

〈研究・調査報告〉

呼吸法による違いが身体機能、運動パフォーマンスに及ぼす影響 (第1報)

栗原 靖 ・ 大杉 紘徳
森藤 武 ・ 窓場 勝之

【要旨】

「目的」呼吸法の違いが身体機能・運動パフォーマンスに及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。「対象、方法」対象は成人女性7名とした。呼吸法は、口呼吸、鼻呼吸の2種類を実施した。検査項目は、自律神経機能、身体機能・運動パフォーマンス（集中力、バランス、柔軟性、筋力、瞬発性）とし、各呼吸法実施中の値を算出した。分析は、検査項目から得られた値を用い、口呼吸と鼻呼吸による違いを比較した。「結果」自律神経系、集中力、バランス機能に有意差が生じ、口呼吸は自律神経機能である交感神経活動が高く、鼻呼吸は集中力、バランス機能が高値となる傾向がみられた。その他、有意差は認められなかった。「結論」呼吸法の違いが身体機能に影響を及ぼす可能性が示唆された。運動パフォーマンスへの影響については、より高強度の運動条件下で検証を行い、引き続き、アスリートの呼吸トレーニング法構築に向けた基礎データを収集していく予定である。

キーワード：口呼吸、鼻呼吸、身体機能、運動パフォーマンス

1. はじめに

近年、アスリートの競技パフォーマンス向上に心理面の強化が認知され、そのサポートの必要な実践の場が増えている（徳永、2004 立谷、1999）。練習で培った能力を本番で発揮するためには、競技中に生じる緊張や不安に対して適切に対処できなければならない。徳永（2003）は、アスリートが競技中に能力を十分に発揮させるために必要な心理面として、「心理的競技能力」の向上が必要になることを述べている。メンタルトレーニングは、この心理的競技能力の向上における代表的なアプローチ方法の1つとなる（Hodge、2007）。

メンタルトレーニングとは、継続的に心理面のトレーニングを行い、緊張や不安などの問題や課題を克服する方法であり、年齢や性別、競技、種目に関わらず幅広く用いられている。

メンタルトレーニングの具体的な方法としては、イメージトレーニングやリラクゼーショントレーニングが一般的に知られている。村上ら（2000）は、高校テニス部選手を対象に自

立訓練とイメージトレーニングを用いたメンタルトレーニングを週2回、約3ヶ月間実施した。その結果、プログラムの実施後に心理的競技能力に顕著な向上がみられたことを報告している。その他、リラクゼーショントレーニングの代表的なものに呼吸法が挙げられ、この呼吸法を用いたトレーニング効果に関する報告が散見される（深見、2015 笹場、2016）。

本研究では、リラクゼーショントレーニングの一技法である呼吸法に着目している。呼吸法により、身体的および心理的なリラクゼーションを同時に行うことが可能とされる（春木、1993）。緊張や不安といった心理的な要素は、セロトニンと呼ばれる神経伝達物質の抑制に関連がある。有田ら（2012）は、セロトニンの活性化と呼吸法について研究を行い、呼吸法の訓練実施前後において血中のセロトニン濃度が増加したことを報告している。すなわち、呼吸法は心理的なリラクゼーションに効果を発揮できる可能性が示されている。しかし、呼吸法の実施が身体的活動に与える影響について、実際の身体機能や運動パフォーマンスを指標として定量的に検討した報告は限られている。呼吸法は、胸式呼吸と腹式呼吸（深見、2015）や、口呼吸と鼻呼吸を用いた分類（瀧、2017）があり、各競技場面および競技特性に応じた呼吸法の実施が必要とされるが、その実践に向けた基礎データが十分に得られていない。

そこで本研究では、口呼吸と鼻呼吸を用いた方法に着目し、この呼吸法による違いが身体機能、運動パフォーマンスに及ぼす影響について検証することを目的とした。今回の結果は、呼吸トレーニング法の構築に向けた基礎データとして収集する。

