

バスケットボールのシュート指導についての考察 (I)

富居 富¹, 中村 康雄², 横川 隆一³

Discussion about Teaching Shot of Basketball (I)

Yutaka Tomii¹, Yasuo Nakamura², Ryuichi Yokogawa³

This study aimed to analyze shooting movement of a skillful player, and apply information which will be revealed by this study to teaching beginners shooting. For beginners, it must be most difficult to complete the displacement of the ball from one's hand or hands to the rim. Typical throwing movement like baseball pitching involves twisting movement of a body trunk, and at the shoulder joint, flexion and extension, diagonal abduction and diagonal adduction, and rotation. In shooting movement, twisting movement of a body trunk is not shown and the shoulder joint almost flexes only. So, beginners have little senses to determine the velocity with which the ball leaves. The question is how the movement of upper limb or lower limb contributes to skillful shots. It is naturally deficient to emphasize movement of upper limb. We have been examining movement of upper limb, lower limb and both integrated movement of skillful players' shot.

In this report, the subject is a male student player (age 22), who had marked free throw about 80 percent (made/attempt, 33/41) in 11 games of 2008 Kansai Collegiate League. We obtained kinematic data with regard to the whole body movement through the use of a motion capture system. The subject threw 13 free throw shots.

Beginners' characteristic shooting movement is below.

1. It involves twisting of body trunks to send the ball to the rim.
2. It involves deep flexion to send the ball to the rim.
3. The motion is slow to aim the rim.

The data we obtained showed quickness of flexion and extension at knee joint of a skillful player.

【Keywords】 shooting of basketball, quickness, knee joint

本報告は、バスケットボールのシュートを初心者に指導する場合に、熟練者のシュートをバイオメカニクスの的に分析した内容をいかに簡潔に伝えるかということ考察するものである。初心者と熟練者のシュートの大きな相異として、1. 初心者のシュートには体幹の捻りが見られるが熟練者のシュートにはない、2. 初心者は膝関節を大きく屈曲するが熟練者の屈曲は小さい、3. 初心者はねらいを定めるために動作をゆっくり行う、などがあげられる。熟練者を被験者として上肢関節と下肢関節の動きの速さとタイミングについて3次元撮影のデータに分析と検討を加えた。肩関節、肘関節、手関節、股関節、膝関節そして足関節における反動動作から目的動作への切り替えしについてみると、膝関節においてストレッチショートニングサイクル運動と認められる動きが発現していた。初心者へのシュート指導において、膝関節の速い屈曲・伸展は重要な要因であることが示唆された。

【キーワード】 バスケットボールのシュート、クイックネス(速さ)、膝関節

I. 緒言

本研究のねらいはバスケットボールのシュート動作(以下:シュート)を解明し、解明された客観的内容を初心者が理解しやすく伝達する方法を知ることである。的確な動きとは解剖的にも神経生理的にも合理性を有する動きを指す。合理性を有する動きは無理のない動

きであり、初心者特有な間違った動作で力任せにスローイングをすることによる精度の低下を回避する。

シュートは非常に特異な動作であり、日常生活はもとより、他のスポーツ競技においてもほとんど発現しない。あえて類似の動作を他のスポーツ競技に探すならば、砲丸投げの動作に見ることができる。類似点は、「押し出すような投げ動作」(石井, 2005)であ

1 同志社大学 スポーツ健康科学部 (Faculty of Health and Sports Science, Doshisha University)

2 同志社大学大学院 スポーツ健康科学研究科 (Graduate School of Health and Sports Science, Doshisha University)

3 同志社大学大学院 生命医科学医工学研究科 (Graduate School of Biomedical Engineering, Doshisha University)

る。砲丸投げの目的は砲丸をより遠くへ投げることであり、シュートの目的はボールを標的に当てる（ゴールリングを通過させる）ことであるから、投げ動作のメカニズムは大きく異なる。正確なシュートのバイオメカニクス的研究は非常に少ない。よって、指導やプレイヤーがシュートを習得する手段は、成功率の高い経験的に理想とされているシュートフォームを真似ることによってなされる。

