

### ボクシング防御動作時の体幹挙動に関する検討：スウェーイング時の胸腰椎に着目して

Miyakawa, Shumpei / 泉, 重樹 / 日浦, 幹夫 / 金岡, 恒治 / 宮本, 俊和 / 宮川, 俊平 / IZUMI, Shigeki / HIURA, Mikio / KANEOKA, Koji / MIYAMOTO, Toshikazu

---

(出版者 / Publisher)

法政大学体育・スポーツ研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学体育・スポーツ研究センター紀要 / 法政大学体育・スポーツ研究センター紀要

(巻 / Volume)

27

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

5

(発行年 / Year)

2009-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00007505>

## ボクシング防御動作時の体幹挙動に関する検討

### —スウェーイング時の胸腰椎に着目して—

## Kinematic Trunk Analysis during the Boxing Defense; Thoracolumber Spine Motion in “Swaying”

泉 重樹<sup>1)</sup>, 日浦 幹夫<sup>2)</sup>, 金岡 恒治<sup>3)</sup>, 宮本 俊和<sup>4)</sup>, 宮川 俊平<sup>4)</sup>  
Izumi Shigeki<sup>1)</sup>, Hiura Mikio<sup>2)</sup>, Kaneoka Koji<sup>3)</sup>, Miyamoto Toshikazu<sup>4)</sup>, Miyakawa Shumpei<sup>4)</sup>

所 属 1) 法政大学現代福祉学部・体育スポーツ研究センター  
2) 法政大学人間環境学部・体育スポーツ研究センター  
3) 早稲田大学スポーツ科学学術院  
4) 筑波大学大学院人間総合科学研究科スポーツ医学専攻

所在地 1) 〒194-0298 東京都町田市相原町 4342  
2) 〒102-8160 東京都千代田区富士見 2-17-1  
3) 〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15  
4) 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

### Abstract

**Objective:** The aim of this study was to analyze the three-dimensional Kinematics of the trunk between skilled and novice boxers in the boxing defense (Swaying technique). **Methods:** Eight university boxers (BOX) and seven university students without the boxing experience (CON) were subjects. The angle of thoracolumbar vertebrae was measured by the three-dimensional magnetic position sensor. The trunk angle, the hip joint angle, and the knee joint angle were measured with three-dimensional motion analysis system. **Results:** As a result of the three-dimensional magnetic position sensor, there was not the difference to thoracolumbar vertebrae extension angle, and the thoracolumbar vertebrae extension angle was about 23 degrees. From three-dimensional motion analysis, CON suited the tendency for the knee joint angle of non dominant leg to be larger than BOX ( $p=0.06$ ). **Discussion:** The possibility that a lumbar extension contributed to the low back pain onset of the boxer was suggested.

### I 緒言

ボクシングは顔面部に対する加撃が認められているという競技特性から、頭顔面部や手部の外傷・障害に関する報告が多い。Zazryn et al.<sup>1)</sup>はアマチュアボクシング(アマ)選手とプロボクシング(プロ)選手を2年間調査した結果、全外傷のうち71%が頭部に発生しており、そのうち33%が脳振盪であったことを報告している。プロ選手を対象にした研究<sup>2)</sup>で

は頭部/頸部/顔面部の外傷・障害が89.8%、ついで上肢の外傷・障害が7.4%であり、なかでも眼部が45.8%、脳振盪が15.9%と多かったとしている。アマ選手の練習時の外傷・障害に対する Jordan et al.<sup>3)</sup>の調査では上肢の外傷・障害が32.9%、下肢の外傷・障害が23.9%、頭顔面部の外傷・障害が20.6%であったとし、プロ選手の外傷・障害発生状況とは異なった結果を示している。

アマでは対戦相手に与えるダメージよりも、正確に手拳部分(ナックルパート)を相手に当てることを重視するために、頭顔面部や手部の急性外傷と同時に使いすぎによる下肢や上肢の慢性障害、特に腰痛が現場では多くみられる。泉ら<sup>4)</sup>は1年間の大学ボクシング部のトレーナー活動報告のなかで、選手の施術希望部位の中で背腰部が最も多かったと報告している。日本の大学ボクシング選手を対象とした調査では44.4%に腰痛がみられ、腰椎分離所見および椎間板変性所見がいずれも33.3%に認められたとの報告<sup>5)</sup>やアマ選手に対する外傷・障害調査の結果、対戦相手とのコンタクト部位である手部、顔面部以外の障害では腰痛が最も多く、大学生や社会人選手に比べ、競技歴の浅い高校生に多くみられていたとの報告もある<sup>6)</sup>。しかしこれまでボクシング競技において腰痛に関連した報告は少なく、同様にボクシング動作に着目した調査もみられていない。そこで本研究はボクシングの防御動作であるスウェーイング動作に着目して胸腰椎および下肢の挙動を検討することを目的とした。

