショットの習得練習を3ヶ月の期間において練習させた。その練習期間における練習開始時期を練習前 (Pre) とし、練習終了時期を練習後 (Post) として、PreならびにPostにおいて全被験者にフリースローラインよりワンハンドショットを行わせた。この間、ハイスピードカメラ2台を用いての動作映像記録ならびにEMG計測システムを用いて双極皮膚表面誘導法による筋電図記録を行った。これらの記録されたデータをもとにDLT法によって算出された座標値の3次元分析ならびに筋の活動電位変化の定性的・定量的解析を行った。

### 2.1 実験方法・実験期間

実験として、被験者4名に対して、エンドラインから5.8m離れた地点 (フリースローライン) から女子の公式6号球を用いてショット動作を正規の高さ (3.05m) のバスケットリングに向けて、ワンハンドで10投入るまでショットを行わせた。なお、動作の規定としては助走やジャンプは使わず、リリースまでの時間を規制せず、全てのショット位置をフリースローラインに合わせ、胸元でボールをセットした状態からのショットを行わせた。

実験期間としては、ワンハンドショットの習得練習を3ヶ月の期間において実施させ、その練習期間における練習開始時期を練習前 (Pre) とし、練習終了時期を練習後 (Post) として、PreならびにPostにおいて上記に記した方法により実験を行った。

### 2.2 被験者

被験者は表1に示すように、O大学体育会女子バスケットボール部に所属し、ツーハンドショット動作のみ習得している選手 (O.S., H.M., A.A., S.M.) の計成人女子4名を選んだ。尚、本研究ではワンハンドショット動作の習熟を検討するため、選手のポジションは限定せずに経験者を選んだ。

表1. 被験者

被験者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	競技歴(年)	備考
O.S.	22	164	60	10	
H.M.	21	153	45	12	国体出場
A.A.	20	160	52	11	I H出場
S.M.	20	169	58	11	I H出場

### 2.3 記録方法

#### (1) 動作映像記録

ワンハンドショットの動作を鮮明な静止画像として観察するため、ハイスピードカメラ (CASIO製EX-FH25) をフィルムスピード240fpsに設定し、被験者の前面としてフリースローラ

インよりエンドラインへ向かって7.0mの地点と被験者の側面としてフリースローライン中心よりサイドラインへ向かって7.0mの地点に配置し、2台のハイスピードカメラをLEDシンクロナイザ（DKH製PTS-166）の発光により同期させ撮影を行った。なお座標軸は左右方向をX方向、前後方向をY方向、上下方向をZ方向と定義した。（図1参照）

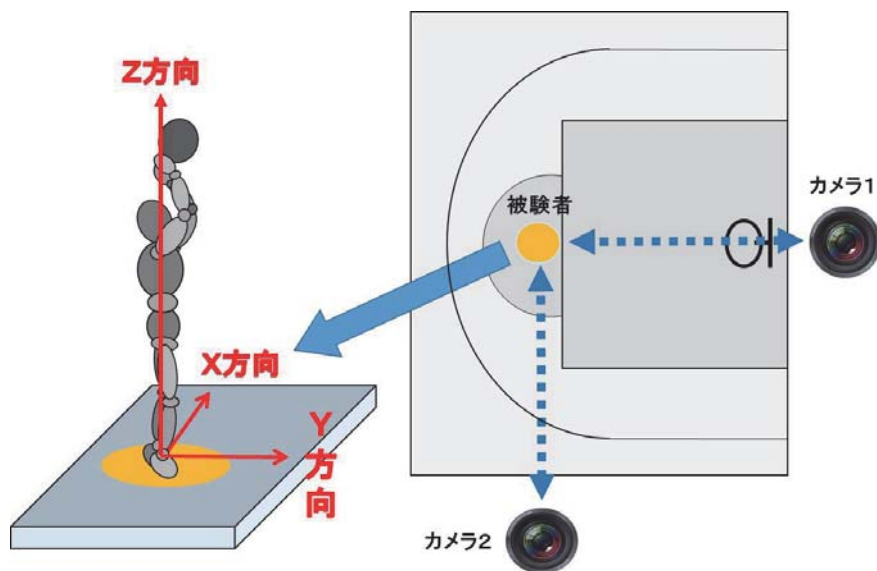


図1. カメラ配置と座標軸

## (2) 筋電図記録

被験者に電極パッドを各被験筋に装着し、EMG計測システム（DKH製CSW-52A）を用いて通常の双極皮膚表面誘導法により記録した。なお、被験筋は、上肢の基本動作に関する筋電図解析結果<sup>9)10)</sup>、上肢筋群の制御機構に関する筋電図解析結果<sup>3)15)</sup>ならびに投げる・打つ等の上肢の運動を伴うスポーツの筋電図解析結果<sup>8)13)16)</sup>より下記の8筋を選択した。



図2. 被験筋

## 2.4 データ処理

### (1) 動作分析

撮影された映像処理は、各カメラより得られたVTR画像を動作分析ソフト（DKH製Frame-DIASIV）により身体分析点およびボール中心点をデジタイズし、3次元DLT法を用いて計測点の座標を数値化し、ボール変位および投球腕の肘関節・肩関節における角度の算出を行った。なお、3次元座標の算出にあたっては左右方向をX方向、前後方向をY方向、上下方向をZ方向とした。得られた3次元座標値は、計測点毎にWells and Winter<sup>14)</sup>の方法によって最適遮断数を決定し（6Hz）、Butterworth digital filterにより平滑化した。身体分析点は頭頂・耳珠点・胸骨上縁・右肩・右肘・右手首・右手先・左肩・左肘・左手首・左手先・右大転子・右膝・右足首・右踵・右拇指球・右爪先・左大転子・左膝・左足首・左踵・左拇指球・左爪先の23点であり、手首・肘を結ぶ線分と肘・肩を結ぶ線分がなす角度を肘関節とし、肘・肩を結ぶ線分と肩・大転子を結ぶ線分がなす角度を肩関節とした。