2. 対象と方法

2.1 対象

対象は、本学の理学療法学科に所属する成人女性7名（身長； 157.0 ± 2.8 cm、体重； 52.0 ± 2.6 kg、年齢； 20.3 ± 0.4 歳）とした。対象者全員、呼吸器疾患および過去6ヶ月以内に整形外科的既往がなかった。対象者には、ヘルシンキ宣言をもとに、保護・権利の優先、参加・中止の自由、研究内容、身体への影響などを口頭および文書にて説明し、同意が得られた者のみに測定を行った。本研究は城西国際大学研究倫理審査委員会の承認を得ている（承認番号01W190023、受理日2019年10月1日）。

2.2 方法

2.2.1 呼吸法

呼吸法は、自然呼吸・口呼吸・鼻呼吸に分類した。自然呼吸は、普段対象者が行っている自然な方法とした。なお、本対象者の自然呼吸方法について、口・鼻呼吸の優位性を確認したところ、どちらかが自覚的に優位であると認識している者はいなかった。山西（1977）らの方法を参考に、口呼吸は鼻腔内にガーゼを詰め、鼻腔での呼吸が制限できるようにテー

プで覆った。鼻呼吸は口をテープで覆うように固定し、口での呼吸が制限できるようにした。

2.2.2 身体機能・運動パフォーマンス

自律神経機能の測定には、ウェアラブル心拍センサ（MyBeat、ユニオンツール社製）を用いた。貼付箇所は左鎖骨部の中央から 5cm 下の部分とし、心拍変動（R-R 間隔）データを解析した。周波数解析から求められる心拍変動の低周波帯域（LF）は、交感神経活動と副交感神経活動を反映し、高周波帯域（HF）については副交感神経活動を反映するとしている（飯塚、2011）。本研究では、10 分間計測した平均値を抽出し、LF に対する HF の大きさ（LF/HF）を自律神経機能の指標とした。それぞれの呼吸条件（口呼吸・鼻呼吸）で得た LF/HF を正常呼吸時の LF/HF の値で除し、その変化率（LF/HF 変化量）で自律神経機能を評価した。

集中力機能の測定には、持続性注意集中力検査（Continuous Performance Test: CPT、日本高次脳機能学会）を用いた。CPT は持続性注意力を客観的に評価するために開発された検査である（Rosvold、1956）。PC 画面上に数字が提示され、ターゲットとなる数字が表示された際に、決められたキーをできるだけ速く押すように指示した。数字が表示される間隔は 1-2 秒間のランダムとなっており、合計 3 分間実施する。本研究では、数回の練習施行後、1 回の測定を実施した。本検査で得られる平均反応時間を抽出し、その値を集中力機能とした。

バランス機能の測定には重心動揺計（アニマ社製）を用い、望月らが考案した姿勢安定度評価指標（Index of Postural Stability : IPS）を測定した（望月、2000）。IPS は Berg Balance Scale と強い相関関係にあることが報告されている（望月、2000）。IPS を求めるために、中央および前方・後方・右方・左方の順で重心移動した位置において、大きな重心変化がおさまって安定した時点から重心動揺を測定した。重心動揺の測定時間は 15 秒間とした。対象者には前方を注視したまま安定して立位を保てる範囲で静止し、前方では「踵を浮かさないように、できる限り爪先に体重をかけるように前方へ重心を移動する」、後方では「爪先を浮かさないように、できる限り踵に体重をかけるに後方へ重心を移動する」、左右では「重心の移動の際に足底が浮かないようにしてできる限り移動する」と指示をした。IPS は、 $\log \left[\frac{\text{安定性限界面積} + \text{重心動揺面積}}{\text{重心動揺面積}} \right]$ として算出した。安定性限界面積は前後、左右の重心移動位置における平均重心位置の距離を乗じた矩形面積として算出した。重心動揺面積は中央・前方・後方・右方・左方に重心移動した位置における 15 秒間の矩形重心動揺面積の平均値を用いた。測定は各方向に 1 回のみとし、測定順序はランダムにした。

