

ボクシングのパンチ動作において、最も速く収縮し始める筋は何か

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

(出版者 / Publisher)

法政大学スポーツ健康学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学スポーツ健康学研究 / 法政大学スポーツ健康学研究

(巻 / Volume)

1

(開始ページ / Start Page)

51

(終了ページ / End Page)

56

(発行年 / Year)

2010-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00007239>

ボクシングのパンチ動作において、最も速く収縮し始める筋は何か

Which muscle begins to contract fastest in the punch of boxing?

泉 重樹¹⁾、日浦幹夫¹⁾、金岡恒治²⁾、宮本俊和³⁾、宮川俊平³⁾

Shigeki Izumi, Mikio Hiura, Koji Kaneoka, Toshikazu Miyamoto, Shumpei Miyakawa

[Abstract]

The purpose of this study was to have verified a muscle that began to contract fastest in the punch of boxing. The Fifteen university-age males with no history of chronic low back pain participated in the study. Participants were ranked as BOX (n=8) or CON (n=7). Subjects performed a straight punch with the rear arm (dominant arm). Electromyographic activity of deltoid muscle, rectus femoris muscle, rectus abdominis muscle, external oblique muscle, internal oblique muscle-transversus abdominis muscle; IO-TrA, multifidus muscle were measured. As a result, the IO-TrA was invariably the first contractive muscle in BOX and CON, supporting the hypothesized role of this muscle in spinal stiffness generation.

Key Word:

キーワード：腹横筋、大幹筋、ストレートパンチ、ボクシング

1. 緒言

現在、トレーニングで広く行われている Stabilization Exercise¹⁾やコアトレーニングの根拠として、脊椎の安定性に関する研究分野が注目されている。Bergmark²⁾は腰部および腹部筋群を、脊椎に対する機能的な違いによりグローバル筋群とローカル筋群に分類した。Panjabi^{3,4)}は脊椎の安定性について、骨-靱帯系、筋系、神経制御系の3つが合成された機能として捉えている。このモデルは脊椎の分節的安定性のための神経制御に加えて、筋、特に脊椎の内在筋群(ローカル筋)の役割を強調している¹⁾。Cholewicki et al⁵⁾らは生体力学的モデルにより、腰痛患者では体幹の深部筋群に機能異常がある可能性を示し、腰痛病因の理解と脊椎安定性においてローカル筋の重要性を示唆している。またローカル筋である腹横筋は上肢・下肢の運動方向に左右されず、脊柱を安定化させ

るために最も早く収縮する筋であると報告されている^{6,7)}。しかしながら先行研究で行われた実験は、立位での肩関節屈曲・伸展・外転⁶⁾や股関節屈曲・伸展・外転動作⁷⁾を行った際の主動筋と体幹筋群に対するものあり、実際のスポーツ動作においてこのような検証はなされていない。そこで本研究では、先行研究^{6,9)}と同様の手法を用いて、ボクシングの中心となる攻撃動作であるストレートパンチ動作の際に、最も速く収縮し始める筋を検証することを目的とした。

2. 方法

2.1 対象者

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±6.6cm、体重63.2±7.3kg、年

1) 法政大学スポーツ健康学部

2) 早稲田大学スポーツ科学学術院

3) 筑波大学大学院人間総合科学研究科スポーツ医学専攻

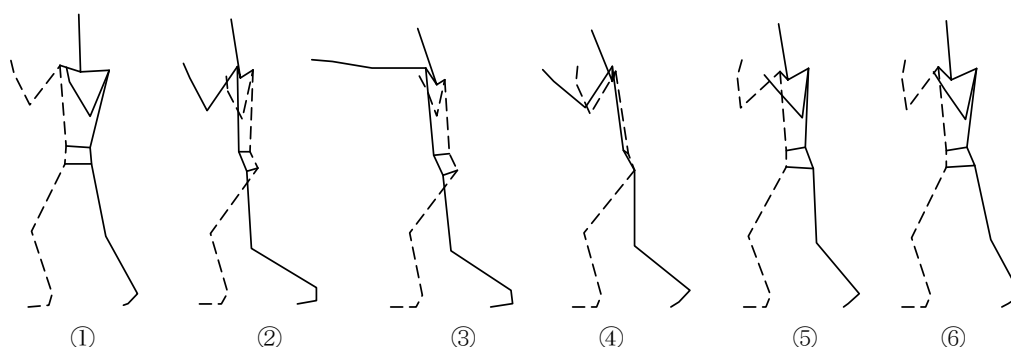


Figure1 ボクシングストレートパンチ動作

①～⑥の順に利き手（実線側）でパンチ動作を行っている様子を示している。

年齢 20.3 ± 1.8 歳、競技歴 5.1 ± 2.0 年、同様に CON は身長 172.5 ± 0.04 cm、体重 63.1 ± 4.7 kg、年齢 21.6 ± 1.1 歳であり、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。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った（承認番号 445）。