なお、分析を進めるにあたって、一連のワンハンドショット動作に対して膝関節伸展開始（pose1）、リリース（pose2）、フォロースルー終了（pose3）の各局面を設定し、pose1からpose3までの局面を分析区間とした。

### (2) 筋電図解析

筋活動電位変化の処理方法として、パフォーマンス発揮の技術要素について筋の作用機序の面より筋電図を定性的ならびに定量的解析処理を行った。定性的処理としては、記録された筋活動電位変化、測定時間をTRIAS・EMG計測システム（DKH製 CSW-52A）を用いて、デジタル信号に変換してパーソナルコンピュータに入力し各々の電位変化を計算させ定性的な波形として描写させた。定量的処理としては、定性的解析結果よりリリース動作時のパフォーマンスに影響していると考えられる筋群の筋活動電位変化をTRIAS・解析プログラム（DKH製IFS-3J）を用いて積分し、そのEMGの積分値（integrated EMG）より筋の放電比率を算出した。なお、TRIAS・EMG計測システム（DKH製 CSW-52A）とLEDシンクロナイザ（DKH製PTS-166）を接続し、光の点灯をトリガ信号として記録し動作映像と同期させた。

## 2.5 練習ポイント

図3は、男子の熟練者におけるワンハンドショットのスティックピクチャーである。図より、男子のワンハンドショットは膝関節伸展より起こり、下肢で得られた運動エネルギーが躯幹に伝達され上肢による押し動作でボールコントロールを行っているものと考えられる。また、男子のワンハンドショット動作の巧拙について、手関節の固定によるセットアップ動作および肩関節の固定状態からのリリース動作が重要であるという研究報告がされており<sup>3)</sup>、本研究では女子においても男子と同様な技術を習得させることを試みた。具体的には、先行研究<sup>2)3)4)11)</sup>およびバスケットボール指導教本<sup>6)</sup>を参考に下記のポイントを意識させ練習を実施させ、その習熟過程の検討より女子選手においてワンハンドショットの技術習得を困難にしている要因を探った。

1. 顎を引いた状態で肩をあげて手のひらにボールをのせた状態を保つ。(肩の固定)
2. セットした状態で連続ジャンプをしてボールを落とさないようにする。(手首の固定)

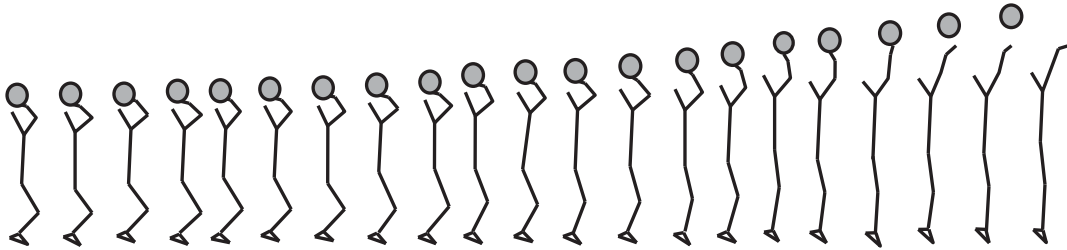


図3. 男子によるワンハンドショットのスティックピクチャー

### 3. 結果

被験者4名に対して、ワンハンドショットの習得練習を3ヶ月の期間において実施させ、その練習期間の前後においてフリースローラインよりワンハンドショットを10投ずつ行わせた。その結果、ワンハンドショット時における上肢の関節角度において、練習前と練習後に習熟に起因すると考えられる相違が認められた。そこで全被験者の中で練習前後において共通する角度変化が最も顕著に表れたO.S.のワンハンドショット動作を典型例として取り上げ、ワンハンドショットのパフォーマンス発揮におけるボールの変位と上肢の関節角度を動作分析結果において記述する。また、ワンハンドショット時における上肢において、被験者間で多少の異なる波形はあるものの習熟の各段階で類似した活動様相が観察され、練習前と練習後に技術的要素に起因すると考えられる波形の相違が認められた。そこで動作分析結果と同様に、練習前後において全被験者の中で最も筋の放電様相の変化が顕著に表れたO.S.のワンハンドショットの放電様相を典型例として取り上げ、ワンハンドショットのパフォーマンス発揮における上肢の筋活動ならびに拮抗筋群の放電比率について筋電図解析結果において記述する。

#### 3.1 動作分析

##### (1) ボールの変位

図4は練習前後のワンハンドショット動作におけるボールの変位を示したグラフであり、図の左側が練習前(Pre)、図の右側が練習後(Post)である。なお、図中にある1~3はそれぞれの局面を示しており、pose1が膝関節伸展開始時、pose2がリリース時、pose3がフォロースルー終了時であり、図上部のスティックピクチャーは、それぞれの局面に対応した動作である。

