

## 呼吸法が把持力量に及ぼす影響

藤本 愛子<sup>1</sup>, 石倉 忠夫<sup>2</sup>

### Effects of breathing patterns on grip strength

Aiko Fujimoto<sup>1</sup>, Tadao Ishikura<sup>2</sup>

We examined how differences in breathing methods influence mechanical muscular power by measuring the amount of muscular power involved in a gripping action and evaluating the electromyography (EMG) findings for muscle during the gripping. Ten university participants were asked to grip a stylus during 10 breathing methods. We compared measurements obtained 1 s before and 1 s after the sign to initiate the breathing methods. The results showed some correlations between grip strength and grip strength on some breathing terms. The other hand, the rate of increase of EMG findings and grip strength were not significant. And the breathing term that lead to increase power or relax was different on each participant. It was thought that breathing methods lead to increase power or relax on isotonic muscular strength exhibiting are different on each person, so using breathing method suit for each person is important. Breathing and vocalism comprise many elements such as tone, volume, and timing; therefore, finding a suitable breathing or vocalism pattern for each person and sport may be an effective way to improve performance.

**[Keywords]** breathing method, vocalism, grip strength

本実験は、発声を含む呼吸法の違いが、スタイラスを握っている手の把持力量と腕の筋電位に及ぼす影響について検討した。被験者は大学生10名で、呼吸法をランダムに10条件提示した。呼吸法のスタート前1秒間(呼吸は止めている状態)と呼吸法スタート後1秒間について比較検討をした結果、いくつかの呼吸条件で筋電位と把持力量に有意な強い正の相関が見られた。しかし、呼吸法合図前と合図後で比較した筋電位と把持力量の増加率については有意な差が見られず、被験者によって呼吸法による筋発揮もしくはリラククスが行われた条件はばらばらであった。これらの結果から、等張性筋力の発揮においては、力を発揮しやすい、もしくは無駄な力を抜きやすい呼吸法は個人によって異なり、それぞれに合った呼吸法を用いることが重要であると推察される。また、呼吸や発声には、声の高さや大きさ、タイミングなど多くの要素が絡み合っていることから、個人の呼吸法の適性と合わせてそれぞれのスポーツにも適した呼吸法や発声を用いることが、よりよいパフォーマンスにつながるといえる。

**【キーワード】** 呼吸法, 発声, 把持力量

### I. 緒言

緊張した状況下でスポーツパフォーマンスを行うためには、心身の緊張をどうコントロールするかが重要となる。呼吸法に期待される、緊張のレベルを操作する効果と、それぞれのスポーツが必要とする動きの要素とを組み合わせ、意識的に発声を含む呼吸法を用いることは、心身をコントロールするうえで一つの有効な方法といえる。

例えば、呼吸のコントロールや呼吸の効果をスポーツに取り入れていることが知られている代表的な選手として、ハンマー投げの室伏広治選手、テニスのマリア・シャラポワ選手、卓球の福原愛選手などが挙げら

れる。室伏選手はハンマーを投げたあとに雄叫びをあげ、シャラポワ選手や福原選手は打球時や打球直後に大きな声を上げることが有名である。

本研究では呼吸法の一つとして発声を含むが、発声についてスポーツ分野では、オノマトペに関する研究が主流である。藤野(2005)は、運動学習のためのオノマトペデータベースを作成し、オノマトペを動作内容によってパワー、スピード、リズム、タイミングの4つに分類し、運動遂行に及ぼす影響について検討した。その結果、スポーツオノマトペを発声して運動を遂行すると、動作リズムの把握や筋力が発揮しやすくなるという長所があることを明らかにしている。さらにSato et al., (2006)は、聞こえる音の大きさが大

1 同志社大学大学院スポーツ健康科学研究科博士後期課程 (Graduate school of Health and Sports Science, Doshisha University)

2 同志社大学スポーツ健康科学部 (Faculty of Health and Sports Science, Doshisha University)

きくなる程、重りを持ち上げる力も増加することを明らかにしている。藤野ほか(2007)も、運動教育に用いるオノマトペの基本周波数が握力に及ぼす影響について着目し、オノマトペの基本周波数刺激に伴う握力を測定した結果、高周波になるほど握力が増大する傾向が確認されている。