2.2 動作課題

動作課題は利き手のストレートパンチ動作（以下パンチ動作）とした。パンチ動作はまず、1.「構え」の状態から利き手（後側）の腕をまっすぐできるだけ遠くへ伸ばし、2.腕が伸びきったら、直ちに元の位置へ引き「構え」の位置に腕を戻す、以上の 1.2. をできるだけ速く行うよう指導した（Figure1）。パンチ動作を行う際の目標の高さは自身の下顎部の高さとし、数回練習を行わせた後、測定を行った。パンチ動作の正誤確認はボクシング経験のある評価者がその場で判断した。正しいパンチとして、①パンチを打つ際に脚を止めている（踏み出し動作を行わない）こと、②目標の高さが極端に上下しないこと、以上の 2 点を条件として設定した。

2.3 評価項目

パンチ動作をハイスピードカメラ（NAC 社製 HSV500C³ × 2 台）を用いて、撮影スピード 250 fields/sec、シャッタースピード 1/1000 sec で撮影し、同期した表面筋電図のデータを解析する

際の動作確認の為に用いた。同期には同期ケーブルと同期ランプを用いた。

2.3.1 表面筋電図の実験装置と測定方法

(1) 被検筋

筋電位測定の被検筋は、上肢および下肢の主動作筋と考えられる三角筋（Deltoid muscle; DEL）、大腿直筋（Rectus femoris muscle; RF）、および体幹部のグローバル筋として腹直筋（Rectus abdominis muscle; RA）、外腹斜筋（External oblique muscle; EO）、ローカル筋として内腹斜筋・腹横筋（Internal oblique muscle・Transversus abdominis muscle; IO-TrA）、多裂筋（Multifidus muscle; MF）とした⁷⁾。なお DEL、RF、RA、EO は利き手側の片側のみ、IO-TrA、MF は両側とし、以上 8 筋を被検筋をした（Figure2）。

(2) 電極貼付

電極は双極表面電極（日本光電社製；NT-511G）を使用した。電極は各筋の筋線維走行と平行になるように貼り付けた。電極間距離はすべての被検筋において 20 mm とした。貼付部位は DEL は肩峰下方 3 cm 付近の三角筋中部線維、RF は下前腸骨棘付近と膝蓋骨上縁を結んだ中央部、RA は臍より約 3 cm 外方、EO は肋骨弓後縁と腸骨稜の中間、IO-TrA は上前腸骨棘から 2 cm 内下方、MF は第 4 および第 5 腰椎棘突起間の外方 2 cm とした⁷⁾。尚、電極貼付後に各筋が特異的に働くと考えられる動作を行い、近傍の筋からのクロストークがないこ