図より、Preでは膝関節伸展開始時におけるセットした状態のボールの位置は約1.5mの高さにあり、そこからリリース前に至る中間時点までボールの高さを変化させず、リリース前から一気にボールの位置を上昇させ、リリース時のボールの高さは約1.8mであった。なお、フォロースルー終了時におけるボールの高さは約2.1mの位置であった。Postになると膝関節伸展開始時のセットした状態におけるボールの位置は約1.6mの高さであり、膝関節伸展開始時前のセットし



た状態よりリリースに至るまで、ボールの位置は緩やかに上昇しリリース後もそのままボールは上昇していった。なお、リリース時のボールの高さは約2.0mの位置でありPreと比べて0.2m高くなっていた。なお、フォロースルー終了時におけるボールの高さは約2.4mの位置であった。

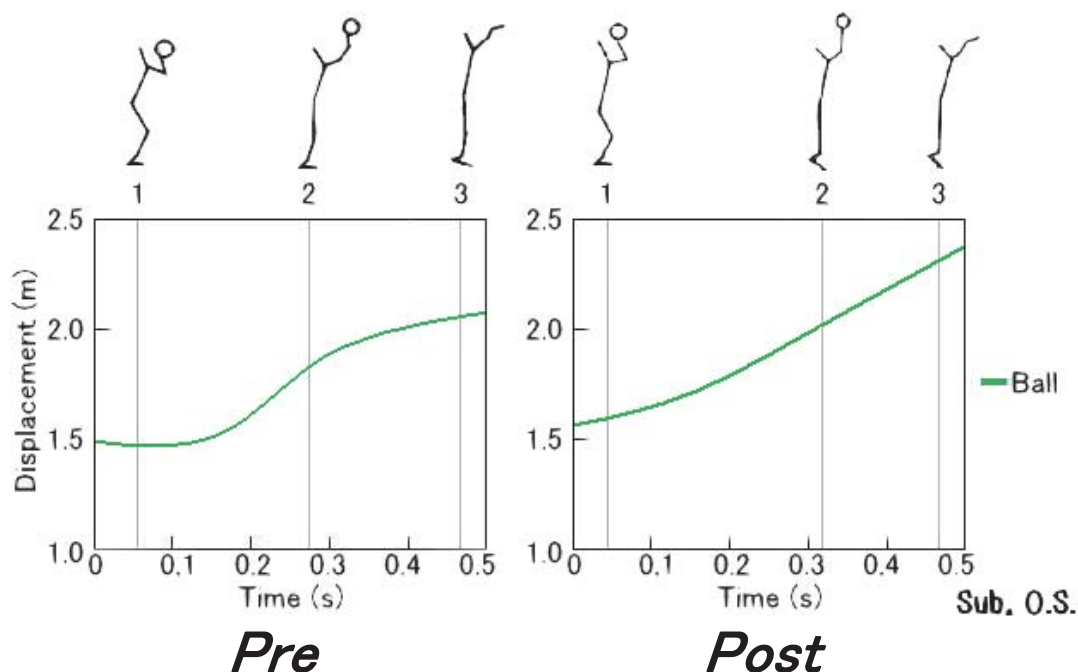


図4. 練習前後におけるワンハンドショットのボール高

## (2) 関節角度

図5は練習前後のワンハンドショット動作における上肢の関節角度グラフであり、図の左側が練習前 (Pre) であり、図の右側が練習後 (Post) である。肩関節の角度を点線で示し、肘関節の角度を実線で示している。なお、図中の1～3はそれぞれの局面を示しており、pose1が膝関節伸展開始時、pose2がリリース時、pose3がフォロースルー終了時であり、図中上部のスティックピクチャーは、それぞれの局面に対応した動作である。

図より、Preの場合、肩関節は約50度の状態でセットアップされており、膝関節伸展開始時より肩関節の角度は増加を続け、リリースでは約90度、フォロースルー終了時では約130度まで数値が上がった。このことより、練習前ではセットアップ状態から、膝関節の伸展にあわせて肩関節を屈曲させて動作を行っているものといえる。肘関節においては約35度の状態でセットアップされており、膝関節伸展開始からリリースに至るまでわずかの増加はあったものの約40度のまま推移、その後フォロースルー終了時の約140度まで数値が上がった。このことより、Preではリリースに至るまで肘関節は固定されておりリリース後から伸展動作を行っているものといえる。Postの場合、肩関節は約100度の状態でセットアップされていたが、膝関節伸展開始からリリースの手前まで変化はなく、リリース前よりリリースに至るまでわずかに角度の増加がみられた。

なお、リリース時の角度は130度であった。また、リリース後においてもフォロースルー終了時まで大きな変化はなく、フォロースルー終了時の角度はリリースと同様の約130度を示した。このことより、Postにおいて、肩関節はリリース前にわずかな屈曲動作があるもののセットアップからフォロースルー終了にいたるまで固定をさせて動作を行っているものといえる。肘関節においては約60度の状態でのセットアップからリリース時で約150度まで上がり、リリース後においては180度近くまでの数値を示した。なお、フォロースルー終了時では約165度の値を示した。このことよりPostでは膝関節伸展にあわせて肘関節の伸展動作を行っているものといえる。

