ボクシング・ストレートパンチの動作分析

—三次元動作分析システムを用いて—

Kinematic Analysis of Straight-Punching in Boxing

岩本 直也¹⁾ 藤 大樹¹⁾ 勝平 純司²⁾ 丸山 仁司²⁾ 満倉 靖恵³⁾

NAOYA IWAMOTO¹⁾, TAIKI FUJI¹⁾, JUNJI KATSUHIRA²⁾, HITOSHI MARUYAMA²⁾, YASUE MITSUKURA³⁾

¹⁾ Tokyo University of Agriculture and Technology, Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering: 2-24-16 Nakacho, Koganei, Tokyo 184-8588, Japan. TEL+81 42-388-7271 E-mail: 50008701291@st.tust.ac.jp

²⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, International University of Health and Welfare

³⁾ Department of System Design Engineering, Keio University

Rigakuryoho Kagaku 27(3): 341-344, 2012. Submitted Dec. 20, 2011. Accepted Feb. 12, 2012.

ABSTRACT: [Purpose] This study compared differences between groups to determine instructional factors for beginners, by focusing on the pelvic movement in the straight right punching motion. [Subjects] The two groups were those with experience ($n=5, 27.3 \pm 4.5$ years old) and without experience ($n=7, 22.3 \pm 1.2$ years old) of boxing. [Methods] We measured three straight right punching motions using a three-dimensional motion analysis system, and derived the pelvic rotation angle, pelvic angular velocity, and rotation time. Based on the maximum pelvic rotation angle, the results were divided into acceleration and restoration periods. Using the average values of each measurement in both periods we investigated, the significance of difference between the experienced and inexperienced groups. [Results] In both groups, a significant difference was found in the maximum pelvic rotation angle and the maximum pelvic angular velocity in the two periods, as well as the average pelvic rotation time in the restoration period. [Conclusion] When coaching beginners in boxing, the results suggest that there is a need to instruct carefully about going back to the original stance immediately.

Key words: boxing, straight punching, motion analysis

要旨:〔目的〕右ストレートパンチ動作における、初心者への指導ポイントを抽出するために、群間（経験・未経験）における骨盤の動きを比較した。〔対象〕競技経験者5名（ 27.3 ± 4.5 歳）と未経験者7名（ 22.3 ± 1.2 歳）とした。〔方法〕実験では三次元動作分析システムを用いて、パンチ動作は3回計測した。測定項目は骨盤の回旋角度と回旋角速度、および回旋時間とした。骨盤の最大回旋角度を基準とし、加速期と復元期に分割した。各期間における各測定項目の平均値を用いて、経験群と未経験群に対して有意差検定を行った。〔結果〕群間における最大回旋角度と両期間の最大角速度、および復元期の平均角速度に有意差を確認した。〔結語〕ボクシング初心者の指導では、すかさず“構え”に戻れるように指導する必要性が示唆された。

キーワード: ボクシング, ストレートパンチ, 動作分析

¹⁾ 東京農工大学大学院 生物システム応用科学府 (BASE): 東京都小金井市中町2-24-16 (〒184-8588) TEL 042-388-7271

²⁾ 国際医療福祉大学 保健医療理学療法学科

³⁾ 慶應大学 理工学部システムデザイン工学科

I. はじめに

ボクシング競技に用いられるパンチは、主にジャブ・ストレート・フック・アッパーの4種類とされている。その中でも、ジャブやストレートは比較的初心者の段階から享受されるパンチであり、一般的にボクシングの“構え”は、右利きの競技者が構えるオーソドックス・スタイルと左利きの競技者が構えるサウスポー・スタイルに分類される²⁾。オーソドックス・スタイルは水平面で身体の左側が前方、右側が後方に位置することから、半身の“構え”となる。オーソドックス・スタイルの競技者が放つ右ストレートパンチ（以下ストレートパンチ）は、体幹や骨盤を身体長軸周りに回転させながら右腕を前方に伸ばしたフォームである。すなわち、相手競技者から遠方に位置する右拳を前方に伸ばす時、身体は矢状面上で並進運動をしている状態となる。このとき身体長軸に生じる水平面の回転運動（以下体軸回旋）エネルギーを活用し、全身の筋を協調させながらストレートパンチ動作を行う。実際、下肢や体幹の筋肉をパンチ動作に参加させているため、実戦においても威力のある効果的なパンチである。その反面、体軸回旋させる要素を含んでいるために他種類のパンチ動作と比べ、バランスを崩しやすい動作といえる。したがって、ボクシング初心者のストレートパンチ指導場面において、円滑に体軸回旋させる動作を習得させることは困難である。パンチ動作の体軸回旋に関する先行研究では、田中らが³⁾ボクシングと空手におけるパンチ力の比較実験を行なっている。結果から、踵を浮かし腰の回転に制限を与えないパンチ動作の方でパンチパワーが増加したと述べている。また泉らは⁴⁾ボクシング競技動作は、急激な体幹の伸展や回旋が要求されることから腰椎椎間関節への負担が大きくなる可能性を述べている。一方でボクシング競技動作の先行研究では、熟練競技者を対象とした動作分析報告は多数存在する^{5,6)}が、未経験者と経験者を比較した基礎的なパンチ動作の分析報告はほとんど行われていない。