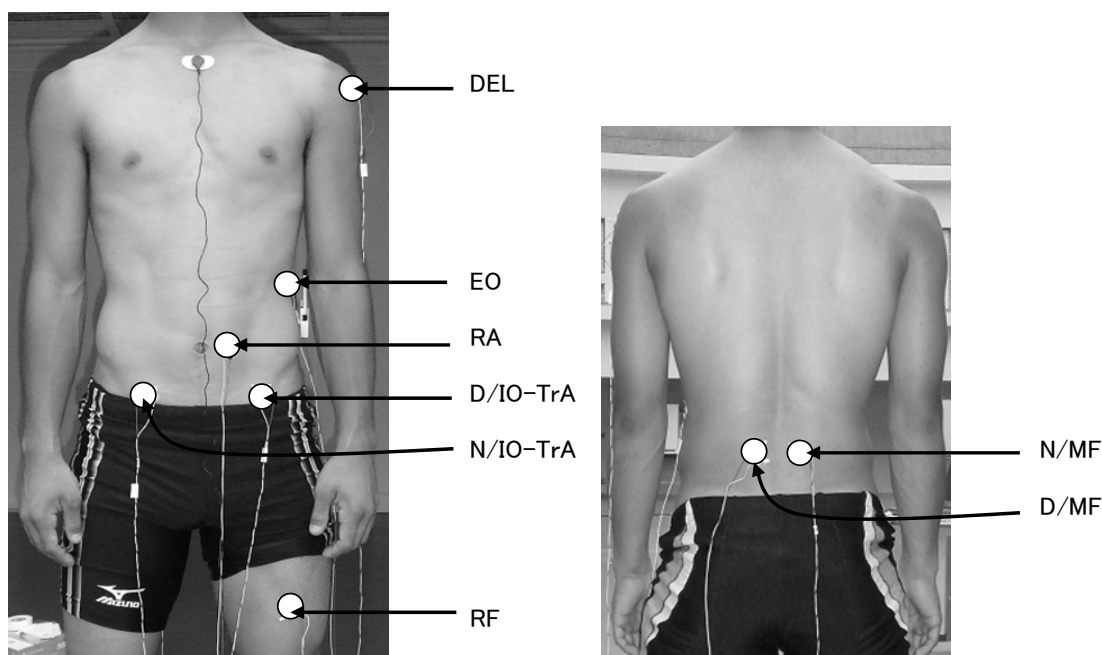


Figure2 表面筋電図の電極取り付け位置

貼付した表面電極を示した。

※DEL:三角筋 (Deltoid muscle) , RF:大腿直筋 (Rectus femoris muscle) , RA:腹直筋 (Rectus abdominis muscle) , EO:外腹斜筋 (External oblique muscle) , D/TrA-IO:利き手の内腹斜-筋腹横筋 (Dominant/Internal oblique muscle-Transversus abdominis muscle;) , N/TrA-IO:非利き手の内腹斜-筋腹横筋 (Nondominant/Internal oblique muscle-Transversus abdominis muscle) , D/MF:利き手の多裂筋 (Dominant/Multifidus muscle) , N/MF:非利き手の多裂筋 (Nondominant/Multifidus muscle)

とを確認した。

(3) データ取り込みおよび同期の設定

導出された筋電位は、Multi Telemeter(日本光電社製;WEB5000)を使用して、時定数0.03 秒で増幅し、AD 変換器(モンテシステム社製;MP100WS)によってサンプリング周波数1000Hz でA/D 変換した。変換後のデジタル信号は、生体電気信号処理ソフトAcqKnowledge version3.7.3 (Biopac Systems社製)を用いてパーソナルコンピュータ(Dell社製; Inspiron1100)に取り込み、リアルタイムモニタリングの後、保存した。

(4) データ処理

測定した筋電位は、Butterworth 型デジタルフィルタを利用して、20Hz~500Hz でバンドパスフィルタリングを行うことでムーブメントアーチ

ファクトを除去し、その後全波整流を行った。

2.3.2 検討項目

各被検者のハイスピードカメラで確認した予備動作の開始時を0 secと定義し、その時点から各筋の収縮開始時間を決定した。予備動作開始時点の決定は同一検者が5回行い、その中間の3回の平均とした。被験者が「構え」の姿勢で静止した基線の状態からの最初のEMG波形の立ち上がった時点を各筋の(パンチ動作における)収縮開始時間と定義した^{8,9)}。