## II 方法

### 1. 対象

対象は全国大会出場経験のある大学ボクシング選手8名 (Boxing群: BOX) とボクシング経験のない大学生7名 (Control群: CON) とした。BOXの身体特性は身長 $171.3 \pm 6.6$ cm、体重 $63.2 \pm 7.3$ kg、年齢 $20.3 \pm 1.8$ 歳、競技歴 $5.1 \pm 2.0$ 年であり、同様にCONは身長 $172.5 \pm 0.04$ cm、体重 $63.1 \pm 4.7$ kg、年齢 $21.6 \pm 1.1$ 歳であった。両群間において身長、体重、年齢に有意な差は認められなかった。尚、本研究は筑波大学大学院人間総合科学研究科倫理委員会の承認を得て行われた。

### 2. 動作課題

動作課題はスウェーイング動作 (以下、スウェー動作) とした。スウェー動作は主として上体を後方へ反らす (胸腰椎を伸展させる) ことによって相手の打撃範囲から逃れる防御技術であり<sup>7)</sup>、その際に脚は動かさない (Figure 1)。スウェー動作は構え姿勢から相手のパンチが被験者自身の顔面部にきたと仮定し、任意の範囲で体幹を後屈させ、直ちにもとの姿勢 (構え姿勢) に戻ることをとした。その際に下肢を動かさない (前後に踏みかえる等をしない) こととした。被験者はスウェー動作の説明をうけた後に数回練習した後、試技を行った。解析は成功試技1回とした。スウェー動作の正誤判定はボクシング経験のある評価者が試技をその場で判定し、決定した。

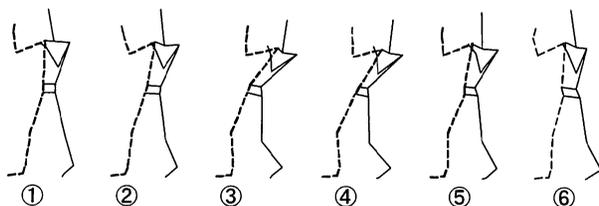


Figure 1 スウェーイング動作

①から⑥のように胸腰椎を後屈させたのち、元に戻る動作である。

### 3. 評価項目

#### 1) 磁気式三次元位置センサー

##### (1) 実験装置

体表から胸腰椎挙動を計測するため、磁気センサー式三次元空間計測装置、Flock of Birds, Ascension Technology Corporation, USA (以下、磁気式三次元位置センサー) を使用した。本装置はトランスミッターから X 軸方向を天頂とした半径 1.2m の半球内に磁界空間を作り、その中でセンサーの位置及び角度の 6 自由度を経時的に計測するものである。より高精度の測定が可能なトランスミッターからの距離は半径約 0.7m、移動精度 2.5mmRMS、角度精度 0.5° RMS、最大更新速度約 144Hz であり、磁場の影響が少ない環境下において測定可能な装置である。

### (2) 測定方法

3つのFOBのセンサーを被験者の第10胸椎 (以下、T)、第3腰椎 (以下、L)、第1仙椎 (以下、S) の棘突起上の皮膚表面に両面粘着テープを用いて貼付し、その上から弾性テープにより固定した。センサーは触診により棘突起上の皮膚表面を確認した後、貼り付けた。トランスミッターは被験者の背側に、鉛直上向きを天頂とした磁界空間の半球が作られるよう設置した。この時、身体長軸が X 軸、身体前額軸が Y 軸、身体矢状軸が Z 軸にあたる。3つのセンサーが磁界空間内に入るよう、トランスミッターは極力被験者の傍に設置した。測定更新速度を 30Hz に設定し、パンチ動作開始の約 2秒前から終了するまで測定を行った。

### (3) データ処理

試技中の体幹前後屈 (矢状面上の移動である Y 軸周りの回旋) における T、L、S の絶対角度から T の値から L の値を引いた値 (T-L)、L の値から S の値を引いた値 (L-S) 間の相対的な角度変化を経時的に求めた。T-L、L-S 間の相対角度とは、それぞれの絶対角度の差である。BOX・CON 群間で T-L、L-S 間の最大伸展時における相対角度を検討した。

