

日本トップレベルの大学バドミントン選手における オーバーヘッドストロークの筋活動

著者	兒嶋 昇, 升 佑二郎, 上村 孝司
出版者	法政大学スポーツ健康学部
雑誌名	法政大学スポーツ健康学研究
巻	5
ページ	33-39
発行年	2014-03-30
URL	http://doi.org/10.15002/00009698

日本トップレベルの大学バドミントン選手における オーバーヘッドストロークの筋活動

Muscle activity of the overhead strokes in elite badminton players

兒嶋 昇¹⁾、升 佑二郎²⁾、上村 孝司³⁾

Noboru Kojima, Yujiro Masu, Kouji Kamimura

[要旨]

本研究では、日本トップレベルの大学バドミントン選手におけるスマッシュ、クリア及びドロップストローク時の上肢筋活動について検討した。その結果、各ストローク時の iEMGmax は、橈側手根屈筋および尺側手根伸筋はスマッシュとドロップ、クリアとドロップ間に有意差が認められ ($p<0.05$)、棘下筋はスマッシュとドロップ間に有意差が認められ ($p<0.05$)、三角筋はスマッシュとドロップ、クリアとドロップ間に有意差が認められた ($p<0.05$)。これらのことから、スマッシュやクリアといった瞬間的に大きな力発揮を要するストロークでは前腕及び三角筋の活動が高くなり、大きな力発揮を必要としないドロップではこれらの筋活動が小さくなることが示された。また、クリアとドロップ間では棘下筋への負担に差はなく、それ程大きな負担が生じない場合もあるものの、より速いクリアショットを打ち放つ場合には、スマッシュと同程度の負担が生じる可能性があることが示された。

key words: Badminton, Stroke, Muscle activity

キーワード: バドミントン, ストローク, 筋活動

1. 諸言

バドミントン競技では、多数のストロークを使い分け、相手の態勢を崩すことが有利にラリーを展開するために重要となる。例えば、相手がコート前方に構えていた場合、コート後方にシャトルcockを落下させるクリアショットを打ち放ち、また相手がコート後方に構えていた場合はネット前方にシャトルcockを落下させるドロップショットを打ち放つ。そして、相手の態勢が崩れた際にスマッシュショットを打ち放ち得点を取る。このように様々なストロークをラリー展開に応じて打ち分ける高い技術力が重要となる。升ら⁸⁾は、スマッシュとドロップストロークの動作様式を運動学的

観点から検討し、下級者においても上級者と同様にスマッシュとドロップストロークを類似させ、遂行させることができることを示した。そして、下級者のスマッシュストロークは上級者の動作様式と比較して、より速いスマッシュショットを打ち放つために必要とされるラケットヘッド速度の増加に関わる運動学的要因に課題が存在することを示唆した。このラケットヘッド速度を増加させるためには、テイクバック動作時の肩関節外転角を90deg位に保ち、フォワードスイング局面に肩関節外旋角度を増加させ、ラケットヘッドの加速距離を増加させることが重要である⁶⁾。さらに、インパクト時の前腕の回内角速度を増加させるこ

1) 法政大学スポーツ健康学部兼任講師

2) 健康科学大学理学療法学科助教

3) 東京福祉大学社会福祉学部専任講師

ともスマッシュショット速度を増加させるために必要な要素として考えられている⁷⁾。これらの報告において、スマッシュおよびドロップストロークの動作様式について検討され、上級者と下級者の動作様式の違いやスマッシュショット速度の増加に関わる動作特性について明らかにされた。

升ら⁹⁾は、バックハンドによるショートサービスストロークにおける上肢筋活動について検討し、上級者は下級者よりも前腕の筋活動が小さく、三角筋の活動は大きいということが示され、技術レベルの異なる選手間において上肢の各筋における運動単位の動員数に違いが生じていることを報告した。さらに、Sakurai et al.¹⁰⁾はスマッシュストローク時の上肢筋活動について検討し、熟練者の方が未熟練者よりも筋の切り替え時間が短く、各筋の協調性が高いことを示唆した。このようにストローク時の筋活動様相を検討することは、技術的に優れている動作を理解する上で有用であると考えられる。しかしながら、オーバーヘッドストロークの中でスマッシュストロークの筋活動について検討された報告は存在するものの、ドロップやクリアストロークについて筋電図学的観点から検討された報告は見当たらない。

