

ボクシングのパンチはどこから生まれるか ストレートパンチ（右）の筋電図実験から

鷓飼圭子* 湯浅景元**

Muscular Activity in the Straight Punch in Boxing

Keiko UKAI and Kagemoto YUASA

Abstract

In this study, we investigated which kind of muscles were activated during the boxing punch. Muscular activities were obtained from the upper and lower limbs. The instrument used in this research was a portable EMG. The muscular activity of the lower limbs was higher than that of upper limbs. Moreover, the muscular activity in punching against the mitt was higher than in shadowboxing.

1. はじめに

「腕っ節が強い」という言葉がある。一般に腕の力が強いことを言ったり、喧嘩が強いことの表現として使われる。また、「腕力」という言葉もある。こちらは腕の力のことであり、「腕力が強い」と言えば、腕の力が強いことを言っている。「腕力に訴える」とか「腕力をふるう」と言えば、相手を殴ることである。ボクシングは互いに相手を殴る。前述のごとく、腕力をふるっている。ならば、ボクサーは腕力〔腕の力〕の強い方が、相手より勝るはずである。

しかし一方で、「ボクサーは足が強いほうがよい」という言われ方もされており、ボクシングの練習生はロードワークと言われる走り込みの練習をしたりする。ボクシングのパンチは腕の力によるものなのか、そしてまた、足の力はパンチに何か影響を与えているのか。

今回、ボクシングのパンチがいったいどこから生み出されるのか、パンチ中の筋電図測定に

より検証した。

2. 方 法

・被験者

本研究の被験者はボクシング練習歴2年の女性1名である。ボクシングのレベルとしては中級クラスに属する。右利きで、パンチはジャブ〔左〕・右ストレート・フック・ボディアッパーの基本パンチをマスターした段階である。被験者の身長・体重・利き腕は、それぞれ、151cm、46kg、右であった。

・筋電図の測定

1) 方法

筋電図の測定は、携帯型ホルター筋電計(マッスルテスター ME3000, Mega Electronics Ltd.)を用いた。

測定場所は次の10ヶ所である。

1. 右上腕 三頭筋

*大学院生, **教授

- 2. 右前腕 尺側手根屈筋
- 3. 右大腿 二頭筋
- 4. 右大腿 内側広筋
- 5. 右下腿 前脛骨筋
- 6. 右下腿 腓腹筋
- 7. 左大腿 二頭筋
- 8. 左大腿 内側広筋
- 9. 左下腿 前脛骨筋
- 10. 左下腿 腓腹筋

今回使用した測定器は、同時測定可能な所が二ヶ所であるため、上記の10ヶ所を1/2, 3/4, 5/6, 7/8, 9/10の二つづつに分けて、計五回測定した。

上記の筋電図測定に先立って、それぞれの筋力の全力テストを実施し、筋電図測定を行った。

2) 条件

今回の研究では、コンビネーションパンチ^{注1}と言われる連打中の筋電図を測定した。測定したコンビネーションパンチは、ストレート^{注2}6連打(ジャブ^{注3}・ジャブ・1・2^{注4}・3・4=左・左・左・右・左・右)で、コンビネーションパンチとしては基本的なものである。右利きの場合、右ストレートは武器であることを考えて、今回の腕の筋電図は、右の測定に限った。

このような連打の場合、通常、最後の右ストレートが最も力を込めて打たれる。

測定の際、パンチのスピードを一定に保つため、メトロノームを用いた。メトロノームの拍数は176/分で20秒間の測定を行った。

さらに、パンチの力み具合の差を調べるために、シャドウ^{注5}とミット^{注6}の二種類で、パンチを打つ条件を変えて測定した。シャドウとは空打ちで、鏡の前でパンチの確認練習として行うものである。従って、シャドウの場合、パンチを打った衝撃はない。ミットは相手のはめた受け専用のグローブをめがけて打つもので、パンチの衝撃が起こる。