## 2) 動作分析

### (1) 実験装置および測定方法

スウェー動作時の体幹前後屈角度や下肢各関節の角度を計測するため、スウェー動作を VTR で撮影し運動学的解析を行った。Figure 2 は、VTR カメラの配置状況を示したものである。本研究では被験者を高速度カメラ 2 台 (NAC 社製 HSV500C<sup>3)</sup>) を用いて、撮影スピード 250 fields/sec、シャッター速度 1/1000sec で撮影した。同期には、同期ケーブルと同期ランプを用いた。撮影範囲は X (前後) 方向 2m、Y (左右) 方向 3m、Z (鉛直) 方向 2m とした。

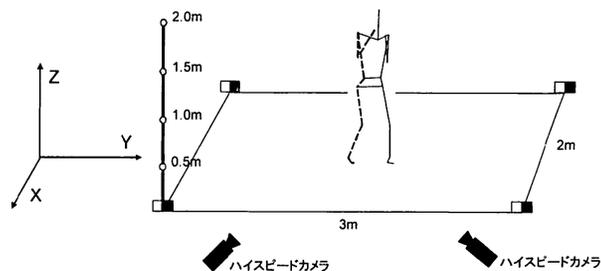


Figure 2 実験環境図

2台のハイスピードカメラを用いて図のような環境のもと、実験を行った。

### (2) データ処理

#### A) 3次元座標値の算出

Figure 3 は、身体に設定した 22 点の分析点を示したものである。撮影した VTR 画像から、1 サイクルの画像について身体計測点 (22 点) を DKH 社製 Frame-DIAS II Ver.3 を用いて 125 fields/sec でデジタル化した。2 台のカメラの VTR 画像に



Figure 3 身体分析点

動作分析(剛体リンクモデル作成)に用いた22点の身体分析点を示した。

おけるそれぞれの身体計測点とコントロールポイントの2次元座標から、DLT法により3次元座標値を算出した。

得られた座標値は、バタワース型デジタルフィルタを用いて平滑化した。遮断周波数は分析点の座標成分ごとに決定した。実際に用いた遮断周波数は各座標ともに10~15Hzの範囲であった。

#### B) 2次元座標への変換

3次元座標を基に矢状面(XZ平面)上、前額面(YZ平面)上、水平面(XY平面)上での身体計測点の2次元座標を算出した。

#### C) 関節角度の算出

本研究に用いた関節角度および部分角度を下記のように定義した。以下はいずれも矢状面(XZ平面)における角度を示し、各々の角度をBOX・CON群間で比較検討した。

##### ①肩-上前腸骨棘角度

左右肩峰の中点と左右上前腸骨棘中点を結んだ線分が移動(屈曲・伸展)する角度を肩-上前腸骨棘角度とした。スウェー動作全体の角度変化量を求めた。

##### ②肩-大転子角度

左右肩峰の中点と左右大転子中点を結んだ線分が移動(屈曲・伸展)する角度を肩-大転子角度とした。スウェー動作全体の角度変化量を求めた。

##### ③上前腸骨棘-大転子角度

左右上前腸骨棘の中点と左右大転子中点を結んだ線分が移動(屈曲・伸展)する角度を上前腸骨棘-大転子角度とした。スウェー動作全体の角度変化量を求めた。

##### ④股関節角度

上前腸骨棘と大転子を結んだ線分と、大転子と膝関節を結んだ線分がなす角を股関節角度とした。スウェー動作全体の角度変化量を求めた。利き脚(後方の脚)、非利き脚(前方の脚)それぞれについて求めた。

##### ⑤膝関節角度

股関節と膝関節を結んだ線分(大腿)と膝関節と足関節を結んだ線分(下腿)がなす角を膝関節角度とした。スウェー動作全体の角度変化量を求めた。利き脚(後方の脚)、非利

き脚(前方の脚)それぞれについて求めた。

## 4. 統計処理

測定結果は平均値±標準偏差で示した。磁気式三次元位置センサー、動作分析ともに対応のないt検定を行った。統計処理には、統計解析ツール Dr. SPSS II (SPSS社製; 東京)を用い、有意水準は5%未満とした。また危険率5%以上10%未満を傾向ありとした。

## III 結果

### 1. 磁気式三次元位置センサー

#### 1) T-L間の相対角度

T-L間の最大伸展角度の相対値はBOXが $0.2 \pm 5.3^\circ$ 、CONが $5.0 \pm 7.2^\circ$ であった。CON群が最大伸展角度は大きかったものの、2群間に有意差はなかった( $p=0.16$ , Table 1)。

#### 2) L-S間の相対角度

L-S間の最大伸展角度の相対値はBOXが $23.5 \pm 7.6^\circ$ 、CONが $22.5 \pm 7.8^\circ$ であった。2群間に有意差はなかった( $p=0.80$ , Table 1)。