そこで、本研究では、日本トップレベルの大学バドミントン選手におけるスマッシュ、クリアおよびドロップストローク時の上肢筋活動について検討し、今後のオーバーヘッドストロークに関する研究を行う際に役立つ資料を得ることを目的とした。

2. 方法

A. 被検者

被検者は全日本大学生選手権大会で3位のチームに所属する男子選手7名（全員右利き）とした（表1）。なお、全被検者には、測定に関する目的及び安全性について説明し、任意による測定参加の同意を得た。さらに本研究は、健康科学大学研究倫理委員会の承認を受けた（承認番号：第11号）。

B. 分析試技

本研究では、最大努力で鋭角な弾道のショットをスマッシュ、コート後方にシャトルコックを飛ばすショットをクリア、コート前方のネットに近い付近にシャトルコックを落下させるショットをドロップとした。そして、これらのストロークは床に足を接地させたスタンディングによる態勢において行われた。さらに、①コート中央のセンターラインとバックバウンダリーラインの接点から左右1m、ネット方向2m四方のスイングエリア内でインパクトしている、②オーバーヘッドストロークである、という2条件を満たしている試技を選択した（図1）。そして、選択された試技の中から明らかに打球態勢が崩れて不自然と判断されるものを除き、コート側方に設置したデジタルビデオカメラ（EXILIM：カシオ）を用いて、240Hzのフィルムスピードで動作を撮影した。そして、フォームファインダー（フォームファインダーラボ社製）を使用して、インパクト直後から3コマ目までのシャトルコックの二次元座標を実長換算法により得た。得られた座標値の変位を時間微分することにより、シャトルコックの移動速度を算出し、インパクトから3コマ後までの移動速度の平均値をシャトルコック速度とした。そして、スマッシュ及びクリアについては速度値が最も大きかった試技を各選手それぞれ選択し分析対象とし、ドロップにおいては速度値が最も小さかった試技を選択し分析対象とした。

また、バックスイング局面におけるラケット腕側の肘がネットに対して、より後方に位置した際の動作をテイクバック動作とした。そして、本研究ではテイクバック動作時からインパクト時までを分析局面とした。

C. 筋活動の測定

被検筋はラケットを持つ側の4筋（橈側手根伸筋、尺側手根屈筋、棘下筋、三角筋）とした。電極間3cmの双極表面誘導にてAg/AgCl電極を各筋の筋腹に貼付した。この時、電極の走行は筋線維の走行に平行となるようにした。測定により得ら

表1 被検者の年齢、競技経験年数および身体的特性

n	年齢 (歳)	競技経験年数 (年)	身長 (cm)	体重 (kg)
7	19.1±0.7	12.4±1.3	175.6±4.8	66.4±6.4

平均値 ± 標準偏差

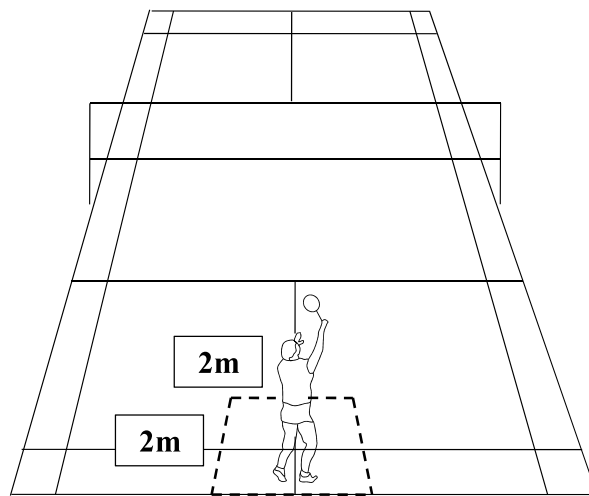


図1 ストローク動作の測定状況

れたEMG信号はEMGマスター（メディエリアサポート企業組合）を用いて、サンプリング周波数1kHzにてコンピューターに取り込んだ。

D. 波形解析および統計処理

EMG信号の解析にはKyPlot5.0（KyensLab Imc）を使用し、得られたEMG波形を積分した後、最大値を求めた（iEMGmax）。そして、シャトルコック速度およびiEMGmaxは、スマッシュを100%とし、クリア及びドロップはスマッシュに対する比率として求めた。