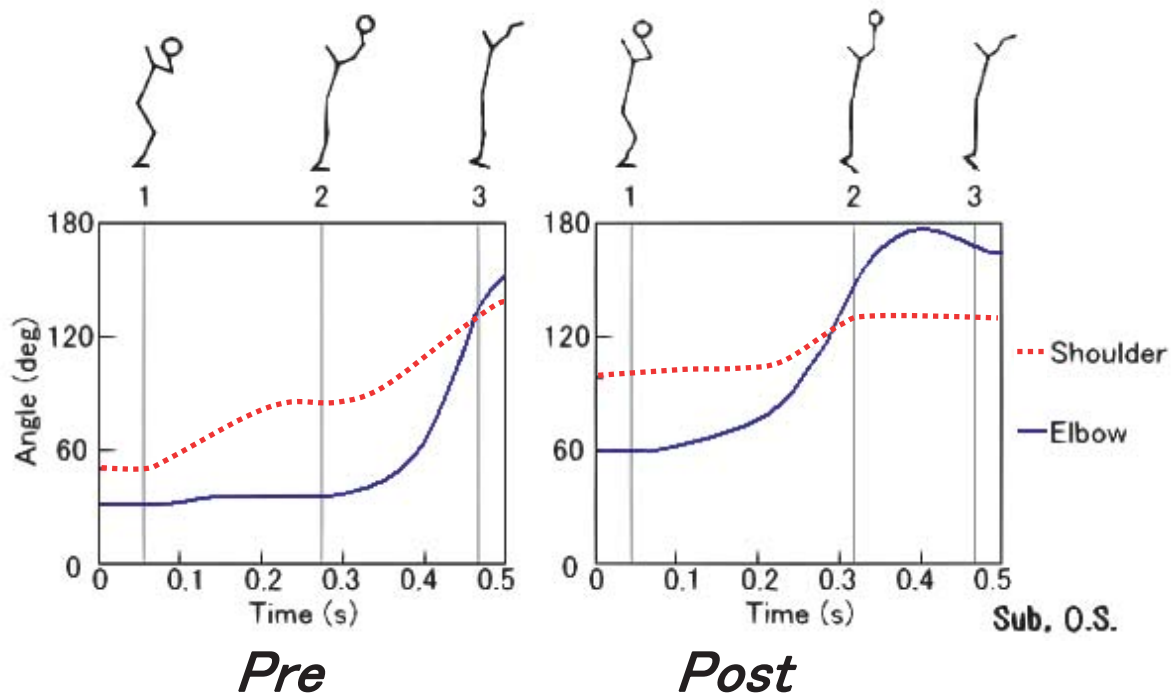


図5. 練習前後におけるワンハンドショットの関節角度

### 3.2 筋電図解析

#### (1) 定性的EMG解析

図6は、練習前後のワンハンドショット動作における上肢の代表的な筋電図記録であり、図の左側が練習前（Pre）であり、図の右側が練習後（Post）である。なお、図中の1～3はそれぞれの局面を示しており、pose1が膝関節伸展開始時、pose2がリリース時、pose3がフォロースルー終了時であり、図中上部のスティックピクチャーは、それぞれの局面に対応した動作である。

Preの場合、手関節の屈曲に関与する橈側手根屈筋（FCR）はリリースの手前から放電を開始し、リリース後に放電の減少傾向がみられた。手関節の背屈に関与する短橈側手根伸筋（ECRB）はリリース前において出現はなくリリースの前後において放電がみられ、リリース時において橈側手根屈筋（FCR）との同時放電が認められた。肘関節の屈曲に関与する上腕筋（Br）の放電はすべての局面において顕著な放電の出現は認められなかった。肘関節の伸展に関



与する上腕三頭筋外側頭 (Tla) はリリースの手前からリリースにかけて出現がみられた。肘関節の屈曲および肩関節の屈曲に与する上腕二頭筋長頭 (Blo) はリリースの前後において放電がみられた。肘関節の伸展および肩関節の伸展に与する上腕三頭筋長頭 (Tlo) はリリースの手前から放電を開始し、リリースにかけて放電の増加傾向がみられた。肩関節の屈曲に与する三角筋前部 (Da) は肘関節伸展開始時から放電を開始し、リリースの手前より放電が増大しリリースにかけて顕著な放電の出現が認められた。肩関節の伸展に与する三角筋後部 (Dp) はすべての局面において顕著な放電の出現は認められなかった。

Postの場合、手関節の屈曲に与する橈側手根屈筋 (FCR) は、リリースの手前から放電を開始しリリース前後に放電が認められたが、リリース時において放電が減少する二峰性の放電様相を示した。手関節の背屈に与する短橈側手根伸筋 (ECRB) はリリース前に放電が出現し橈側手根屈筋 (FCR) との同時放電が認められた。またリリースにおいて橈側手根屈筋 (FCR) の放電の減少に呼応して出現が観察された。肘関節の屈曲に与する上腕筋 (Br) の放電はPreと同様の放電様相が観察された。肘関節の伸展に与する上腕三頭筋外側頭 (Tla) は肘関節伸展開始時から放電を開始したものの、リリースの手前まで顕著な放電は認められず、Preと同様にリリースの手前からリリースにかけて顕著な放電の出現が観察された。肘関節の屈曲および肩関節の屈曲に与する上腕二頭筋長頭 (Blo) は練習前 (Pre) と同様の放電様相が観察された。肘関節の伸展および肩関節の伸展に与する上腕三頭筋長頭 (Tlo) は肘関節伸展開始時からリリースの直後にかけて放電の出現がみられた。肩関節の屈曲に与する三角筋前部 (Da) は練習前 (Pre) と同様の放電様相が観察された。肩関節の伸展に与する三角筋後部 (Dp) はリリースの手前から放電を開始し、リリースにかけて放電が増大し、リリース前において三角筋前部 (Da) との同時放電が認められた。