Table 1 磁気式三次位置センサーによるT-L間およびL-S間の最大伸展角度

	BOX	CON	p 値
T-L 間	$0.2 \pm 5.3$	$5.0 \pm 7.2$	0.16
L-S 間	$23.5 \pm 7.6$	$22.5 \pm 7.8$	0.80

### 2. 動作分析

#### 1) 肩-上前腸骨棘角度

肩-上前腸骨棘角度の変化量はBOXが $24.6 \pm 15.4^\circ$ 、CONが $24.9 \pm 17.5^\circ$ であった。2群間に有意差はなかった( $p=0.86$ , Table 2)。

#### 2) 肩-大転子角度

肩-大転子角度の変化量はBOXが $23.7 \pm 13.5^\circ$ 、CONが $23.1 \pm 15.9^\circ$ であった。2群間に有意差はなかった( $p=0.93$ , Table 2)。

#### 3) 上前腸骨棘-大転子角度

上前腸骨棘-大転子角度の変化量はBOXが $0.5 \pm 3.8^\circ$ 、CONが $2.5 \pm 2.5^\circ$ であった。CONが伸展角度が大きかったものの、2群間に有意差はなかった( $p=0.27$ , Table 2)。

#### 4) 股関節角度

股関節角度の変化量は利き脚のBOXが $24.6 \pm 8.1^\circ$ 、CONが $29.3 \pm 13.3^\circ$ 、非利き脚のBOXが $26.7 \pm 9.1^\circ$ 、CONが $33.6 \pm 12.0^\circ$ であった。利き脚、非利き脚ともに2群間に有意差はなかった(利き脚  $p=0.41$ , 非利き脚  $p=0.23$ , Table 3)。

Table 2 体幹後屈角度の変化量

	BOX	CON	p 値
肩-上前腸骨棘	24.6 ± 15.4	24.9 ± 17.5	0.86
肩-大転子	23.7 ± 13.5	23.1 ± 15.9	0.93

### 5) 膝関節角度

膝関節角度の変化量は利き脚のBOXが $16.8 \pm 5.5^\circ$ 、CONが $20.1 \pm 12.3^\circ$ であり、2群間に有意差はなかった ( $p=0.50$ , Table 3)。

一方、非利き脚のBOXは $13.9 \pm 5.1^\circ$ 、CONは $23.1 \pm 11.5^\circ$ であった。2群間に有意な傾向が認められ、CONの方が膝関節角度変化量が大きかった ( $p=0.06$ , Table 3)。

Table 3 股関節および膝関節屈伸角度の変化量

	BOX	CON	p 値
股関節 (利)	24.6 ± 8.1	29.3 ± 13.3	0.41
股関節 (非)	26.7 ± 9.1	33.6 ± 12.0	0.23
膝関節 (利)	16.8 ± 5.5	20.1 ± 12.3	0.50
膝関節 (非)	13.9 ± 5.1	23.1 ± 11.5	0.06

## IV 考察

磁気式三次元位置センサーによる相対角度測定の結果、BOXとCON群間でT-L間、L-S間の角度に差はみられなかった。つまりスウェー動作時の胸腰椎伸展角度はボクシング経験者と未経験者の間に差はないことが示された。スウェー動作はボクシングの防御技術の中で、体幹を後屈させてパンチをよける防御技術である<sup>7)</sup>。その際には体幹、主に胸腰椎を伸展させるが、その角度はBOX、CONともに磁気式三次元位置センサーで約 $23^\circ$ 、また動作分析の結果においても肩-上前腸骨棘角度および肩-大転子角度変化量はBOX、CONともに約 $23 \sim 24^\circ$ であった。つまりボクシングのスウェー動作時の胸腰椎伸展角度はボクシングの経験に関係なく約 $23^\circ$ であることが示された。日本整形外科学会・日本リハビリテーション学会の定める胸腰部伸展の参考関節可動域は $30^\circ$ である<sup>8)</sup>。本結果からスウェー動作時の移動角度は参考可動域の約 $2/3$ をしめていることが示された。ボクシング競技においてスウェー動作の角度評価はこれまで行われていないため、本結果はスウェー動作時の胸腰椎の参考伸展角度のひとつとしての意義はあると考える。

動作分析の結果、非効き脚の膝関節の角度変化量において差が認められ、CONにおいて角度が大きい傾向が認められた。他の評価項目である肩-上前腸骨棘角度、肩-大転子角度、上前腸骨棘-大転子角度、股関節角度にはいずれも差はみられなかった。スウェー時にはボクシング未経験者の方がボクシング経験者よりも非利き脚（前側の脚）を深く屈曲して、体幹を後方へ倒すことでスウェー動作を行っている傾向