また、木島・調枝(2006)による研究では、「グッ」音と「キュッ」音のそれぞれ長音と短音を聞かせたときの把持力量の変化を検討し、日常的に「グッ」音は「キュッ」音より大きな力量発揮を指示し、長音を聞かせることで動作時間が延長されることを明らかにした。つまり、実際に声を出さず、音を聞いただけでもオノマトペを発声した場合と同様の効果が得られるということである。

オノマトペという言葉を使用していない研究では、「掛け声」や「怒声」として扱われている。林・脇田(2004)は、動作前の掛け声は、全身反応時間を短縮させ、筋放電量や力積を増加させ、さらには平均発揮筋力も優位に増大したことを報告している。また、大城戸ほか(2002)による研究では、少林寺拳法の蹴り動作における呼吸運動の分析として、呼吸無し条件に比べて怒声有り条件で蹴り動作の上下・前後速度が約25%高値を示した。更に山本・漢那・大道(2002)の、拳法突き動作におけるSHOUT効果についての研究では、少林寺拳法の逆突き動作において、呼吸無し条件→息を吐く条件→SHOUT条件の順で有意に上下前後方向の重心速度が速くなることを報告している。他にも、Ki, Kiai, Kiap (Amy S. Welch, Mark Tschampl 2012) や、Grunt (Sinnert and Kingstone, 2010) という言葉を用いて研究がおこなわれている。

これらの研究により、呼吸およびオノマトペの使用には、筋力の発揮やリラクセス、反応時間の短縮、動作リズムやタイミングの把握など多岐に渡る面でプラスの効果があるということがわかる。そのため、このような様々な効果を理解した上で、それぞれのスポーツ種目に適した呼吸法を利用することは、スポーツパフォーマンスの発揮に効果的であると考えられる。そこで本実験では、発声方法を呼吸法の一部としてとらえ、静的な動作において呼吸法が把持力量に与える影響について検討を行うことを目的とした。

## II. 方法

### (1) 被験者

本実験は同志社大学「人を対象とする研究」に関する倫理審査委員会規程に基づく審査に申請し、承認を得た上で実施した。運動部所属経験者と運動部所属経験のないものでは握力発揮に大きな差が生まれる可能

性がある。これらの要素を排除するため、現運動部員または運動部所属経験のある右手利きで20～23歳(21.6 ± 0.7歳)の学生10名(男性7名、女性3名)に依頼者した。

### (2) 課題と手順

被験者に課題について説明を行い、同意書に署名をさせた後、椅子に座った状態で課題を行った。課題は、テニスラケットのグリップ部分を右手で握り続けながら、10種類の呼吸法をランダムな順序で遂行することであった。実験は個別に行い、肘は机に置いて動かさないように指示した。把持圧力および、筋電位はPolymate II (ティアック株式会社製)を用いて測定を行った。

まず、把持圧力は、圧力センサー(ニホンサンテック株式会社製 MaP1783PSW-S1)が人差し指根元に接触するようにしてグリップに貼り付け、圧・屈曲アンブ(ニホンサンテック株式会社製 MaP1783PBA)に接続して把持力量を測定した。また、橈側手根屈筋部の筋電位については電極を用いて皮膚表面より導出した。把持力量に関しては、Knudson and White (1963)が、テニスのストローク時の握力は小指球隆起一人差し指根元—小指球隆起の順にピークが出現したと報告しているため、人差し指根元部分を取り上げた。筋電位に関しては、「握る」という動作を行う研究で橈側手根屈筋部が測定されていたため、それに倣うこととした(松本, 1999)。

手順としては、まず初めに被験者がパソコン画面上の圧力センサーの波形を見て一定の把持力量(1kg)を維持するよう教示を与えた。次に10種類の呼吸条件を1回ずつ練習させた。その後、各呼吸条件につき5試行ずつの試行となるように、合計50試行をランダムな順序で行わせた。また、試行間では把持による筋疲労を避けるため5秒間スタイラスから手を離すよう指示した。教示は、実験用ソフト(E-Prime Pro 2.0, Psychology Software Tools, Inc.)を使用し、被験者正面に設置したパソコン画面(MITSUBISHI社製 Diamondcrysta RDT231WLM 23インチディスプレイ)に映し出した。