## (2) 定量的EMG解析

定性的解析結果より、練習前と練習後において手関節の背屈に与する筋群である短橈側手根伸筋ならびに肩関節の伸展に与する三角筋後部の放電様相に大きな差異が認められた。このことは手関節および肩関節の動作がワンハンドショット動作の巧拙を決定づける要因のひとつであり、これらの動作習得が習熟に大きく影響するものであると考えられ、この点をさらに裏付ける為に筋群の数量化を試みた。手関節に関してはワンハンドショットのフォームが完全にセットされたと考えられる肘関節伸展開始時をセット完了時としてとらえ、セットからリリースまでの間における橈側手根屈筋と短橈側手根伸筋の放電量を加算し、手関節筋群の放電比率を求めた。また、肩関節に関してはワンハンドショットのリリースにおける三角筋前部と三角筋後部の放電量を加算し、肩関節筋群の放電比率を求めた。なお、リリースに直接関与したと考えられる放電の選出は、肘関節伸筋の一関節筋である上腕三頭筋外側頭の放電の立ち上がり肘関節伸展開始のずれをタイムラグとして、リリースからタイムラグ分を逆算した局面の前後25msecの放電を解析対象とした。

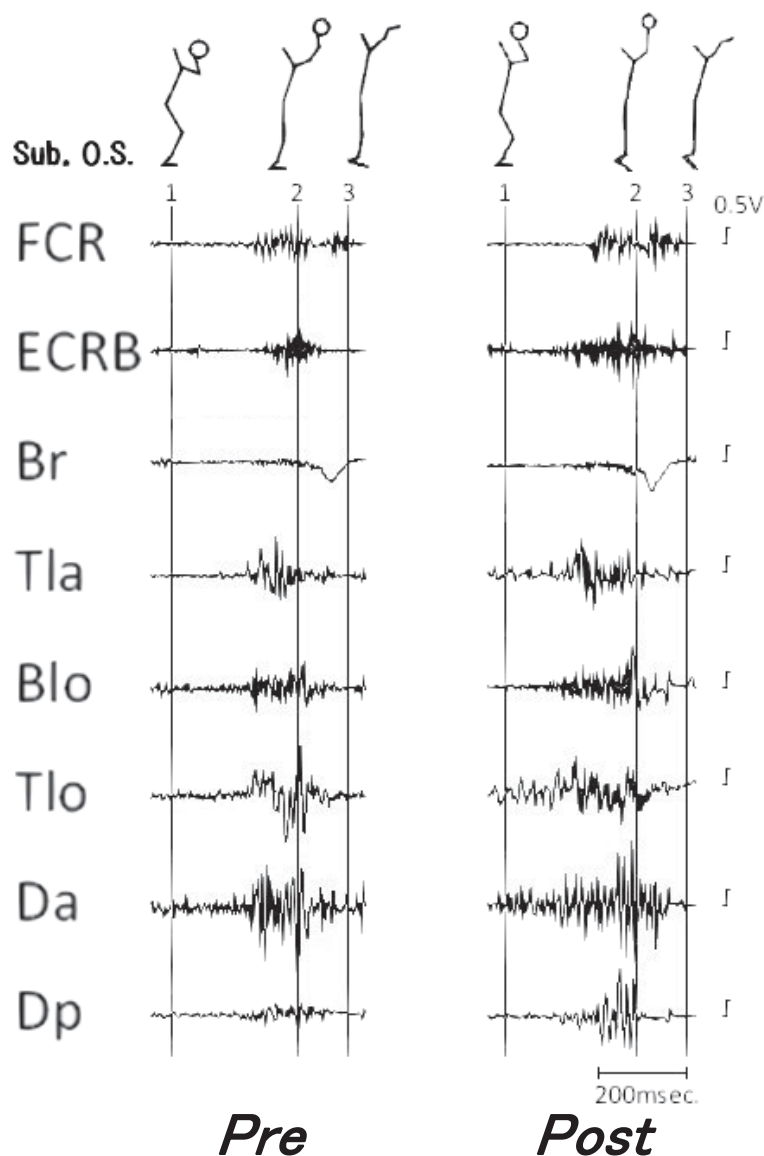


図6. 指練習前後におけるワンハンドショットの筋電図

図7は、セットからリリースまでの手関節筋群における放電比率グラフである。図中の左側が練習前（Pre）であり、図中の右側が練習後（Post）である。グラフの濃色部分が短橈側手根伸筋（ECRB）、淡色部分が橈側手根屈筋（FCR）を示している。

図より、Preの場合、FCRの放電比率が72%の値を示し、ECRBの放電比率は28%という低い値でFCRを主体としたものであった。このことよりPreではセットからリリースにかけてECRBがあまり関与しないままリリース動作が行われているものといえる。PostにおいてはECRBの放電比率が52%となり、FCRの放電比率の48%に比べてECRBの方が高い値を示し、各筋の放電比率の値が非常に近いものとなった。このことより、PostになるとECRBが積極的に関与し、手関節が背屈した状態からリリース動作が行われているものといえ、定性的EMG解析結果からもFCRとECRBに顕著な波形が観察されており、2筋の同時放電によって手関節が固定された状態からリリース動作が行われているものといえる。