指導の際やプレイヤーが真似る場合に、2つの課題がある。ひとつは、動作の速度、筋出力のグレーディング、そしてタイミングという動きの要因についての疑問である。シュートは、ボスハンドかワンハンドかにかかわらず、下肢関節群の屈曲-伸展という反動動作と目的動作そして上肢の反動動作と目的動作により行われる。成功確率が高いプレイヤーのそれらの動作の動きの要因は、いかなるものなのかということである。初心者の不適切な速度、グレーディングそしてタイミングによる動作は、あらゆるスポーツ競技において見られる。技術指導の理想は、これらの要因に言及することである。筆者らがこれまでの指導の中で初心者伝えてきた内容は、客観的事実に則しているのだろうか。もうひとつの課題は、初心者が分析や解明された上述の動きの要因を自己の感覚としてとらえることができるか否かである。つまり、スポーツ技術の習得の成否は、プレイヤーが客観的事象をいかに主観とするかによるものである。

2つの課題のうち、前者は主として指導の側ができるかぎり客観性の高い情報を提示するべきものであ

り、後者は主としてプレイヤーに委ねられると考える。本報告は、2005年度に採択された文部科学省学術フロンティア推進事業「医工学研究の新展開-生体適合材料と福祉・介護システムの開発」の研究成果報告書(2008年度)で報告したものに、前者についての考察を加えたものである。

II. 方法

1. 被験者

被験者は男子大学生(22歳)で、2008年度関西学生リーグ戦の11ゲームにおいて、フリースローの成功率が33/41(約80%)という結果を残した者1名である。撮影の時期は2009年3月である。撮影では、ワンハンドシュートによる13回の試投を行った。撮影場にはバスケットボールのゴールがないため、ゲーム時と同様に験者が被験者の正面からバスし、被験者がキャッチ後にフリースローをイメージして自己のシュートを再現した。

2. 測定方法

撮影にはMotion Analysis社のモーシオンキャプチャシステム(Eagle Digital Real Time System)を使用した。カメラの台数は、10台である。床反力計はAMTI社のOR6-7を2台使用した。マーカーの数は、被験者の前後・左右を確認するためのオフセットの4つを含めて46個とした(図1参照)。