これらの背景から本研究の目的は、ボクシング競技の右ストレートパンチ動作において経験者と未経験者における骨盤の動きを比較し、初心者への指導ポイントを抽出することである。

II. 対象と方法

1. 対象

ボクシング経験が2年以上の男性ボクサー5名（平均ボクシング歴 5 ± 2 年、以下経験群）とボクシング経験のない健常男性7名（以下未経験群）を対象とした。経験群は平均年齢 27.3 ± 4.5 歳、平均体重 72.2 ± 10.1 kg、平均身長 171.9 ± 5.7 cm、未経験群はそれぞれ 22.3 ± 1.2 歳、 64.1 ± 4.6 kg、 173.3 ± 5.8 cmであった。また、対

象者の選出において経験群はアマチュアボクシング競技経験者とした。未経験群はパンチ動作を含む競技経験がない者とした。研究の趣旨、方法、およびリスクを口頭にて説明し同意を得られた者を対象とした。

2. 方法

ストレートパンチ動作を運動学的に分析するために、三次元動作分析システムを使用した。身体長軸に直角な水平面の骨盤運動（以下骨盤回旋）の動きに着目した実験を行った。測定装置には、三次元動作分析システムVICON 612(VICON社製)と赤外線カメラ8台を用いた。赤外線カメラが身体運動を感知するために、直径25 mmの赤外線反射マーカを身体29箇所に貼付した。分析は骨盤回旋の動きに関連した項目とした。骨盤部には、左右の上前腸骨棘（以下ASIS）と上後腸骨棘（以下PSIS）に赤外線反射マーカを貼付した。PCに取り込んだデータは、身体の左右同側のASISとPSISを繋げた直線を計測し、その直線の中心点を繋げた軸（以下骨盤軸）を算出した。

三次元動作分析システムの測定手順は、初回測定として解剖学的肢位を測定した。次に、実験に先立って一般的な教本⁷⁾を提示し“構え”と一連のストレートパンチのフォームを再現させた。なお、教本⁷⁾にはパンチを打ち込む期間のフォームが記されていた。この構えから、口頭でのスタート合図後に任意のリズムでストレートパンチを打たせた。一回の測定は10秒間とし、ストレートパンチ動作を5回計測した。その中で正確に赤外線センサーが認識している計測データ3回を分析した。

分析は、ストレートパンチ動作を加速期と復元期の2期間に分割して行った。開始肢位である“構え”の骨盤軸角度は、解剖学的肢位の骨盤軸角度を基準に分析するため右回旋位をとった（以下基準骨盤角度）。この“構え”から、スタート合図後に骨盤軸の軽度右回旋が生じた（以下始点角度）。加速期は始点角度のピーク値から骨盤軸が左回旋し、最大回旋角度までの期間とした。一方、復元期は骨盤軸の最大回旋角度を示した直後から、骨盤軸が右回旋し“構え”である基準骨盤角度に戻るまでの期間と定義した。分析に用いる特徴量は、骨盤軸の動きから回旋角度と回旋角速度を選択した。各特徴量の測定要素は、回旋角度において角度変位と角度変位時間とした。回旋角速度では最大角速度と平均角速度、および角度変位時間に対する最大角速度に到達した時間の割合（Percentage of the time taken to reach at the maximum angular velocity 以下%tMAV）とした。各測定要素の測定項目は角度変位で基準骨盤角度と始点角度、および最大回旋角度とした。角度変位時間は加速期時間と復元期時間、および加速期と復元期の時間を合わせた骨盤回旋時間とした。最大角速度は加速期と復元期の最大角速度とした。平均角速度は加速期と復元期の平均角速度とし