2.4 統計処理

測定結果は平均値±標準偏差で示した。繰り返しの分散分析後、Bonferroni法による多重比較検定を行った。実験データの統計処理には、統

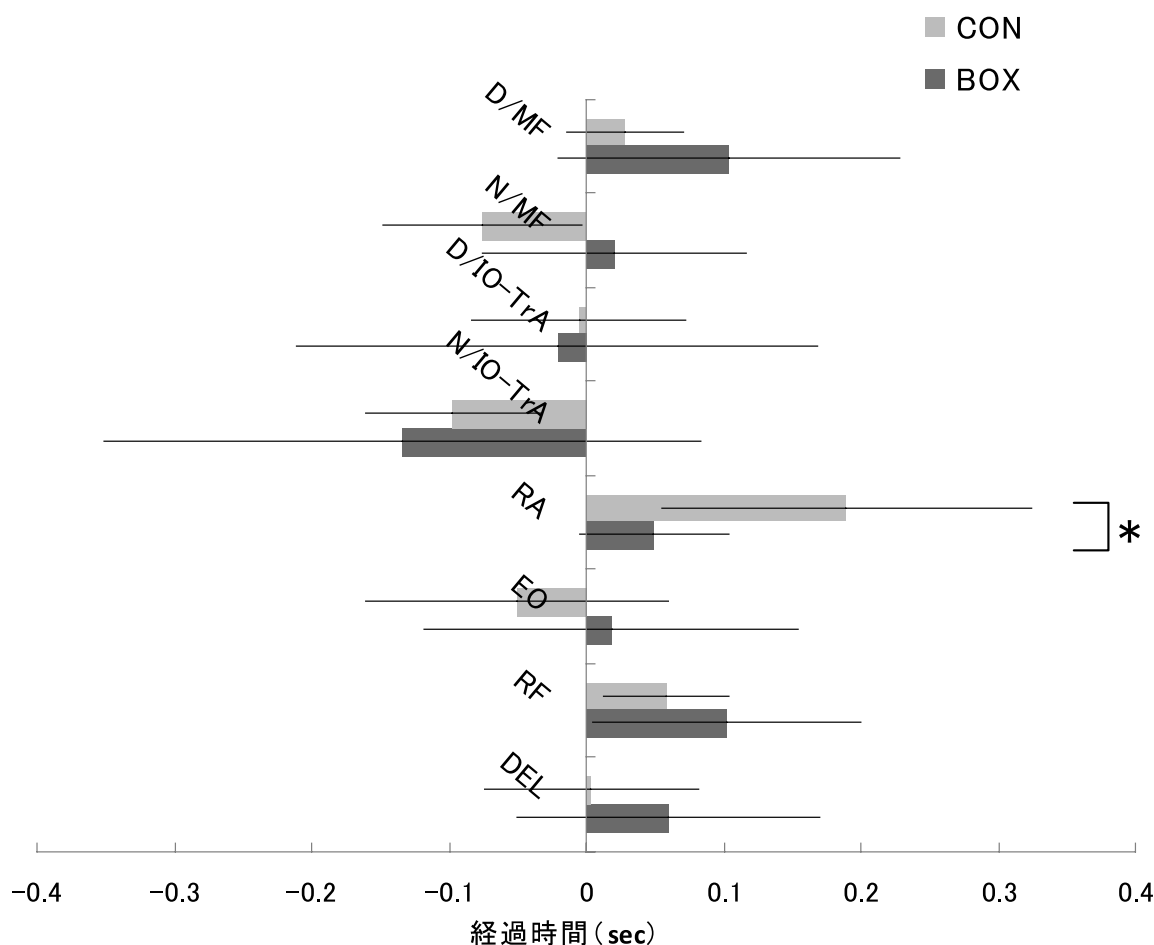


Figure3 ストレートパンチ動作時の各筋の収縮開始時間

* : $p < 0.05$

計解析ソフトDr.SPSS II (SPSS社製;東京)を用い、有意水準は危険率 5 %未満とした。

3. 結果

BOX、CON間で各筋の収縮開始時間に差が認められたのはRAのみであり、RAの収縮開始時間はCONの方が有意に遅かった。また他の筋との有意差は認められなかったもののBOX、CONの両群ともに最も早く収縮を開始していたのは非利き手側のIO-TrA (N/IO-TrA) であった (Figure3)。

4. 考察

4.1 筋の反応時間について

本研究の結果、パンチ動作開始時の筋の収縮開始時間は両群ともにN/IO-TrAが最も早く収縮し

始めていた。さらにRAでBOXとCONに有意差が認められ、BOXのほうが速かった。本結果は表面筋電図での結果ではあるものの、腹横筋が筋活動の際に最も速く収縮するとした先行研究^{6,7)}と一致していた。またHodges & Richardson¹⁰⁾は、上肢や下肢の主動作筋の収縮の前に腹横筋が収縮するのは、上肢や下肢の高速度での移動の場合のみであり、低速度では腹横筋の収縮は主動作筋に先行しなかったとしている。本結果からも高速で上肢を移動させるボクシングのパンチ動作においては、パンチ動作の経験の有無にかかわらず腹横筋が最初に収縮することで、パンチ動作に伴う上肢および体幹の移動から脊椎の安定性を得ていることが示唆された。また本研究の結果より、同じIO-TrAでも収縮開始時間に左右差がみられており、

N/IO・TrAは両群とも最も早く収縮が起こり始めていたが、D/IO・TrAは、有意差はなかったもののN/IO・TrAよりも収縮開始が遅かった。先行研究^{6,7)}では各筋の収縮開始時間を片側のみしか計測していなかったため、反対側の収縮開始時間がどのくらいの速さだったかは不明である。本研究ではIO・TrAが左右側で収縮開始時間が異なっていたことが示された。

CONのMFはBOXよりも速かったが、RFはBOXよりも有意に遅かった。先行研究でも肩関節の屈曲動作では腹直筋の収縮は遅い事が示されている一方で、MFの収縮は有意差はなかったものの速い結果を示していた⁶⁾。CONのMFの収縮開始時間が速かったことは先行研究と同様であったが、BOXでは異なっていた。