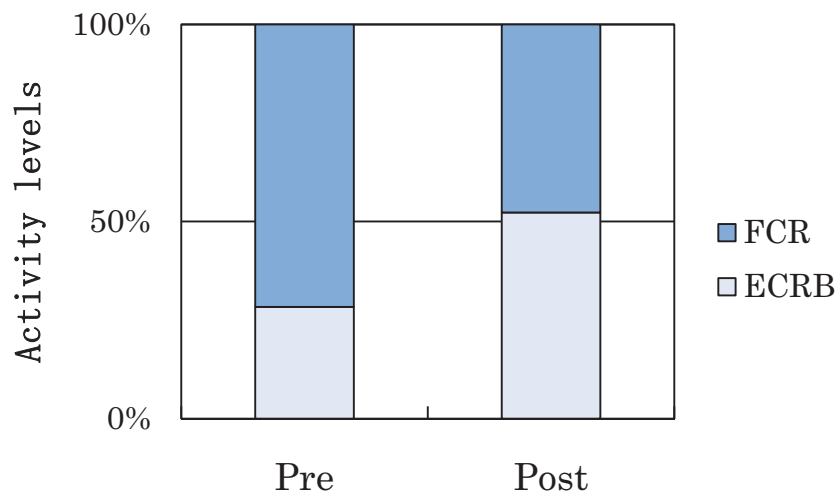


図 7. 練習前後における手関節の筋放電比率

図 8 は、リリースにおける肩関節筋群の放電比率グラフである。図中の左側が練習前 (Pre) であり、図中の右側が練習後 (Post) である。グラフの濃色部分が三角筋前部 (Da)、淡色部分が三角筋後部 (Dp) を示している。

図より、Preの場合、Daの放電比率が81%と高い値を示し、Dpの放電比率は19%と低い値を示した。このことよりPreではDaを主体とした肩関節屈曲によるリリース動作が行われているものといえる。PostにおいてはDaとDpの放電比率の差はPreと比べて小さいものとなり、Daの放電比率が57%まで下がりDpの放電比率は43%まで高くなった。このことよりPostになるとDp が関与した状態からリリース動作が行われているものといえるが、肩関節の伸展運動ではなく定性的EMG解析結果からのDaとDpの同時放電より、肩関節が固定された状態でリリース動作が行われているものといえる。

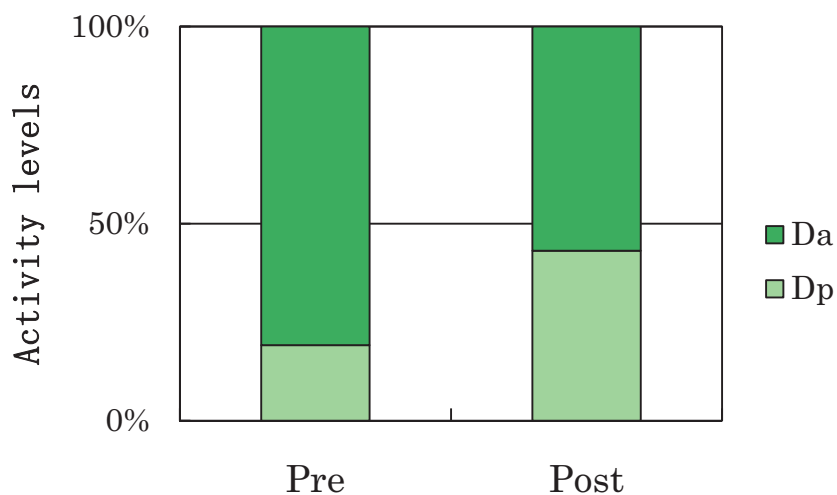


図 8. 練習前後における肩関節の筋放電比率

#### 4. 考察

ワンハンドショットの習得練習を3ヶ月の期間において実施させ、その練習期間の前後においてフリースローよりワンハンドショットを行わせた結果、ワンハンドショット時におけるボールの変位および上肢の関節角度において、練習前と練習後に習熟に起因すると考えられる差異が観察され、ショット側上肢においても練習前と練習後に習熟に起因すると考えられる活動様相および筋放電量比率において相違が認められた。

ボール変位の分析結果より、練習前では膝関節伸展開始時からリリース前に至るまでボールの高さを変化させず、リリース前から一気にボールの位置を上昇させていた。練習後は練習前よりもセット時のボールの高さは約10cm高い位置にあり、膝関節伸展開始時よりリリースに至るまでボールの位置は緩やかに上昇していた。このことより、ワンハンドショットを行う際のセットされる位置の違いで、リリースに至るまでの動作において中心として動員される上肢の関節が大きく異なることが考えられ、セット位置を高くすることがワンハンドショットを行う上で重要となり、最初のボールのセット位置に対しての指導が必要不可欠なものであると考えられた。

上肢の関節角度の分析結果より、練習前は膝関節伸展開始からリリースに至るまで肘関節の角度を変化させず肩関節の角度を増加させながらショット動作が行われていたが、練習後になると、肩関節は膝関節伸展開始からリリース前まで関節の角度変化はなく、リリース前よりリリースに至るまでわずかに関節角度を増加させていたが大きく角度変化をさせておらず、肘関節が膝関節伸展開始からリリース後に至るまで関節角度を増加させながらショット動作が行われていた。このことより、練習前は肘関節が固定された状態で肩関節の屈曲によるワンハンドショット動作を行い、練習後では肩関節が固定された状態で肘関節の伸展によるワンハンドショット動作を行っているものといえ、膝関節伸展にあわせる上肢の関節運動の差異が習熟の違いであるものと考えられ、肘関節を主体としたリリース動作を習得させることが重要であると考えられる。しかしながら、ボールを上げるというワンハンドショットの特性があるため肩関節の屈曲が意識されてしまうことも考えられるが、肩関節に関してはワンハンドショットのセット位置を高くすることを指導し、膝関節伸展開始時から肘関節を主体としたリリース動作を指導させることが必要となると考えられた。また、練習前ではフォロースルー終了以降においても肘関節が伸展されていたが、練習後では肘関節の最大伸展位はリリース後であり、フォロースルー終了までに肘関節伸展動作を終えていた。このことは、練習前では肩関節の屈曲によるリリースと同時に肘関節が押し出し動作を行っているものといえ、練習後は肩関節の固定によってフォロースルー終了までに肘関節が十分に伸展できたものといえる。三浦ら<sup>5)</sup>は遠投能力が優れている者は肘関節の伸展によって手関節の運動を効果的に引き出す可能性があるとして報告しており、肘関節の十分な伸展動作は手関節の運動を行いやすくするものと考えられ、肩関節固定による肘関節伸展のリリース動作は、打点も高く競技特性からも合目的なものであると考えられた。