た。さらに%tMAVは加速期と復元期の%tMAVとした。

統計処理は、各測定項目におけるパンチ動作3回の平均値を要約統計量とした。両群間の比較はMann-WhitneyのU検定を用いた。統計計算ソフトにはJstatを使用し、有意水準は危険率5%未満とした。

III. 結 果

各測定項目結果は表1に示した。角度変位では基準骨盤角度と始点角度に有意差は認められなかった。最大回旋角度は経験群で有意に著しく増加している結果が確認された ($p<0.01$)。角度変位時間では加速期時間と復元期時間、および骨盤回旋時間に有意差は認められなかった。最大角速度では加速期と復元期中ともに経験群が有意に大きい結果が確認された ($p<0.05$)。平均角速度では加速期中に有意差は認めなかったが、復元期中では経験群において有意に大きい結果が確認された ($p<0.05$)。%tMAVは加速期と復元期ともに有意差は認められなかった。

IV. 考 察

本研究は、ボクシング経験群と未経験群に対して、骨盤部の動きに着目したストレートパンチ動作の比較実験を行った。各測定項目の差異抽出には、平均値を要約統計量として群間に有意差検定を行った。本実験の各測定項目の結果から最大回旋角度、加速期の最大角速度、復元期の最大角速度、および復元期の平均角速度に統計学的な差異を確認した。

骨盤は、左右の寛骨が後方で仙骨と接した仙腸関節を構成している。そして、脊柱の底部に仙骨が位置し腰椎を支持している。その構造上「脊柱からの力を側方の骨

盤に伝え、さらに両下肢へ力を伝達することが可能となる。逆に、下肢からの力は骨盤を通して仙骨に伝わり、そこから脊柱に伝わる」とされる⁷⁾。また、骨盤を動かす目的の筋や靭帯は存在せず、下肢の筋活動や、体幹の動きの影響を受けて骨盤部が動く特性がある。言い換えると、加速期においてはストレートパンチを打つために、骨盤には両下肢の筋活動や靭帯、および体軸回旋の運動力学的なエネルギーが作用する。そのエネルギーが身体の矢状面上での並進運動を伴った骨盤の左回旋を引き起こしている。それに対して、復元期は加速期中の終盤からパンチを打つために生じたエネルギーを制御し、身体バランスを調整しながら骨盤を元の「構え」の状態に戻す期間である。これら骨盤の動きの特性を交えて、本実験から抽出された骨盤の運動学的な差異を考察する。

豊嶋ら⁸⁾は「パンチ力測定器を用いてストレートパンチの腰部の捻りの大きさを比較した。結果、腰部の捻りが大きい条件でパンチ力も強かった」と述べている。本実験ではパンチ力測定は行っていないが、豊嶋らの報告を交えると経験群で最大回旋角度が顕著に増加した結果は、経験によりパンチ力も増している可能性を示唆している。また、本実験の分析では、最大回旋角度を基準として加速期と復元期に分割した。したがって、経験群で最大回旋角度が顕著に増加した結果は、未経験群と比べ経験群の方が、加速期・復元期ともに角度変位量も増加したことを意味する。しかしながら、各期間の角度変位時間において、群間に有意差は認められなかった。特に、復元期時間は平均値を指標とすると、経験群では角度変位量が増加したにもかかわらず、角度変位時間は短くなっていた。これらは、下記に記す回旋角速度の測定要素（最大角速度・平均角速度）が影響した為と考えられる。

最大角速度の結果は、各期間とも群間に有意差が確認された。競技経験によって両期間の最大角速度が有意に

表1 骨盤の回旋角度と回旋角速度を特微量とした測定結果と群間有意差検定結果

測定要素	各測定項目	経験群 (n=5)		未経験群 (n=7)
角度変位 (deg)	基準骨盤角度	46.7 ± 7.1		35.3 ± 14.0
	始点角度	3.54 ± 2.34		5.16 ± 6.16
	最大回旋角度	73.8 ± 4.6	**	46.5 ± 17.2
角度変位時間 (sec)	加速期時間	0.46 ± 0.02		0.35 ± 0.07
	復元期時間	0.47 ± 0.04		0.51 ± 0.13
	骨盤回旋時間	0.93 ± 0.17		0.86 ± 0.08
最大角速度 (sec/deg)	加速期最大角速度	487.0 ± 18.4	*	319.4 ± 131.7
	復元期最大角速度	323.3 ± 36.4	*	212.1 ± 56.6
平均角速度 (sec/deg)	加速期平均角速度	173.8 ± 44.5		140.6 ± 66.2
	復元期平均角速度	157.3 ± 20.4	*	93.3 ± 36.7
%tMAV (%)	加速期%tMAV	65.9 ± 14.6		53.1 ± 21.3
	復元期%tMAV	35.0 ± 5.7		32.9 ± 17.8