各ストロークの比較は、一元配置分散分析を行い、要因に有意な主効果が認められた場合には、

Tukey法による多重比較検定を行った。いずれも有意水準は危険率5%未満で判定した。

3. 結果

各ストロークにおけるインパクト直後のシャトルコック速度を図2に示した。スマッシュ（78.6±6.0m/s）、クリア（54.1±3.1m/s）、ドロップ（19.5±2.0m/s）の順に有意に高い値を示した（p<0.05）。さらに、スマッシュのシャトルコック速度を100%とした場合、クリアが72.4±8.7%、ドロップが25.6±4.8%であった。

ストローク時の各筋のiEMGmaxを図3に示した。橈側手根屈筋（クリア；78.7±15.6%、ドロ

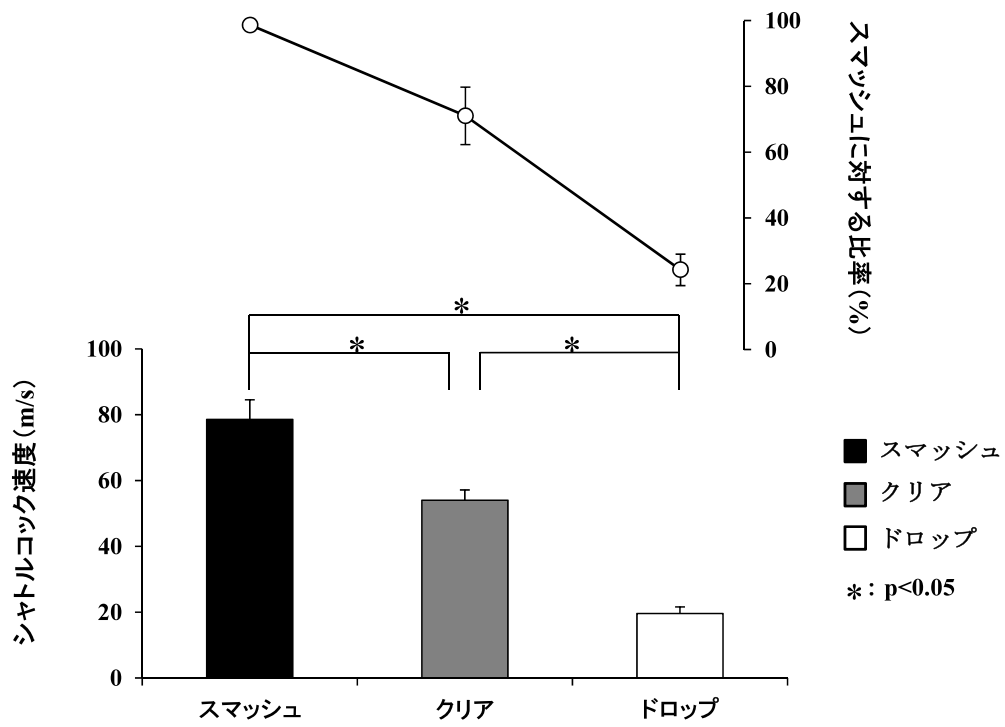


図2 各ストロークのインパクト後のシャトルコック速度

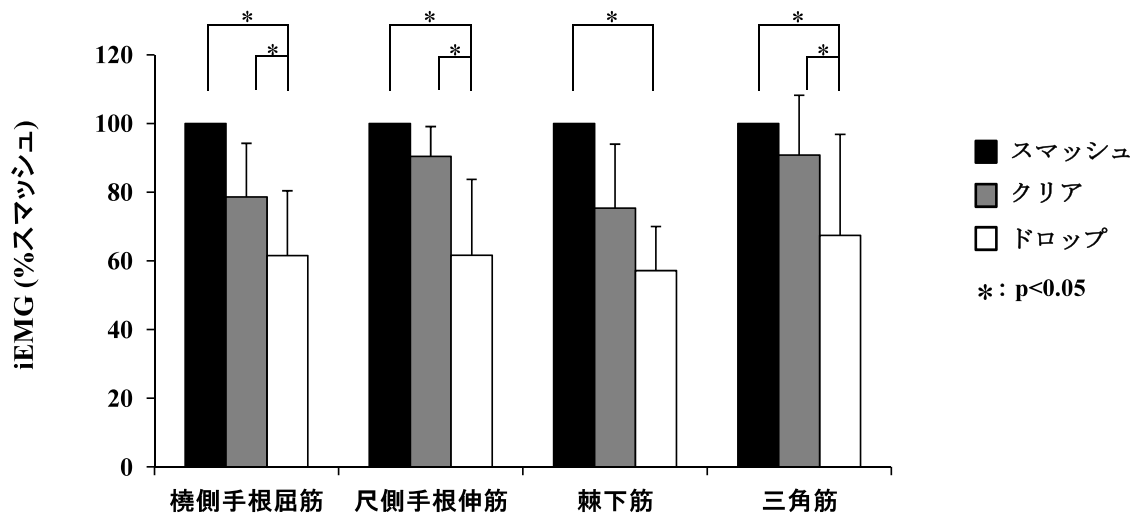


図3 各ストロークのiEMGmax

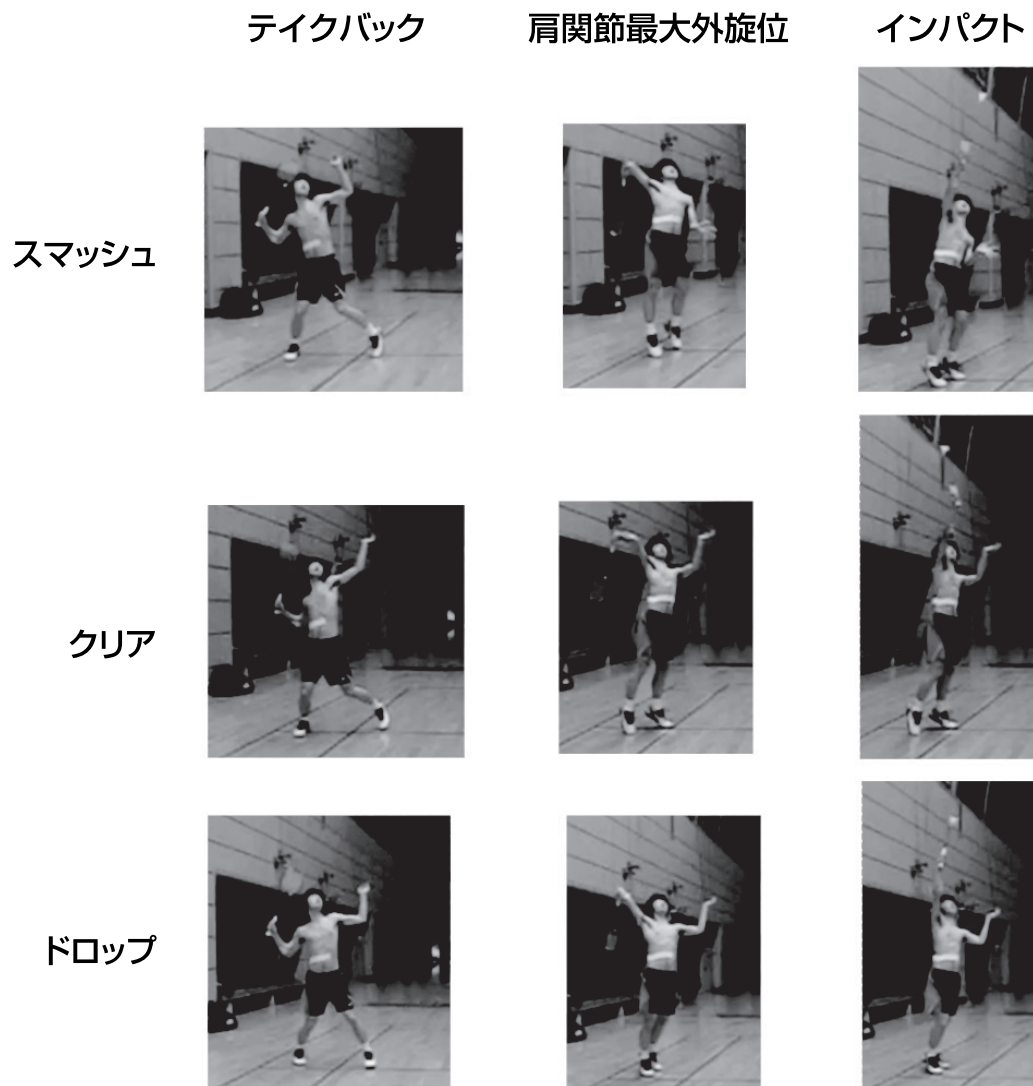


図4 各ストロークの動作様式の写真

ップ ; $61.6 \pm 18.8\%$) および尺側手根伸筋 (クリア ; $90.5 \pm 8.7\%$ 、ドロップ ; $61.6 \pm 22.1\%$) はスマッシュとドロップ、クリアとドロップ間に有意差が認められ ($p < 0.05$)、そして、棘下筋 (クリア ; $75.4 \pm 18.7\%$ 、ドロップ ; $57.2 \pm 12.9\%$) はスマッシュとドロップ間に有意差が認められ ($p < 0.05$)、さらに、三角筋 (クリア ; $90.8 \pm 17.5\%$ 、

ドロップ ; $67.5 \pm 29.4\%$) はスマッシュとドロップ、クリアとドロップ間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。

各ストローク時の動作様式を図4に示した。スマッシュ、クリア及びドロップストローク時の写真を見ると、各ストローク動作ともに類似した動作様式が行われていることが観察された。

4. 考察

バドミントン競技では、相手がネット前方に構えていたならば後方にシャトルコックを飛ばすクリアショットを、また、相手が後方に構えていたならばネット前方にシャトルコックを落とすドロップショットを打ち放つといった様に、相手の態勢を崩すために打ち出すショットを選択する⁵⁾。そして、相手の態勢が崩れた場合、最も攻撃力のあるスマッシュショットを打ち得点を得るといったラリーが展開される¹⁾⁴⁾。そして、このようにドロップショットにおいて相手の態勢を崩し、スマッシュショットにおいて点を取るというラリー展開は、最も用いられる攻撃的な戦術の一つである⁸⁾。