・パンチの動作分析

構え：肩幅程度に足を開いて、利き腕側の足

を一步引いてかかとを上げ、構える。
 ジャブ(右利き)：上記の構えのまま、左腕を前方に伸ばしきって打つ。

ストレート(右利き)：上記の構えの〔右足かかとを上げた〕まま、右足を内側に回転させる。右足回転に伴って起こる体のひねりに同期させて右腕を伸ばしきって打つ。

*注は、論文最後、7の用語説明参照。

3. 結果

実験の結果は、次のとおりであった。

・右上腕および前腕

上腕三頭筋では、全力値425 μ Vsに対し、ミットでパンチを打った時の最大値は165 μ Vsで、出力比が39%。シャドウのパンチ時の最大値が145 μ Vsで、出力比が34%となった。ミットとシャドウの比率差は5%である。前腕の尺側手根屈筋では、全力値が257 μ Vsに対し、ミットパンチの最大値が133 μ Vsで、出力比が52%。シャドウの時の最大値が118 μ Vsで、出力比が46%であった。ミットとシャドウの比率差は6%である。

また、上腕筋と前腕筋の20秒間の筋出力平均値は、前腕シャドウ53 μ Vs、ミット52 μ Vs。上腕シャドウで58 μ Vs、ミットで67 μ Vsであった。(図1・2)

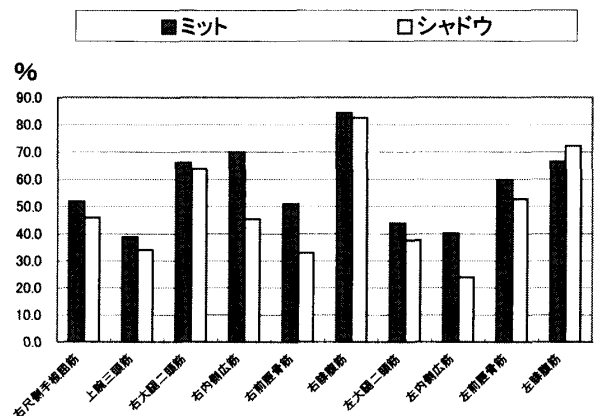


図1 連打時の最大値の全力比率

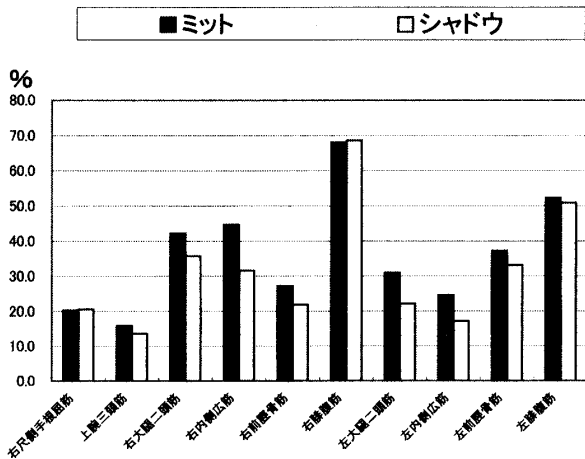


図2 連打時の平均値の全力比率

20秒間連続パンチを打っている時の上腕二頭筋と前腕尺側手根屈筋の筋電図波形は、図3・図4に示すとおりであった。図3はシャドウパンチの時のもので、図4はミットパンチの20秒間