### (3) 教示

呼吸条件は以下の10種類を表示し、これらの呼吸条件を、開始合図音の後に遂行させた。

1. 教示無し
2. 一瞬息を吐く
3. 3秒間息を吐く
4. 一瞬力の入る声を出す
5. 3秒間力の入る声を出す

6. 一瞬力の抜ける声を出す
7. 3秒間力の抜ける声を出す
8. 止息
9. 一瞬息を吸う
10. 3秒間息を吸う

また、比較のために開始合図音の前3秒間は息を止めた状態を維持させた。

#### (4) データ分析と依存変数

依存変数は、グリップを握る把持力量と筋電位であった。それぞれの数値を、各試行の開始合図音の前1秒と後1秒に分け、合図の前後での変化を分析した。筋電位と把持力量は、開始合図前1秒間の平均の数値を100%としたときの開始合図後1秒間の平均数値の割合を算出し、増減の程度に注目した。

また、各呼吸条件の筋電位と把持力量の関連性を被験者ごとに検討した。

#### (5) 統計分析

筋電位と把持力量における変化率の条件比較は、一要因の分散分析を用いた。筋電位と把持力量の相関についてはピアソンの相関係数を用いた。統計分析にはパッケージソフト IBM SPSS Ver. 23.0J (IBM SPSS Japan, Inc., Japan) を用い、有意水準は5%とした。

### Ⅲ. 結果

#### (1) 筋電位と把持力量の変化率（増加率）について

図1および図2は、各呼吸条件下における呼吸法開始合図前1秒間から合図後1秒間にかけての増加率を

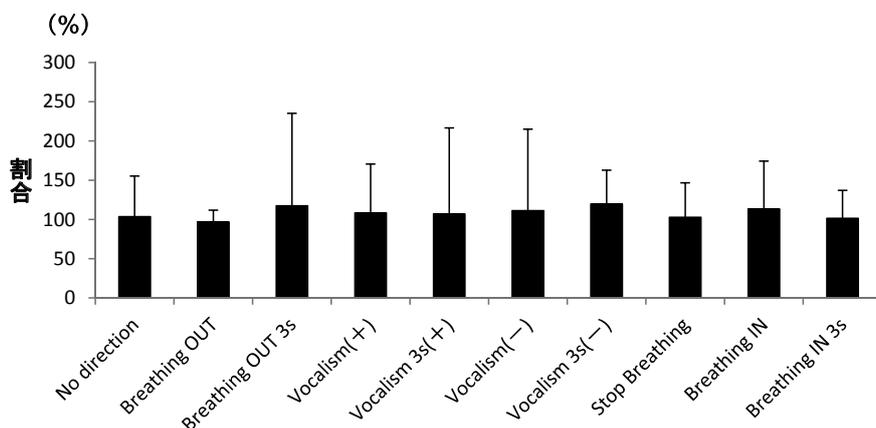


図1 呼吸法開始合図前1秒間の平均値を100%としたときの、後1秒間の筋電位平均数値の増減割合  
(呼吸条件: No direction…指示無し. Breathing OUT…一瞬息を吐く. Breathing OUT 3s…3秒間息を吐く. Vocalism (+) …一瞬力の入る声を出す. Vocalism 3s (+) …3秒間力の入る声を出す. Vocalism (-) …一瞬力の抜ける声を出す. Vocalism 3s(-)…3秒間力の抜ける声を出す. Stop Breathing…止息. Breathing IN…一瞬息を吸う. Breathing IN 3s…3秒間息を吸う)