筋電図解析結果より、手関節筋群に関しては、練習前ではリリース前に橈側手根屈筋と短橈側手根伸筋の同時放電が観察されず、筋の放電比率も橈側手根屈筋主体の比率が認められた。リリース前の手関節はボールをセットアップした状態で積極的な関節運動は行われていない状況である。このことより、練習前ではリリース前に手関節の固定が十分になされないまま、手首のスナップ

動作が行われていることを示しているものである。練習後ではリリース前に橈側手根屈筋と短橈側手根伸筋の同時放電が観察され、筋の放電比率においても、橈側手根屈筋と短橈側手根伸筋がほぼ同じ比率であった。リリース前の手関節はボールをセットした状態である故、手関節屈曲筋の橈側手根屈筋と手関節伸展筋の短橈側手根伸筋の同時放電は手関節固定に関与しているものと考えられ、ワンハンドショットにおける手関節まわりの筋群によるセットアップの技術であると考えられた。また、練習前はリリース時において橈側手根屈筋と短橈側手根伸筋の同時放電が観察されたが、練習後になると、橈側手根屈筋の放電はリリース前に出現した後、リリース時に減少しリリース後に出現する二峰性の放電様相を示し、短橈側手根伸筋がリリース時の橈側手根屈筋の放電減少に呼応して放電が出現した。岡ら<sup>8)</sup>は、拮抗筋群において、主動筋の放電休止および減少時の拮抗筋の放電の出現は、積極的な主動筋の働きに対して抑制することに起因した放電であることを指摘している。ワンハンドショットのリリース動作はボールに回転を与えるため手関節を屈曲させてショット動作を行うものである。このことより、練習後ではリリース時に積極的に手首のスナップ動作が行われており、練習前ではリリース時に手関節が固定した状態にあり、手首のスナップ動作がなされないままショットが行われていることを示しているものである。肩関節筋群に関しては、三角筋前部は練習前ならびに練習後において同様の放電様相が観察され、膝関節伸展開始時から放電を開始し、リリース前からリリースにかけて放電の増大が認められた。三角筋後部は練習前においては放電の出現は認められず、練習後においてはリリース前から放電が出現し、三角筋前部との同時放電が認められた。三角筋前部は肩関節屈曲の分力を有しており、三角筋後部は肩関節伸展の分力を有しているため、三角筋前部と三角筋後部の同時放電は肩関節の固定に関与しているものと考えられる。筋の放電比率においても、練習前では三角筋前部主体の比率を示し、練習後では三角筋前部と三角筋後部の放電比率の差は練習前と比べて小さいものであった。このことより、練習前の場合、肩関節屈曲動作によってリリース動作を行っているものと考えられ、手関節・肘関節・肩関節が力の発揮関節としてボールコントロールを行っているものと考えられた。練習後の場合、三角筋前部と三角筋後部を用いて肩関節を固定した状態で肘関節伸展、手関節屈曲によるショット動作を行っているものといえ、肩関節は力の伝達関節としての役割を果たしているのみであり、手関節・肘関節が力の発揮関節として利用され、ボールコントロールを行っているものと考えられた。

以上のことより、練習前のワンハンドショットに比べて練習後のワンハンドショットでは打点も高く競技特性からも合目的なものになった。ワンハンドショットの習熟についてはセット時の技術とリリース時の技術の習得が重要となり、具体的には手関節の固定でのセットアップと肩関節の固定によるリリースであり、その際、肘関節を十分に伸展させ手関節の屈曲を積極的に行うことがあげられる。これらの結果は男子熟練者のワンハンドショットと類似するものであり、女子選手においても男子選手と同様にワンハンドショットを習得できると示唆するものであった。しかしながら、肩関節を固定することで力の発揮関節は少なくなることがあげられ、この影響が女子選手において3ポイントショットなど長距離でのワンハンドショットを困難にさせている要因だと考えられる。Filippi<sup>1)</sup>はショット動作において重要なことは、上肢の筋力強化に加えて下肢の力を無駄なく上肢へ伝達させることであると指摘しており、また下肢から上肢への力の伝達に関して坂井ら<sup>12)</sup>は、3ポイントショット動作において熟練群は重心変位を少なくする動作を行っ