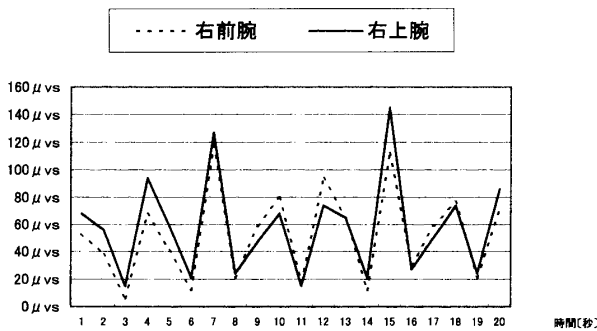


図3 右腕 シャドウ連打

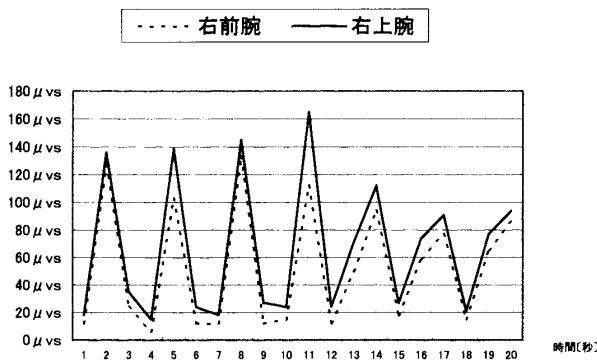


図4 右腕 ミット連打

の波形である。

ミットでもシャドウでも前腕と上腕の波形が同期した形で現れている。シャドウのパンチ時

の前腕と上腕の筋電図波形の相関係数は0.98。ミットの場合は、0.99である。

・右足大腿部

大腿部は、大腿二頭筋と内側広筋の筋電図をとった。大腿二頭筋の全力値は263 μ Vsで、ミットのパンチでは最大値174 μ Vs。シャドウでは168 μ Vsの最大値であった。ミットでの出力比は全力の66%、シャドウの出力比は64%である。内側広筋では、全力値が130 μ Vs、ミットの最大値が91 μ Vs、シャドウの最大値は59 μ Vsであった。ミットでの出力比は全力の70%、シャドウでは出力比45%になった。(図1)

二頭筋と内側筋の筋出力の平均値を見ると、二頭筋はシャドウで94 μ Vs、ミット111 μ Vs。内側筋41 μ Vs [シャドウ]、58 μ Vs [ミット]という結果である。(図2)

図5は、シャドウ20秒間連打のときの内側広筋と大腿二頭筋の波形である。図5の二つの波形の相関係数は0.80、図6はミットのパンチ時の波形だが、大腿二頭筋と内側広筋の波形の相関係数は0.81となった。

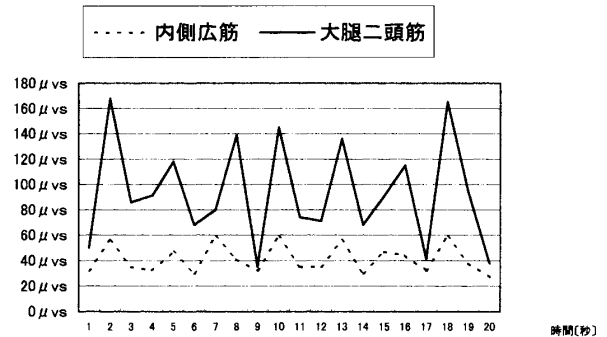


図5 右足大腿部 シャドウ連打

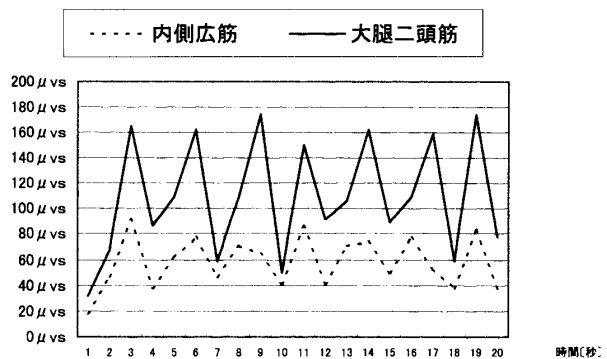


図6 右足大腿部 ミット連打

・右足下腿部

下腿部は前脛骨筋と腓腹筋で測定を行った。前脛骨筋の全力値は261 μ Vs、ミットの最大値は133 μ Vs、シャドウの最大値は86 μ Vsである。前脛骨筋のミットパンチ時の最大出力比は51%、シャドウでは全力の33%という値であった。腓腹筋においては、全力値が172 μ Vs、ミットでの最大値が145 μ Vs、シャドウで最大値142 μ Vsとなった。腓腹筋においては、最大出力比がミットで全力の84%。シャドウで83%である。(図1) 脛骨筋の出力平均値はシャドウで57 μ Vs、ミット71 μ Vs。腓腹筋平均値が118 μ Vs〔シャドウ〕、117 μ Vs〔ミット〕となった。(図2)