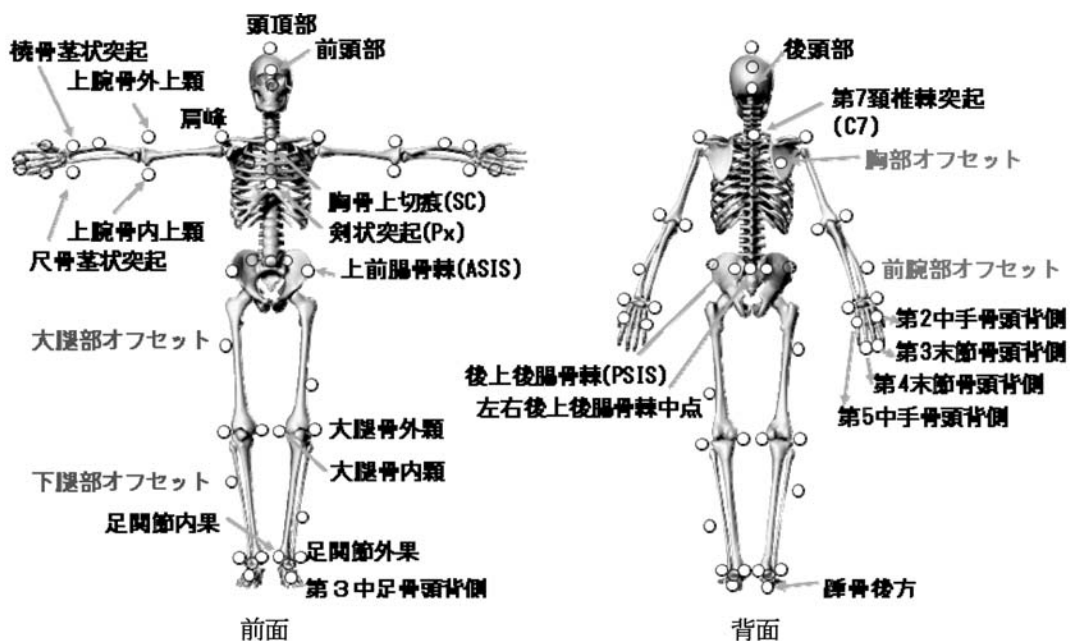


図1 マーカーの貼付部位

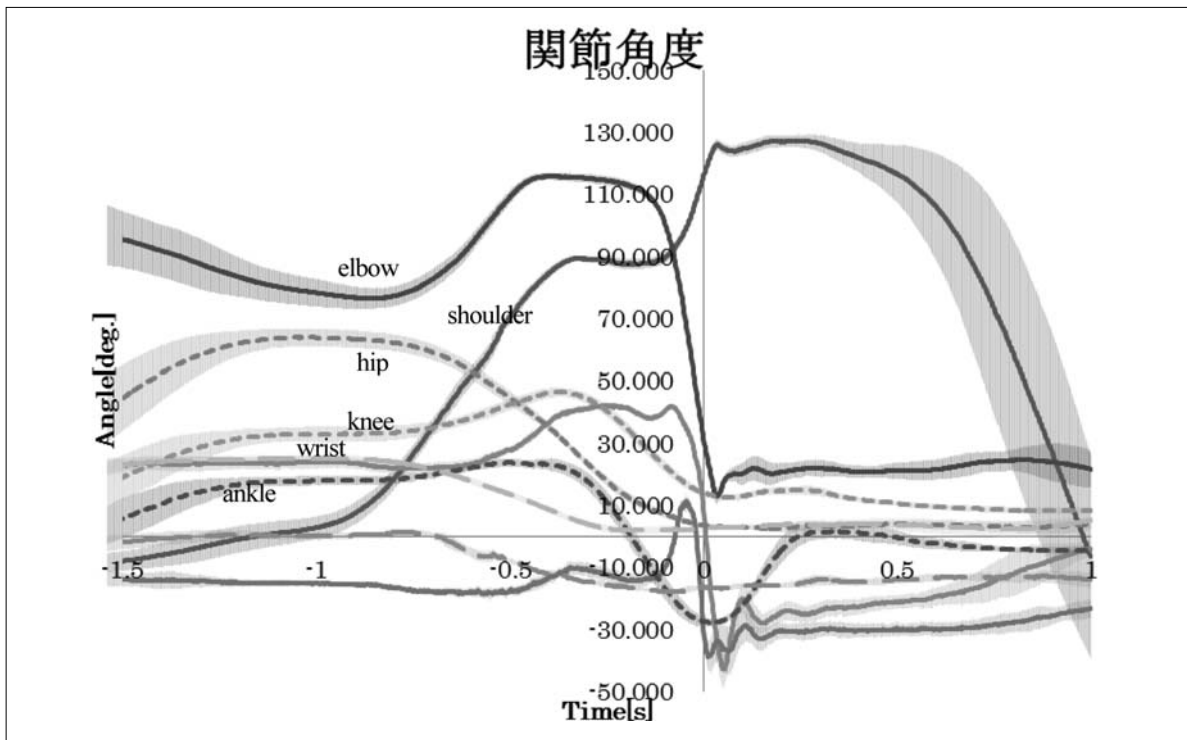


図2 各関節の角度変化の平均と偏差

Ⅲ. 結果

計測した13回の試投のうち、マーカーのデータが不足していた2回分を破棄した。11回の各関節の屈曲-伸展による角度変化の平均と標準偏差を表したものが図2である。横軸が時間経過となり、シュートは図の左から右へと行われている。縦軸が角度の増減を表している。横軸の時間が0（零、縦軸と交差している点）のポイントは、ボールがリリースされた瞬間としたものである。

被験者が験者の投げて渡したボールを構えて（反動動作を含む）キャッチし、一瞬静止した後にシュートからフォロースルーまでを行ったものが、図中の約-1.5秒から約+0.5秒（以下、ミリ秒単位で表記）に相当する。各グラフのうち、肩関節、肘関節、手関節、股関節、膝関節、そして足関節に名称を表示した。

各関節における角度の増減と屈曲-伸展との関係は、表1の通りである。肩関節を除き、表中の関節角度が増加する運動は、反動動作である。股関節の目的動作である伸展（角度の減少）中に、膝関節の反動動作である屈曲（角度の増加）が見られた。手関節が掌屈を開始してからリリース直前に約38ミリ秒間の背屈が見られた。肩関節は、リリース直後まで角度の増加を示した。

反動動作から目的動作に転じる最大屈曲位の角度と

表1 角度の増減と屈曲-伸展との関係

joint	角度の増加+	角度の減少-
wrist	背屈	掌屈
elbow	屈曲	伸展
shoulder	屈曲	伸展（前方外転）
hip	屈曲	伸展
knee	屈曲	伸展
ankle	背屈	底屈

その角度が発現していた時間を足関節、膝関節、股関節そして肘関節について見たものが図3と図4である。足関節では約23度が最大屈曲位で、その角度が約170ミリ秒間保持されたあとに目的動作へと移行した。膝関節では、最大屈曲位の約46度を64ミリ秒間ほど示して伸展へと転じていた。股関節においては、約63度が約284ミリ秒間見られた。肘関節では、最大屈曲位の約115度が146ミリ秒間見られた。先にも述べた通り、手関節においては他の関節とは異なる動きが見られた。ほぼ最大背屈位である42度を示したあとで掌屈へと転じるが、38度ほどに減じたところから再度およそ40度まで増加し、その角度を保持していた時間は約38ミリ秒間であった。そして、リリースへと転じていた。