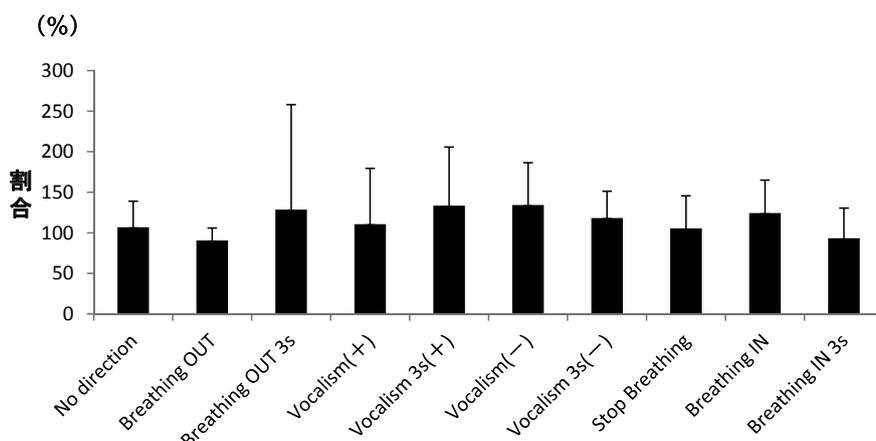


図2 呼吸法開始合図前1秒間の平均値を100%としたときの、後1秒間の把持力量平均数値の増減割合  
(呼吸条件: No direction…指示無し. Breathing OUT…一瞬息を吐く. Breathing OUT 3s…3秒間息を吐く. Vocalism (+) …一瞬力の入る声を出す. Vocalism 3s (+) …3秒間力の入る声を出す. Vocalism (-) …一瞬力の抜ける声を出す. Vocalism 3s(-)…3秒間力の抜ける声を出す. Stop Breathing…止息. Breathing IN…一瞬息を吸う. Breathing IN 3s…3秒間息を吸う)

示したものである。筋電位と把持力量における変化率の条件比較を一要因の分散分析を用いて行った結果、条件間に有意な差は見られなかった。有意差は見られなかったものの、筋電位および把持力量において、「一瞬息を吐く」条件で100%を下回り、3秒間息を吐く条件および発声条件では筋力が増加するという特徴が見られた。

### (2) 各条件での筋電位と把持力量の相関について

筋電位と把持力量の、条件ごとの相関について検討を行ったところ、10条件中「教示なし」( $r=.92$ )、「3秒間息を吐く」( $r=.97$ )、「一瞬力が抜ける声を出す」( $r=.92$ )、「一瞬息を吸う」( $r=.89$ )の4条件で有意な強い正の相関 ( $p<.01$ ) が、「3秒間息を吸う」( $r=.67$ )条件でも有意な中程度の正の相関 ( $p<.05$ ) が示された(表1)。

### (3) 条件ごとの分散について

個人によって力が入りやすい、もしくは抜きやすい呼吸法が異なる可能性を考え、筋電位と把持力量について条件ごとに分散の差の検定を行ったが、全ての条件で有意な差は見られなかった。しかし、図1および2より、「一瞬息を吐く」条件では分散が小さく、各発声条件と特に「3秒間息を吐く」条件で分散が大きいという特徴が見られた。

表1 各条件下における筋電位と把持力量の相関

呼吸条件	相関係数
No direction	.92 **
Breathing OUT	.49
Breathing OUT 3s	.97 **
Vocalism(+)	.49
Vocalism 3s(+)	.42
Vocalism(-)	.92 **
Vocalism 3s(-)	.20
Stop Breathing	-.19
Breathing IN	.89 **
Breathing IN 3s	.67 *

\*  $p<.05$

\*\*  $p<.01$

(呼吸条件: No direction…教示無し. Breathing OUT…一瞬息を吐く. Breathing OUT 3s…3秒間息を吐く. Vocalism (+) …一瞬力の入る声を出す. Vocalism 3s (+) …3秒間力の入る声を出す. Vocalism (-) …一瞬力の抜ける声を出す. Vocalism 3s (-) …3秒間力の抜ける声を出す. Stop Breathing…止息. Breathing IN…一瞬息を吸う. Breathing IN 3s…3秒間息を吸う)

## IV. 考察

筋電位と把持力量の変化率に有意な差が見られなかったことについては、呼吸条件によって個人差が大きいことや、動作を伴わない課題であるため呼吸法と身体の動きがうまくリンクしなかった可能性が挙げられる。この点については、今後の展開として、なんらかの動作を伴って呼吸法を実施することで、身体の動きと呼吸がうまくリンクし、筋力の発揮またはリラックスが現れるという仮定に基づいて再度実験を行う必要があると思われる。

しかし、図1および2より、有意差は見られないながらも力が抜ける声を出す条件でも筋発揮が予想外に増加した可能性があり、なんらかの言葉を発することによって無意識に力が入るということも考えられる。

筋電位と把持力量に強度、もしくは中程度の有意な正の相関が見られた10条件中5つの条件においては、筋電位を測定した橈骨手根屈筋部と把持力量を測定した人差し指付け根部分の握力の筋発揮のタイミングや大きさがほぼ一致した結果であるといえる。また、有意差が見られなかったその他の5つの条件では、筋発揮のタイミング、及びどの条件で筋力が増加もしくは減少するかなどが、腕と手の二つの部位の間にずれが生じていたのではないかと推察される。