ミットとシャドウの連打20秒間の筋電図測定は図7・図8のようになった。

右足の前脛骨筋と腓腹筋のミットおよびシャドウそれぞれの波形の相関係数は、ミットで-0.08、シャドウで-0.26となり、互いに無相関である。

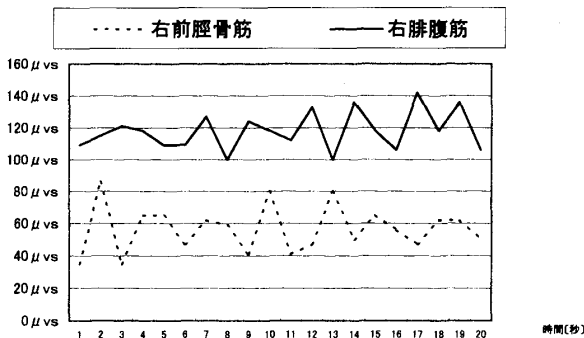


図7 右足下腿部 シャドウ連打

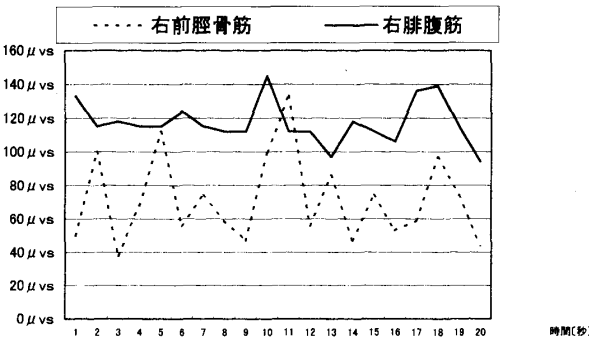


図8 右足下腿部 ミット連打

・左足大腿部

左足大腿二頭筋の全力値は367 μ Vsで、ミットの連打時に最大で159 μ Vsを記録した。これは全力値の44%である。シャドウの連打時では、最大で136 μ Vsが出ており、全力の38%の力である。左足内側広筋の全力テスト値とミット連打時の最大値とシャドウ連打時の最大値比較である。全力テストでは、309 μ Vsであったが、ミットでは最大で159 μ Vs〔全力比40%〕。シャドウでは最大で136 μ Vsとなった〔全力比38%〕。(図1) また、平均値は、大腿二頭筋80 μ Vs〔シャドウ〕、112 μ Vs〔ミット〕。内側広筋53 μ Vs〔シャドウ〕、76 μ Vs〔ミット〕である。(図2)

図9は、シャドウ20秒連打時の大腿二頭筋と内側広筋の筋電図の波形である。二つの波形の相関係数は0.68である。図10は、ミットでの20秒連打時の筋電図波形で、大腿二頭筋と内側広筋の波形の相関係数はシャドウと同じ0.68である。