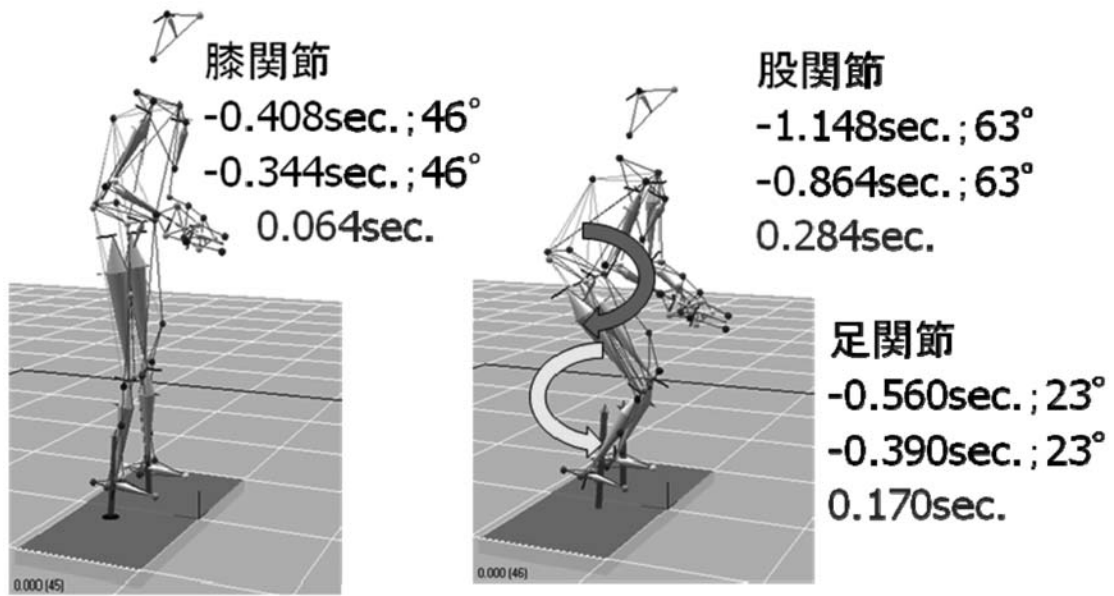


図3 下肢関節の最大屈曲位と発現時を表すスティック

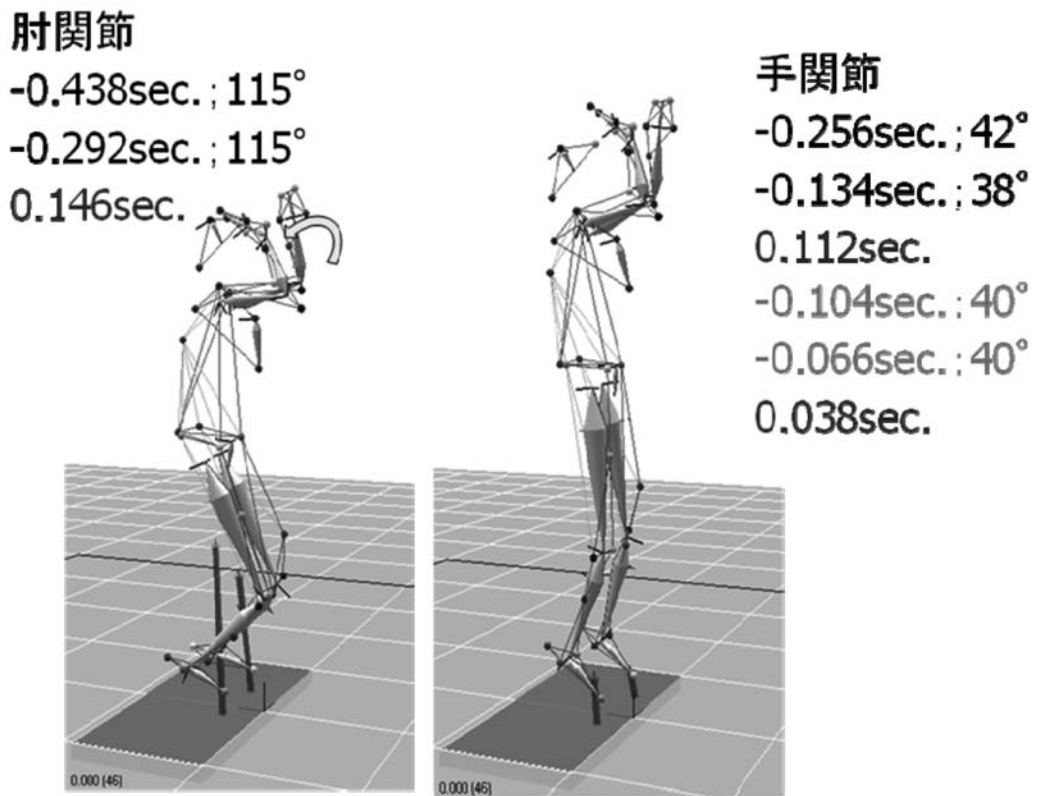


図4 上肢関節の最大屈曲位と発現時を表すスティック

IV. 考察

筆者らが本報告においてシュートを分析し解明する過程で忘れてはならないことは、屈曲-伸展動作の説明が、より多くの初心者にとって理解しやすいということである。計測結果に考察を加える前に、熟練者のシュートについて簡単に整理すると、

1. シュートは特異な動作ではあるが、熟練者の各関節の動きは解剖的にも物理的仕事量としても合理的である。理由は、解剖的に無理な動きは再現性を著しく低下させるが、熟練者は疲労が蓄積するゲームの終盤においても確率の高いシュートを行うからである。
2. また、各関節の動きがタイミングよく発現することが、再現性を高めている。タイミングには2つあり、ひとつは各関節が反動動作を開始するタイミングであり、もうひとつは各関節における反動動作から目的動作への切り替えのものである。
3. フリースローかフィールドスローかを問わず、反動動作開始からボールをリリースするまでの時間は非常に短い。ディフェンスの動きを考慮に入れる必要のないフリースローでも、膝関節の完全伸展位に近い姿勢から反動動作が開始し、リリースするまでに要する時間は1500ミリ秒ほどである。