があることが示された。このことからボクシング未経験者は、ボクシング経験者よりもスウェーイングの際、胸腰椎を伸展させるとともに、膝関節をより深く屈曲させていたことが示された。

スウェー動作の指導の際、日本国内では胸腰椎を後屈させることに重点が置かれている<sup>9,10)</sup>。一方、同じスウェー動作も英国ではLay Back<sup>11)</sup>、米国ではSwayやPull<sup>12)</sup>と呼ばれており、胸腰椎を後屈することよりも、利き側の脚（後側の脚）の膝関節を屈曲することで体幹全体を後側へ倒すことを指導上、強調している<sup>11,12)</sup>。このような指導方法の違いが日本のアマチュアボクシング選手の腰痛の発症、特に脊椎分離症<sup>9)</sup>の発症要因のひとつとして考えられるとする報告もみられることから、今後も研究を継続していく必要がある。

本研究は模擬的にボクシング動作を想定して研究を行っており、オープンスキルとしての実際の試合時におけるボクシング競技中の動作とは異なっている。しかしながらボクシング競技において防御動作に着目して解析をしている報告は少ないことから、今後も研究を進めていく必要があると考えられる。

## V まとめ

ボクシング経験者群 (BOX) とボクシング未経験者群 (CON) にボクシングの胸腰椎伸展による防御動作であるスウェー動作を行わせ、磁気式三次元位置センサー、動作分析により評価した結果、BOX・CON群間の胸腰椎伸展角度に差はなかった。またいずれの群も腰椎伸展角度は約 $23^\circ$ であり、さらにCONはBOXよりも非利き脚の膝関節角度変化量が大きい傾向が認められた。

## 要旨

目的：ボクシングの経験者と未経験者を対象に、ボクシングの防御動作であるスウェーイング動作における胸腰椎および下肢の挙動を検討した。方法：大学ボクシング選手8名とボクシング経験のない一般大学生7名を対象として、磁気式三次元位置センサーによる胸椎、腰椎角度と3次元動作分析による体幹および股関節、膝関節角度を求めた。結果：磁気式三次元位置センサーの結果、胸腰椎伸展角度に差はなく、胸腰椎伸展角度は約 $23^\circ$ であった。動作分析の結果、CONはBOXよりも非利き脚の膝関節角度変化量が大きい傾向が認められた ( $p=0.06$ )。考察：ボクシング選手の腰痛発症には腰椎の伸展が関与している可能性が示唆された。

## 文献

- 1) Zazryn T, Cameron P, McCrory P (2006) A prospective cohort study of Injury in amateur and professional boxing. Br J Sports Med 40: 670-674
- 2) Zazryn T, Finch C, McCrory P (2003) A 16 year study of

- injuries to professional boxers in the state of Victoria, Australia. Br J Sports Med 37: 321-324
- 3) Jordan BD, Voy RO, Stone J (1990) Amateur Boxing Injuries at the US Olympic Training Center. The Physician and Sportsmedicine 18: 80-90
  - 4) 泉重樹, 宮本俊和, 原賢二, 池宗佐知子, 堀雅史, 宮川俊平 (2006) 大学ボクシング部におけるトレーナー活動－鍼治療を中心にした報告－, 全日本鍼灸学会雑誌 56: 815-820,
  - 5) 泉重樹, 宮川俊平, 宮本俊和 (2007) 大学ボクシング選手の腰痛と身体特性の検討, 体力科学 56(2): 203-214
  - 6) 泉重樹, 金岡恒治, 宮本俊和, 日浦幹夫, 半谷美夏, 宮川俊平: アマチュアボクシング選手の外傷・障害調査, 日本臨床スポーツ医学会誌, 2009 (in press)
  - 7) 永松栄吉 (1987) ボクシング. 成美堂出版: 東京, 70-71
  - 8) 日本整形外科学会, 日本リハビリテーション医学会 (1995) 関節可動域表示ならびに測定法. リハビリテーション医学 32: 208-217
  - 9) 豊嶋建広 (1992) トレンディボクシング. ベースボールマガジン社: 東京, 114-115
  - 10) 齋藤義信 (1994) 目で見えるボクシング. 成美堂出版: 東京, 86-88
  - 11) Blower G (2007) BOXING Training, Skills and Techniques. The Crowood Press: Wiltshire, 37
  - 12) Hatmaker M (2004) Boxing Mastery. Tracks Publishing: California, 132-135