Sakurai et al.¹⁰⁾ は、飛んできたシャトルをスマッシュストロークで的に向かって打ち込む当て課題における上肢の筋活動を熟練者と未熟練者で比較した。その結果、熟練者はインパクト前のテイクバック動作時に上腕二頭筋が発現し、その直後にラケットを前方へ振出す主動筋の一つである上腕三頭筋が発現するのに対し、未熟練者は上腕二頭筋が発現してから上腕三頭筋が発現するまでの時間が長いこと、手首を背屈させる手根伸筋の活動からラケットを振り切るための手根屈筋が発現するまでの切り替え時間が未熟練者では熟練者に比べて長いことを報告している。このように、スマッシュ動作における技術力の異なる選手間の筋活動様相は異なることが明らかにされているものの、クリアやドロップといった他のストロークとスマッシュとの筋活動の違いについては検討されていない。そこで、本研究では日本トップレベルの大学生におけるスマッシュ、クリア及びドロップストローク時の上肢筋活動について検討した。その結果、橈側手根屈筋および尺側手根伸筋のiEMGmaxは、スマッシュとドロップ、クリアとドロップ間に有意差が認められ、スマッシュとクリア間に有意差は認められなかった。このことから、スマッシュやクリアといった瞬間的に大きな力発揮をするストロークでは、前腕の筋活動が高く、大きな力発揮を必要としないドロップでは前腕の筋活動を減少させることにより、狙った地点にシ