シュートが客観的に解明され、実際の指導の場において指導者が各関節の動きを初心者に伝えることができるとしても、初心者が各関節の動きをタイミングよく統合してシュートを合理的に再現すること(2.に関する事から)は、すべて初心者の主観に委ねられるものである。動きの統合を一気呵成に習得することは不可能である。初心者にとって、比較的容易に客観を主観へ転化できる方法は、個々の関節の動きを理解し、それぞれの関節の動きを段階的に統合することであると考えられる。動きの速さについては、フィードフォワードによる運動(パリストティックな運動)とフィードバック

クによる運動との制御のメカニズムの相異を考慮すると、初心者にとっても熟練者と同等の速さを維持した習得の仕方が合理的である。そして、その速さの強調もひとつの関節について行う方が、初心者にとって理解しやすい。

今回の計測結果から、どの関節が強調されるべきかを考察する。ただし、目的とする関節の合理的な動きが他の関節の強調によって得られることがあるということも考慮しなければ、まさに間違った指導に陥ることもある。

本報告におけるデータはバスケットゴールのない撮影場でのシュートであるが、被験者が行った11本のシュートの再現性は相当に高いレベルであった。図2にある通り、フォロースルー以後の肩関節の動きと他の各関節の反動動作には大きな偏差が見られたが、シュートの精度に影響を与えるものではないと考える。特にリリース直前の再現性には目を見張るものがある。この撮影で得られた11本のシュートは、被験者がゲームで行っているものと同様であると判断した。

図2を見ると、被験者がボールをキャッチした瞬間には、下肢関節の股関節、膝関節そして足関節において明らかな反動動作が開始している。これは従来から言われているボールキャッチ後にとるべき姿勢である。着目すべきこととして、股関節の目的動作が開始するタイミングと膝関節が反動動作を開始するタイミングがほぼ同時であることがあげられる。着目すべき事実ではあるが、このことを初心者へ伝えることは初心者の動作に混乱を与えると考える。なぜならば、被験者が2つの関節の連動を意識しているとは考えられないからである。初心者がシュート開始からリリースまでに極端な前傾姿勢を維持したままの場合に限り、「上体を軽く起こす」という内容のアドバイスが必要であると考えられる。

図3と図4で表した肩関節以外の関節の反動動作による最大屈曲位または最大背屈位と、そのおよその角度を維持した時間を時系列で図5に示した。矢印の長さが短いほど反動動作から目的動作への切り替えが

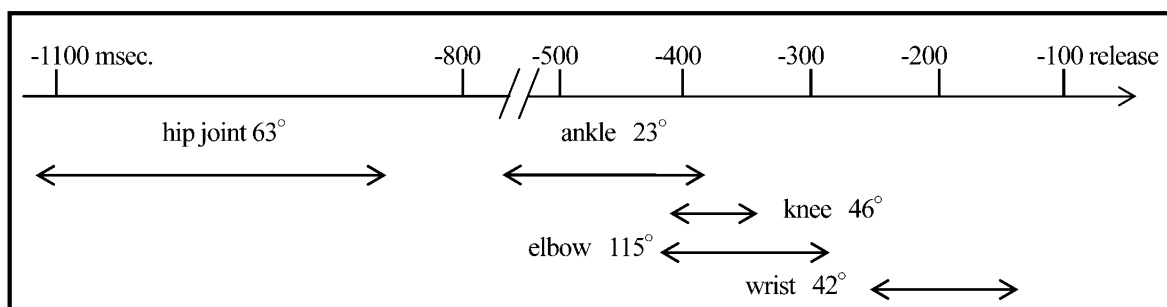


図5 各関節が最大屈曲位を示した時間経過

速いことを表している。

ここで反動動作による筋の伸張反射の誘発と弾性エネルギーの再利用ということについて考える。プライオメトリックストレージングのデプスジャンプのように、一定の高さから跳び下りて各関節が屈曲を強いられ、ジャンプのために即座に各関節を伸展する運動が典型的なストレッチショートニングサイクル運動である。短潜時伸張反射は24ミリ秒ほど、随意応答で120ミリ秒ほど、そして相当長い全身反応時間でも350ミリ秒ほどと言われている。図5において、矢印が短いほどストレッチショートニングサイクル運動に近い動きである。今回の対象動作であるフリースローは、反動動作開始から目的動作開始までに最長で約1600ミリ秒を要している。よって、シュートはストレッチショートニングサイクル運動とは考えないことが妥当であろう。つまり、初心者に対して熟練者と同等の動作の速さを意識させるものの、統合された動きがいたずらに性急なものではないことを意味している。