藤野ほか(2005)は、スポーツオノマトペを発声して運動を遂行すると、動作リズムの把握や筋力が発揮しやすくなると述べている。しかしながら、本実験の相関関係の結果からは、力が出そうな声を出す条件やすばやく息を吐く条件では腕と手のタイミングや筋発揮が他の条件に比べて一致しにくく、ゆっくり息を吐いたり、力が抜けそうな声を短く発したり、素早く息を吸ったりという呼吸法を用いた方が、腕と手の動きをスムーズに一致させる可能性が示唆された。

また、本実験では「一瞬息を吐く」条件に比べ、「3秒間息を吐く」条件と「3秒間力の入る声を出す」条件で分散が大きく、個人差が見られた。したがって、3秒間呼吸法を続ける方法は個人差が大きく、個人によって向き不向きが有る、もしくは筋力のコントロールが難しくなる傾向があると言えよう。

実際のスポーツの場面では動きの中で呼吸および発声を伴うことが多いが、今回の実験では静的な動作のために筋発揮と呼吸法との関連性が出づかった可能性が考えられる。今後の展開としては等張性の筋発揮ではなく動きや自由な筋発揮を伴った課題を設定し、その中での呼吸法の影響を検討していく必要がある。

## V. 結論

本研究は大学生を対象とし、小筋運動における意識的呼吸の利用が等張性筋力の発揮にどのような影響を及ぼすかについて、筋電位と把持力量を測定し検討を行った。実験では、座位姿勢でスタイラスを握り、デスクトップ上の指示に従い試行ごとに表示される呼吸条件をスタートの合図で実施するよう指示した。呼吸条件は息を吐く、吸う、止める、その他発声を伴う条件をランダムで提示した。本実験の結果、等張性筋力の発揮課題においては個人に適した呼吸法がそれぞれ異なり、今回の実験では筋発揮もしくは無駄な力を抜くための呼吸法を確立するまでには至らなかった。しかし、身体の各部位での筋発揮のタイミングや大きさを一致させるのに、呼吸法の違いが影響を及ぼす可能性が示唆された。

## 参考文献

- Amy S. Welch, Mark Tschampl., Something to Shout About: A simple, Quick Performance Enhancement Technique Improved Strength in Both Experts and Novices. *Sport Psychology*. 24(4), 418-428. 2012.
- 藤野良孝, 井上康生, 吉川政夫, 仁科エミ, 山田恒夫. 運動学習者のためのスポーツオノマトベ電子辞典の開発と評価. *日本教育工学会論文誌*, 29 (4), 515-525, 2005.
- 藤野良孝. スポーツオノマトペ—なぜ一流選手は声をだすのか—. 小学館, 2008.
- 林和哉, 脇田祐久. 反応動作時における自発的『掛け声』の影響. 三重大学教育学部研究紀要 (自然科学), 55, 75-84, 2004.
- 木島章文, 調枝孝治. オノマトベの音韻要素が高速する把持動作の量的・質的パラメータ. *体育学研究*, 51, 663-675, 2006.
- Knudson, D.V. & White, S.C. Forces on the hand in the tennis forehand drive: application of young adult men. *Journal of Sports Medicine*. 3(1), 1-5, 1963.
- 松本直子, 大築立志. 課題の達成要求度が打球動作の失敗に及ぼす影響. *奈良女子大学スポーツ科学研究*, 1, 63-72, 1999.
- 大城戸道生, 小堀重和, 見波静, 漢那朝伸, 大道等. 武道の基本動作における呼吸運動の分析—蹴り動作における怒声について—. *武道学研究*, 35, 22, 2002.
- 佐野直樹, 山田拓実, 三沢和弥, 夏井けい子, 額谷一夫. 3次元運動解析による呼吸様式の比較. *東京保健科学学会誌*, 1 (2), 68-71, 1999.
- Sato, T., Oyama, K., Iimura, M., Kobayashi, H. & Tanaka, K. Control of human generating Force by Use of Acoustic Information—Utilization of Onomatopoeic Utterance. *JSME international Journal. series C, Mechanical systems, machine elements and manufacturing*. 49(3), 687-694, 2006.
- Sinnett, S., & Kingstone, A. Are grunters cheaters? The effects of grunting when judging the direction of a tennis shot. *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1489-1492, 2010.
- Welch, A.S., & Tschampl, M. Something to Shout About: A simple, Quick Performance Enhancement Technique Improved Strength in Both Experts and Novices. *Sport Psychology*. 24(4), 418-428, 2012.