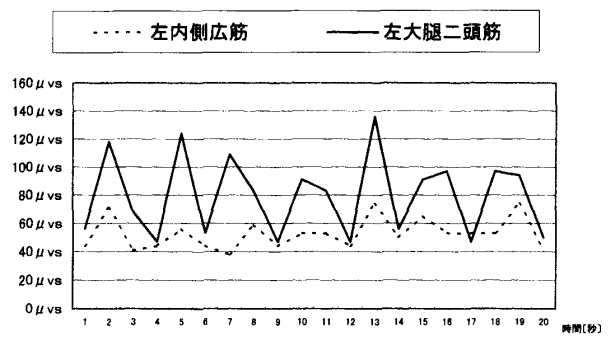


図9 左足大腿部 シャドウ連打

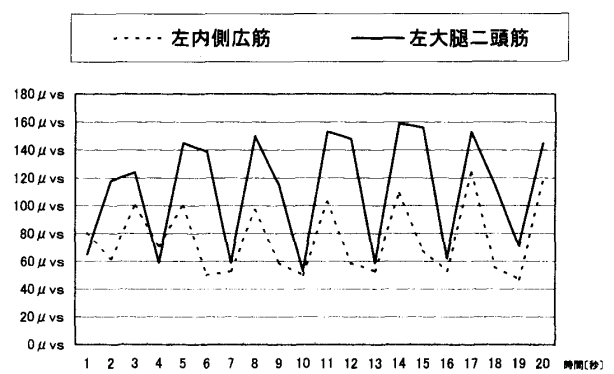


図10 左足大腿部 ミット連打

・左足下腿部

左足も右足同様、前脛骨筋と腓腹筋で測定をした。

全力テスト結果は $296\mu\text{Vs}$ 、ミット連打時の最高値は $177\mu\text{Vs}$ で全力の60%。シャドウの連打時では、最高値が $112\mu\text{Vs}$ で、全力の53%であった。腓腹筋の全力テスト結果は、 $155\mu\text{Vs}$ 。ミット連打時の最高値は $103\mu\text{Vs}$ 、シャドウ連打時では $112\mu\text{Vs}$ であった。ミットでの最高値は全力テスト結果の66%で、シャドウの連打時の最高値は全力テスト結果の72%という結果が得られた。前脛骨筋の連打中の平均値はシャドウ $98\mu\text{Vs}$ ・ミット $110\mu\text{Vs}$ で、腓腹筋では、シャドウ $79\mu\text{Vs}$ ・ミット $81\mu\text{Vs}$ という数値である。(図1・2)

シャドウ連打20秒間の筋電図波形は、図11に示した。前脛骨筋と腓腹筋の筋電波形の相関係数は、0.74である。図12は、ミット連打時の前脛骨筋と腓腹筋の筋電波形であるが、相関係数

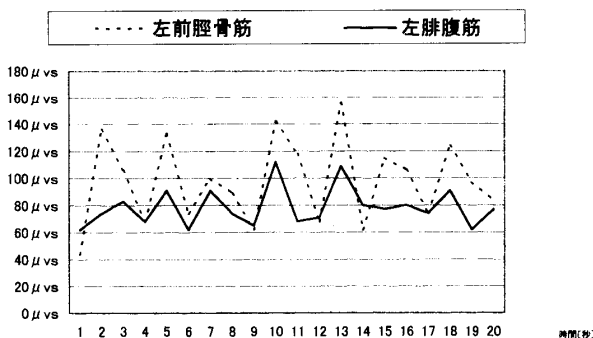


図11 左足下腿部 シャドウ連打

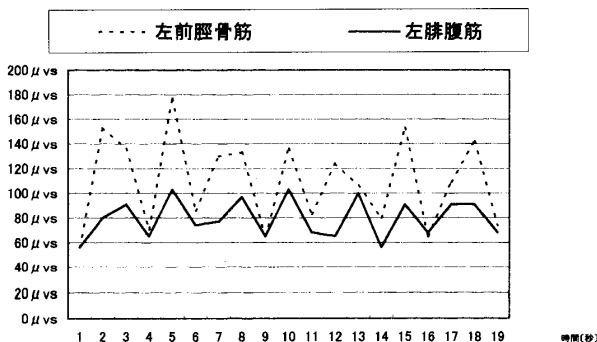


図12 左足下腿部 ミット連打

は0.8である。

連打時における左足の前脛骨筋と腓腹筋の筋出力は、右足と違って前脛骨筋の力のほうが腓腹筋の力を上回っている。これは、ミットの連打時でもシャドウの連打時でも同様であった。

4. 考 察

まず、今回の測定結果全体からいえることは、ミットとシャドウの筋出力の違いである。

ミットとシャドウで比較すると、前腕尺側屈筋と右足腓腹筋で、シャドウの値がわずかに上回ったが、それ以外は全てミットの平均値がシャドウの平均値を上回った。すなわち、実際に物をパンチしたほうが大きな筋力を出していることが分かる。特に、平均値を見ると、右足内側広筋・左足大腿二頭筋と内側広筋は、ミットを打つときに1.4倍を越える力が出力されている。これら三つの筋肉が実際のパンチのときに大きく働く事を意味する。

次に体節ごとに考察を加える。

①右腕

右腕の測定結果で特徴的な点は、ミットの連打時においても、シャドウの連打時においても、筋電図の波形の一致度が高いことである。前腕の尺側屈筋と上腕三頭筋の波形の相関係数は、シャドウ連打で0.98、ミットの時に0.99と高い相関を示している。

上腕だけを力んでパンチしているということは、この結果からは考えにくい。パンチのとき、上腕の筋肉も前腕の筋肉も同じ程度の力を出して打っている。また最高値の比率では、ミット打ちとシャドウは5%の差である。特に上腕筋の力発揮が強いとは言えない。ボクシングでは、腕の筋力の発揮は、空打ちしても、実際に物を打っても大きく変化しない。