筋収縮開始時間を全体でみると、最も速く収縮を開始した筋と最も遅く収縮を開始した筋の間ではBOXが0.238秒、CONが0.296秒であり、有意差は認められなかったもののCONの方にばらつきが大きかった。Janson et al¹¹⁾は国際レベルの選手は、国内レベルやレクリエーションレベルの選手に比べて筋活動の共時性(ある活動に関わる個々の筋の収縮時間にずれがないこと)が高かったことを報告している。本結果からもBOXに共時性が高かった一方、CONにおいては共時性は低かった可能性が示された。CONでは不慣れな運動による筋収縮時間のばらつきがみられていたと考えられた。

4.2 今後の課題

先行研究において、腰痛のある者は上肢動作の際に腹横筋の収縮開始時間が、腰痛のない健常者よりも遅くなることが報告されている⁹⁾。つまり上肢の動きといった外乱に対して、ローカル筋システムが脊椎の安定性に働くといった健常者では働く機構が、腰痛者では崩れることが報告されている。本研究では先行研究において確認されていた、上肢の動作の前に脊椎のローカル筋である腹横筋が最も速く収縮することが確認できた。今後は実際に腰痛をもつものや腰痛の既往のあるもの

で、パンチ動作の際の各筋の収縮開始時間が異なるのか、その際にあるスポーツ動作に特異的な収縮の仕方がみられるのかを検討する必要がある。

パンチ動作開始に際して、先行研究で用いられていたような光によるスタート刺激を加えるかどうかは今後の検討課題である。本研究では被験者に任意の時点でパンチ動作を行わせていた。パンチ動作に慣れていないCONにとって、光刺激に反応してパンチ動作を行うことは、パンチ動作のみに比べ難易度を更にあげることにつながると考えたためである。先行研究ではLEDランプの点灯という視覚情報入力時点からの各筋の反応時間を計測していた^{6,7,9)}。光による視覚情報の入力から、中枢を介して、各筋の収縮に至るまでの時間を加味することで、本研究でみられていたデータのばらつきが防げた可能性は考えられる。

本研究は先行研究^{6,7,9)}の追試としてスポーツ動作を用いて行った。今後の課題として、実際のスポーツ動作で筋の収縮開始時間を計測する研究においては、EMGの被験筋の再考をする必要があると考えられた。スポーツ動作においては、動作自体が複雑になることもあり、前腕や下腿といった遠位まで速く動く部位の筋活動の評価も加味して、検討する必要があると考えられた。

5. 結語

ボクシング経験者(BOX)と未経験者(CON)の2群に分けて、ボクシングのストレートパンチ動作における筋収縮速度を検討した。ストレートパンチ動作の際、筋収縮開始時間は両群ともに非利き手側の内腹斜筋-腹横筋が最も速かった。腹直筋においてはBOXとCONに有意差が認められ、CONのほうが筋収縮開始時間が遅かった。

文献

- 1) Richardson C, Jull G, Hodges P, Hides J: 斎藤昭彦 訳 (2002) 脊椎の分節的安定性のための運動療法: 腰痛治療の科学的基礎と臨床. エンタプライズ: 東京, 4-146
- 2) Bergmark A (1989) Stability of the lumbar spine.

- A study in mechanical engineering. Acta Orthop Scand Suppl 230: 1-54
- 3) Panjabi M (1992) The stabilizing system of the spine Part 1: Function, dysfunction, adaption, and enhancement. Journal of Spinal Disorders 5: 383-389
 - 4) Panjabi M (1992) The stabilizing system of the spine Part 2: Neutral zone and stability hypothesis. Journal of Spinal Disorders 5: 390-397
 - 5) Cholewicki J, McGill S (1996) Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. Clin Biomech 11: 1-15
 - 6) Hodges P, Richardson C (1997) Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. Exp Brain Res 114: 362-370
 - 7) Hodges P, Richardson C (1997) Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. Phys Ther 77: 132-142
 - 8) Urquhart DM, Hodges PW, Story IH (2005) Postural activity of the abdominal muscles varies between regions of these muscles and between body positions. Gait & Posture 22: 295–301
 - 9) Hodges P, Richardson C (1996) Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. Spine 21: 2640-2650
 - 10) Hodges P, Richardson C (1997) Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. Ergonomics 40: 1220-1230
 - 11) Janson L, Archer T, Norlander T (2003) Timing in sports performance: psychophysiological analysis of technique in male and female athletes. Athletic Insight Dec 2003: Vol. 5 Issue 4