ャトルを落とす際の正確性を高めていると推察された。また、オーバーヘッドストロークのような肩関節内旋動作を伴う動作では、インパクト後のラケット速度を減速させる際に棘下筋への負担が大きくなることが報告されている³⁾。そして、本研究における棘下筋の活動は、スマッシュとドロップ間に有意差が認められたものの、クリアとスマッシュ及びドロップ間に有意差は認められなかった。このことから、クリアとドロップ間では棘下筋への負担に差はなく、それ程大きな負担が生じない場合もあるものの、より速いクリアショットを打ち放つ場合には、スマッシュと同程度の負担が生じる可能性があることが示唆された。特に、棘下筋への負担は肩に疼痛を生じさせる危険性があることから十分に注意する必要がある。例えば、肩関節周りの可動域の低下や疲労を感じた際には、ドロップと同程度に棘下筋が活動するように意識したクリアストロークを行うといったように、棘下筋への負担を考慮した動作を行うことが肩関節障害を未然に防ぐためには重要であると考えられた。さらに、三角筋の活動は、スマッシュとドロップ、クリアとドロップ間に有意差が認められた。これは上述した前腕筋群と同様の結果であり、瞬間的に大きな力発揮を要するストローク時には三角筋の活動も高くなることが示された。

バドミントンのオーバーヘッドストロークにおける動作様式の発達について検討した報告では²⁾、バドミントン経験のない初心者の場合、体を正面に向け、肘を上げてシャトルコックを打つ動作様式を行う。しかし、技術が向上すると肘と上腕を上げてスイングが行えるようになり、その後、肘と上腕を後方に引き、バックスイングを行えるように動作様式が発達していくことが示唆されている。これらの発達上の変化は、身体各部位の動作範囲が増加していく様子を示しており、経験を増すことでより力強いショットを打つことが可能となる動作様式が獲得されると考えられた。しかしながら、このオーバーヘッドストローク動作の発達に関する報告は、未経験者を対象に検討したものであり、専門的なトレーニングを行っている競

技選手に対する知見は得られていない。そこで、本研究では日本トップレベルの大学生選手におけるスマッシュ、クリア及びドロップストローク時の動作様式について観察した。この動作様式の写真をみる限りでは、スマッシュ、クリア及びドロップストロークともに類似した動作様式が行われていることがみられた。このことから、本研究の日本トップレベルの大学生選手は、スマッシュ、クリア及びドロップストロークを類似させた動作を行ないながら、上肢の筋活動を目的とするストロークに応じて調整し、意図する方向および速さのショットを打ち放っていることが示された。

参考文献

- 1) Jack M. and Adrian M. : Characteristics of the Badminton smash stroke. National Symposium on the Racquet Sports, 36-51, 1979.
- 2) Jianyu W. et al. : Steps for arm and trunk actions of overhead forehand stroke used in badminton game across skill levels. Perceptual and Motor Skills, 109 : 177-186, 2009.
- 3) 児嶋昇, 他 : バドミントン競技選手における肩関節周囲筋の疼痛に関する考察. 法政大学スポーツ健康学研究, 4 : 39-46, 2013.
- 4) Lo D. and Stark K. : The badminton overhead shot - Sports performance series. National strength and Conditioning Association Journal, 13 : 6-13, 1991.
- 5) Macquet A.C. and Fleurance P. : Naturalistic decision-making in expert badminton players. Ergonomics, 50 (9) : 1433-1450, 2007.
- 6) 升佑二郎 : 日本トップレベルの大学生と高校生バドミントン選手におけるスマッシュ動作の運動学的考察 - ラケットヘッドの移動軌跡及び肩関節運動に着目して. トレーニング科学, 22 (3) : 257-268, 2010.
- 7) 升佑二郎, 他 : 中学バドミントン選手におけるスマッシュショット速度に関わる能力の一考察. 体育の科学, 61 (11) : 879-884, 2011.
- 8) 升佑二郎, 他 : バドミントン競技におけるスマッシュ及びドロップ動作のキネマティクスの分析 - テイクバック動作に着目して. トレーニング科学, 23 (4) : 305-320, 2012.
- 9) 升佑二郎, 他 : バドミントン競技におけるサービス動作の筋電図学的分析 - バックハンドショートサービスに着目して. 体育の科学, 63 (4) : 333-338, 2013.
- 10) Sakurai S. and Ohtsuki T. : Muscle activity and accuracy of performance of the smash stroke in badminton with reference to skill and practice. Journal of Sports Sciences, 18 : 901-914, 2000.