上腕筋の筋力が前腕筋を上回ることを考慮すると、上腕は、より力んでいない状態でパンチされていると言えるだろう。

また、連打中の筋電図の波形はミット時においても、シャドウの連打時においても、スパイ

ク状に現れている。これは、6連打中、どこか一発に集中して力が発揮されていることを示唆するものである。

②右足大腿部

右足大腿部の測定結果で明らかになったことは、ボクシングのパンチの際、内側広筋の力が強く発揮されると言うことである。

シャドウとミットの比の差は25%で、シャドウに比べて、ミットの時に25%強い力が発揮されていることがわかる。さらに平均値の差では、内側広筋は、ミット連打時にシャドウの41%増である。(図1・2)

シャドウとミットの連打時の波形を見てみると、(図5・図6) シャドウでも、ミットでも二つの波形の相関係数は0.8と同じである。つまり、二頭筋と内側筋はほぼ同期して筋力発揮されるが、実際のパンチで出力の大きいのは内側筋の方だと言える。

③右足下腿部

右足下腿部の筋力発揮では、二つの特徴が抽出された。まず一点目は、腓腹筋の力発揮が大きいことである。(図1・2) 右足腓腹筋はミットのときもシャドウのときも、常に高いパワーを出している。これは、ボクシングの構えに関係する。ボクシングでは利き手側の足〔被験者の場合右足〕のかかとを常に上げた状態にいるため、このような結果になったと考えられる。

二点目は、前脛骨筋のミット連打時とシャドウ連打時の値に差があることである。実際に、物をパンチしたときには前脛骨筋が働くようだ。

また、右足下腿部では、腓腹筋と前脛骨筋の波形が同調していない。二つの波形の相関係数は、シャドウで -0.26 、ミットのときに -0.08 でどちらのときも、無相関である。ここから、ボクシングのパンチの場合、前脛骨筋と腓腹筋の働きが違うことが分かる。おそらく、腓腹筋はかかと上げのために使われ、前脛骨筋はパンチ、特に実際に物を打つときに働くと推定される。

④左足大腿部

今回の測定結果での左足大腿二頭筋の出力の特徴は、シャドウとミットにおける波形の違いである。(図9・10) 左足大腿二頭筋の筋電図では、波形が台形状に表れている。特に、ミットの連打時でその出現が多い。6回中4回が台形である。波形が台形であると言うことは、ある期間、力が持続して発揮されていると言うことである。今回6発の連打をワンセットとして20秒間パンチをしているので、ワンセットで一つの波形を作ると考えてよい。とすれば、連打ワンセット中、力が持続して発揮されていることを意味する。左足二頭筋の筋力が持続して使われるのはなぜか。

ボクシングのトレーニングでは、「右ストレートを打つとき、右足から起きる体の回転を左足で壁を作って止める」という言われ方がされることがある。今回の連打の、ジャブ・ジャブ・1・2・3・4のパンチの内、1・2・3・4で体が常に回転した状態である。この状態が台形波形となって現れているのではないだろうか。

次に、左足内側広筋について考察する。内側広筋は右足と同様、ミットとシャドウの連打時で差が出ている。スパイク状の波形からいって、内側広筋の力が、パンチに伴って発揮されていることは疑いが無いが、その働きは今回の結果からははっきりしない。左足大腿部の出力平均値をミットとシャドウで比較すると、ミットの時に大腿二頭筋で41%、内側広筋で43%、シャドウより強い力が発揮されている。この点から、左足大腿部が実際のパンチのときに大きく働くことは、間違いない。

⑤左足下腿部

左足下腿部における測定結果の特徴は、前脛骨筋の値が腓腹筋の値を上回っている点である。前脛骨筋と腓腹筋の波形の一致率は、シャドウで0.74、ミットで0.8という相関である。二つの波形を見てみると、どちらの筋肉もパンチに伴って力が発揮されているようであるが、