指導の経験から、初心者が行うシュートの特徴を大きく分けると、1. ボールをゴールリングまで届かせるために膝関節の屈曲を大きくする、2. ボールをゴールリングに届かせるために体幹の捻りが加わる力任せな「投げ」になる、3. ゴールリングにねらいを定めるといふ思いから、動作全体をゆっくり行う傾向がある、の3つになる。プレイヤーにより異なるが、これらはひとつだけが発現する例と複数が発現する例がある。各関節が最大屈曲位を示した時間を簡明に表した図5において、膝関節が他の関節と比較して非常に短い64ミリ秒を示した。つまり、膝関節の運動がほぼストレッチショートニングサイクル運動であるから、下肢筋群の筋力が低い初心者にとっては、「届かせるための投げ」を矯正するヒントとして、膝関節の屈曲から伸展への動作の速さを意識することが有効であると考えられる。

最後に手関節の動きについて述べる。図2において反動動作である背屈から目的動作の掌屈へ切り替わったりリリースの直前に背屈がみられる。被験者およびすべての熟練者はこの手関節の動きを意図的には行わない。この背屈が発現した理由は、ボールの静止または下方向への慣性によって手関節が強制的に背屈されたものとする。その後に行ったシュート時の手関節の背屈に関与する筋群（尺側手根伸筋、短橈側手根伸筋、

長橈側手根伸筋、総指伸筋)の筋電図的検討でもリリース直前の収縮は見られなかった。

V. 結論

バスケットボールの熟練者のシュートを分析し、ひとつの特徴と考えられる動きが認められた。ボールキャッチからリリースに至る約1,500ミリ秒間の肩関節を除く各関節における反動動作から伸展動作への切り替えに要する時間はつぎの通りであった。肘関節146ミリ秒、手関節150ミリ秒、股関節284ミリ秒、膝関節64ミリ秒、足関節170ミリ秒。ボールキャッチ後の肩関節において反動動作は発現せず、目的動作だけが見られた。

多くの初心者がボールをゴールリングに届かせるために、上肢筋力の出力や体幹の捻りに頼り、ボールコントロールを乱していることと反動動作による筋の伸張反射の誘発と弾性エネルギーの再利用を考えると、膝関節の屈曲-伸展を意識することが有効であることが示唆された。

参考文献

- 石井喜八, 西山哲成 編著: スポーツ動作学入門, 75, 市村出版, 2005.
- James G. Hay: The Biomechanics of Sports Techniques - fourth edition -, 225-249, Prentice-Hall, Inc., 1993.
- 金子公宥, 福永哲夫 編著: バイオメカニクス—身体運動の科学的基礎—, 杏林書院, 2004.
- 来田宣幸, 小田伸午: スポーツ技術の習得過程, 体育の科学, Vol.54, No.2, 2004.
- 松村道一, 森谷敏夫, 小田伸午 監訳: ヒトの動きの神経科学, 184-186, 市村出版, 2002.
- 松村道一, 小田伸午, 石原昭彦: 脳百話—動きの仕組みを解き明かす—, 140-141, 市村出版, 2003.
- Paul Allard, Aurelio Cappozzo, Arne Lundberg, Christopher L. Vaughan: Three-dimensional Analysis of Human Locomotion, John Wiley & Sons Ltd., 1997.
- 富居富: 上肢と下肢の連動—バスケットボールのワンハンドシュート—, 同志社保健体育, 第46号, 37-45, 2007.
- 矢部京之助, 大築立志, 笠井達哉 編著: 入門 運動神経生理学—ヒトの運動の巧みさを探る—, 194-209, 市村出版, 2003.