mean ± SD, *: $p<0.05$. **: $p<0.01$

大きくなることが明らかになったが、その要因は両下肢や体幹の運動力学的な観点から考察する必要性があるために今後の課題と捉えた。平均角速度の結果は、加速期中は群間に有意差は認められなかったが、復元期中には群間に有意差が確認された。復元期は、加速期中の並進運動と回転運動から生じる前向きの運動エネルギーを制御し、元の“構え”に戻る局面である。この局面で経験群の平均角速度が増した要因について、攻撃・防御の各側面からボクシング競技の特性を踏まえて考察する。攻撃面では「現代のボクシングは、パンチを連続的、かつ複合的に繰り出すコンビネーションブローが重要である」とされる⁷⁾。復元期の平均角速度が増すと、次に準備したパンチを間髪入れずに放つことが可能となり、円滑なコンビネーションブローが繰り出せると考えられる。また、防御面では、ストレートパンチを繰り出している場面は、対戦相手の放つパンチに対し、自身の腕を用いて身体の急所を守る役割が果たせない。そのため、素早く“構え”に戻さなければパンチを被弾してしまう可能性が高くなる。すなわち、ボクシングの“構え”は、パンチ動作へ即座に移れる姿勢であると同時に、顔面や腹部の急所を守る役割を果たしている。これらから、経験群では競技経験とともにパンチを繰り出した後“構え”の姿勢に戻す動作の敏捷性が向上したと考えられる。また、ボクシング競技のルールは、対戦相手にパンチをヒットさせることがポイントとなる。そのルールの印象から、初心者は、より速く、より強くパンチをヒットさせることに意識が集中しがちとなる。しかしながら、本来は対戦相手の放つパンチを被弾せずに、自分自身の繰り出すパンチを対戦相手に対して的確にヒットさせることが重要である。

本実験は、身体の一部（骨盤）の運動学的な分析に限定しているために、包括的なストレートパンチの動作分析を言及するには至らない。今後は、骨盤以外も含めた

運動学的分析を行うとともに、運動力学的な観点を合わせて検証することが必要である。

本研究では経験群と未経験群に対して、ボクシング競技の基礎的なパンチであるストレートパンチ動作において骨盤部の動きに着目した比較実験を行った。結論として、本実験結果の平均角速度の各測定項目では、加速期には群間に有意差を認められなかったが、復元期では経験群に有意に大きい結果が確認された。この結果は、ストレートパンチでは競技初心者の段階から復元期の動作を意識させ、すかさず“構え”に戻れるように指導する必要性が示唆された。

引用文献

- 1) セレス小林(監修):ボクシング上達BOOK. 成美堂出版, 東京, 2004, pp14-33, p92.
- 2) 飯田覚士:ボクシングパーフェクトマスター. 新星出版社, 東京, 2007, pp14-15.
- 3) 田中健吾, 豊嶋建広:プロとトップアスリートのパンチ力を見る. 日本機械学会誌, 1998, 101(12): 20-22.
- 4) 泉 重樹, 宮川俊平, 宮本俊和:大学ボクシング選手の腰痛と身体特性の検討. 体力科学, 2007, 56(2): 203-214.
- 5) Valentino B, Esposito LC, Fabozzo A: Electromyographic activity of a muscular group in movements specific to boxing. J Sports Med phys fitness, 1990, 30(2): 160-162.
- 6) Whiting WC, Gregor RJ, Finerman GA, et al.: Kinematic analysis of human upper extremity movements in boxing. Am J Sports Med, 1988, 16(2): 130-136.
- 7) Bogduk N, 齋藤昭彦 (訳): 腰椎・骨盤領域の臨床解剖学, 原著第4版. エルゼビア・ジャパン, 東京, 2008, p175.
- 8) 豊嶋建広, 永見邦篤: 腰部の動きと力の発現—ボクシングのパンチ力と腰部の移動距離及び速度との関係. 麗澤学際ジャーナル, 1996, 4(2): 15-23.