腓腹筋に比べ、前脛骨筋の波形のほうが振幅が大きい。左足でも、右足同様、パンチに伴って強く力が発揮されているのは前脛骨筋のほうである。

腓腹筋の波形の振幅は、前脛骨筋に比べ小さい。右足ほどではないが、腓腹筋は常に筋力が発揮された状態である。

前脛骨筋の出力が腓腹筋より大きいという点については、まず、左足はかかと上げがされていないことが理由として考えられる。二点目に考えられることは、パンチの際、左足を若干踏み込むようにして打つからということである。つまり、左足は、かかとを上げないために、右足ほど腓腹筋を使わない。またパンチの際、わずかに左足で踏み込むために前脛骨筋が使われるからというのが理由である。

通常の歩行の場合、前脛骨筋と腓腹筋は拮抗筋として働くが、今回のボクシングのパンチ測定では、右足も左足もこの二つの筋肉が拮抗して働くことはなかった。しかしながら、実戦の場合、相手を追い詰めるためにボクシングでも前進する。しかもパンチをしながらである。すなわち前進とパンチ・この二つの目的を持って、腓腹筋と前脛骨筋の筋力発揮がされることになる。「ボクシングの疲れは足にくる」と言われるが、この結果からうなずける。

また、今回の筋電図測定の結果は測定した筋肉が全て同調して働いていた。拮抗関係にある筋肉は無かった。

5. まとめ

今回の研究で分かった事は、大きく次の二点にまとめられる。

- 1) ボクシングのパンチでは、腕の筋力発揮はそれほど大きくない。
- 2) 下肢の筋力は二つの目的で発揮される。
 - 1) パンチの動作に使われる
 - 2) 実際に物を打つときに発揮される
- 1) ついては、図1・2で明らかのように、下肢の出力比率に比べ腕の比率が特に大きいということはない。

2) - 1については、シャドウにおいてもミットにおいても同程度の筋力発揮がされている部位があるということが分かった。左足腓腹筋などは、シャドウもミットも出力差がなく、しかもパンチに伴って筋出力されているスパイク状の波形である。つまり、パンチ動作をする場合には実際に物を打つかどうかにかかわらず筋力発揮されることを意味する。

2) - 2では、左右の足の内側広筋と左大腿二頭筋が大きく働くことが明らかになった。平均値でみると、ミットではシャドウのおよそ1.4倍の筋力発揮がされている。はじめに述べた点から考えると、ボクシングは、腕力ではなく、足を使ってパンチしている。腕力に任せて打つというよりは、体の回転と足の踏ん張りでパンチされていると言えそうだ。

以上が今回のまとめであるが、今回、被験者一名で実験が実施されているため、今回の結果が、被験者独特のパンチスタイルを示している危険性がある。また、今回体幹筋についてのデータを取っていないので、すべてが理解できていない可能性も残される。ボクシングのパンチを正しく検証するために、今後さらにデータを集めて、考察を深めていく必要がある。

謝 辞

今回の実験には、高木斗希夫 細井洋孝 河合宏美 小林寛幸 富田大輔 杉浦麻知世 諸氏のご協力をいただきました。ここで改めて、深く感謝の意を表します。

6. 参考文献

- 1) 湯浅景元ほか 日常生活動作およびスポーツ基本動作の骨格筋活動レベル、中京大学体育学論叢 第40巻 第二号 1999
- 2) 中西光雄 運動生理学実験 技術書院 平成5年
- 3) ファイティング原田監修「図解コーチ・ボクシング」成美堂出版 2001
- 4) ベースボール・マガジン社 イスマエル・

サラスのBOX教室「ボクシングマガジン」
No. 420p94～95 2002 6月号

7. 用語説明

- 注1) コンビネーションパンチ: 下記のワンツーパンチやほかのパンチを組み合わせで連続して打つ。
- 注2) ストレート: 利き腕を肩の高さで打つ。体の回転を伴う。
- 注3) ジャブ: 利き腕と反対側の腕を肩の高さで打つ。
- 注4) 1・2 (ワン・ツー): 上記のストレート、ジャブを連続して打つ。
- 注5) シャドウ: 鏡の前で行うパンチの確認練習 何も打たない。
- 注6) ミット: 相手のはめた受け専用のグローブをめがけて打つ。実際に物を打つ。