ていたことを報告しており、これらの動作は、熟練群が下肢と上肢の急激な伸展動作の先行動作として頭部と体幹軸を固定させることで、下肢が生み出す力を無駄なく上肢へ伝導させ、上肢が生み出す力を無駄なくボールに伝える効率的な動きを獲得していることを示唆している。これらのことは、ショット距離を確保するためには肘関節ならびに手関節筋群の強化とともに下肢で得られる運動エネルギーを大きくし、効率よく伝達することが必要不可欠であることを示唆するものである。本研究においても、練習後では、打点を高くしたセットポジションから手関節と肩関節の固定から肘関節の積極的な伸展動作が認められるようになった。これらの習熟は体幹軸が不安定な状態ではリリース動作を行うことが不可能となるため、本研究で示されたワンハンドショットの技術習得は体幹軸の固定にもつながるものと推測する。このことより、ワンハンドショットにおける上肢の動作技術を習得すれば、女子選手においてもワンハンドショットを用いることが可能となり、下肢動作の習熟度を向上させることで、長距離におけるワンハンドショットも習得できる可能性が示唆された。

## 5. まとめ

本研究は、女子選手におけるワンハンドショットの技術的特性について習熟過程から検討することを目的とした。被験者4名に対して、フリースローラインよりワンハンドショットを行わせ、この間、2台のハイスピードカメラを用いての3次元動作分析ならびにEMG計測システムを用いての筋電図解析を行った。その結果、以下の内容が示された。

1. 動作分析より、練習前後でセット時のボールの高さに約10cmの違いがあり、練習前では打点が低く肩関節角度の増加が観察され、練習後では打点が高く肘関節角度の増加が観察された。このことより、練習前では肩関節屈曲によるリリース動作を行い、練習後では肘関節伸展によるリリース動作を行っているものと考えられた。
2. 筋電図解析より、練習後では短橈側手根伸筋と三角筋後部の放電が出現し、手関節筋群の同時放電ならびに肩関節筋群の同時放電が観察された。このことより、練習後では手関節の固定によるセットアップ動作と肩関節の固定によるリリース動作が習得されているものと考えられた。
3. 動作分析ならびに筋電図解析より、ワンハンドショットを習得させる上で必要な技術的要素は手関節と肩関節の動作であり、習熟をするにつれて手関節の固定によるセットアップ動作ならびに肩関節固定からの積極的な肘関節伸展動作が習得でき、打点が高いワンハンドショットを可能にするものと考えられた。

以上の結果から、女子選手においても男子選手と同様のワンハンドショットの習得が可能であると示唆された。ワンハンドショットにおける上肢のリリース動作が運動の巧拙を決定づける最も重要な要因であると考えられたが、長距離のワンハンドショットでは、下肢の運動エネルギーを増加させて伝達させることが重要であると推測される。



## 参考文献

- 1) Filippi, A. : Shoot Like the Pros : The Road to a Successful Shooting Technique, 13-15, Triumph Books, Chicago, 2011.
- 2) 福田慎吾, 西島吉典 : バスケットボールのシュート成功率高める要因に関する研究, 大阪教育大学紀要, 第IV部門, 58(2), 131-140, 2010.
- 3) 市谷浩一郎, 岡秀郎 : バスケットボールのワンハンドショットにおける出力発揮に関する筋電図的研究, 大阪電気通信大学人間科学研究, 6, 25-43, 2004.
- 4) 石黒哲也, 阿江通良, 藤井範久 : バスケットボールのワンハンドシュートにおける上肢の動きに関するバイオメカニクス的研究, 日本体育学会大会号, 49, 374, 1998.
- 5) 三浦健, 関子浩二, 鈴木章介, 清水信行 : バスケットボールにおける長距離シューターの動作分析—上肢の動作について—, 鹿屋体育大学紀要, 35, 7-12, 2004.
- 6) 日本バスケットボール協会 : バスケットボール指導教本, pp63-66, 大修館書店, 東京, 2002.
- 7) 日本バスケットボール協会 : 2011～バスケットボール競技規則, (財)日本バスケットボール協会, 2011.
- 8) 岡秀郎, 生田章, 西羅彰夫 : 卓球におけるフォアハンド技術の筋電図的研究, 兵庫教育大学研究紀要, 20, 19-27, 2000.
- 9) Okamoto, T. : A Study of the Variation Discharge Pattern during Flexion of the Upper Extremity, 関西医科大学教養部紀要, 2, 111-122, 1968.
- 10) Okamoto, T., Takagi, K. and Kumamoto, M. : Electromyographic Study of Elevation of the Arm, Journal of Physical Education, Vol.11-3, 127-136, 1967.
- 11) 陸川章, 山田洋, 加藤達郎, 植村隆志 : 大学男子バスケットボール選手におけるフリースロー・シュート技能の評価, 東海大学紀要体育学部, 35, 7-12, 2006.
- 12) 坂井和明, 白井敦子 : バスケットボール競技における3ポイントシュート成功率と重心変位との関係 : 大学女子プレーヤーを対象として, 健康運動科学, 2(1), 9-20, 2011.
- 13) 鈴木繁之, 徳山廣 : バスケットボールのショットに関する筋電図的研究, 日本体育学会第42回大会号B, 684, 1991.
- 14) Wells, R.P. and Winter, D.A. : Assessment of Signal and Noise in the Kinematics of Normal Pathological and Sporting Gaits. Human Locomotion I, 92-93, 1980.
- 15) 吉澤正尹 : ヒトの上肢内転動作中にみられる活動電位の抑制現象に関する研究, 関西医大誌, 45(1), 59-71, 1993.
- 16) 吉澤正尹, 熊本水頼 : テニス・グラウンド・ストロークの動作学的ならびに筋電図学的研究, Japanese Journal of Sports Science, 2(5), 394-400, 1983.