柔軟性機能の測定は、立位体前屈測定機器（竹井機器社製）を用い、指床間距離（Finger Flore Distance : FFD）を指標とした。台の位置を 0cm とし、それより上方をマイナス、下方をプラスと定義した。測定開始肢位は、40cm 台の上に裸足で立ち、母趾間はやや開いた状態で足部を平行に保ち、膝は完全伸展位とした。その後、反動をつけずに上半身を前方に可能な限り前屈した。左右第 3 指の指先と台の距離を 2 回測定し、高値の結果を採用した。

全身の筋力機能の測定は握力計を用いた握力とした。握力は高齢者の全身筋力を反映するとされるが（池田、2011）、若年成人女性においても握力によって全身的な筋力予測ができる可能性が示されている（金指、2014）。握力計の幅は、第 2 指 PIP 関節 90°となるように調整した。測定の姿勢は直立位とし、握力計が身体に触れないように実施した。測定は左右交互に 2 回ずつ実施し、それぞれの高値から得た平均値を採用した。

瞬発性機能の測定は垂直跳びを採用した。垂直跳びの跳躍高は、瞬発性機能の指標として報告されている（de Ruiter、2006）。本研究では、垂直跳び測定器（竹井機器社製）を用いて実施した。膝を十分に曲げた肢位から反動をつけ、できるだけ高く垂直方向に跳びあがるように指示をした。測定は 2 回実施し、高値を採用した。

2.2.3 研究手順

研究は 2 つの呼吸条件（口呼吸・鼻呼吸）を対象者ごとにランダムに選択して、以下の手順で実施した。静かな環境を整えた計測室にて 10 分間の安静座位姿勢を保った後、自然呼吸時の自律神経機能の計測を 10 分間行った。その後、口呼吸および鼻呼吸の準備を行い、安静座位姿勢にて 10 分間の呼吸調整を行った。口呼吸および鼻呼吸時における自律神経機能の測定を 10 分間した後、それぞれの呼吸条件（口呼吸・鼻呼吸）のもとで身体機能・運動パフォーマンスの測定を実施した。身体機能・運動パフォーマンスの測定はランダムに行い、測定ごとに十分な間隔時間を設けて実施した。

2.2.4 分析

統計処理には、IBM SPSS Statistics Ver. 27（IBM 社製）を用いた。同一対象者における口呼吸と鼻呼吸時における身体機能・運動パフォーマンスの比較について、Wilcoxon の符号付き順位和検定を用いた。すべての分析において有意水準は 5%未満とした。

3. 結果

口呼吸と鼻呼吸時における、自律神経機能、集中力機能、バランス機能、柔軟性機能、筋力機能、瞬発性機能の結果を表 1 に示した。LF/HF 変化量について、口呼吸が有意に高値となる傾向であった ($p < 0.05$)。集中力機能では、鼻呼吸の CPT が有意に低値となる傾向 ($p > 0.05$) が示され、鼻呼吸の反応速度が速い傾向であった。IPS では鼻呼吸が有意に高値である傾向であった ($p < 0.05$)。その他、有意差は得られなかった。

表 1. 身体機能・運動パフォーマンスの比較

n=7

	口呼吸	鼻呼吸	p 値
自律神経機能 (LF/HF 変化量 %)	176.5±60.5	84.9±21.6	*
集中力機能 (CPT m 秒)	285.0±64.4	260.1±40.5	*
バランス機能 (IPS)	1.6±0.4	2.1±0.5	*
柔軟性機能 (FFD cm)	4.9±9.1	5.9±8.8	
筋力機能 (握力 kg)	26.0±1.2	25.7±1.7	
瞬発性機能 (垂直飛び cm)	37.4±5.2	38.4±5.0	

* : $p > 0.05$

平均値±標準偏差

自律神経機能、集中力機能は、1名の欠損データのため、6名のデータを解析

4. 考察

本研究では、リラクセーショントレーニングの一技法である呼吸法に着目し、呼吸法による違いが身体機能、運動パフォーマンスに及ぼす影響について検証することを目的とした。今回、口呼吸と鼻呼吸という分類に着目して比較を行った。結果、自律神経機能、集中力機能、バランス機能において、呼吸法の違いによって差が生じる傾向が得られた。

鼻呼吸と比較し、口呼吸ではLF/HF変化量が高値となる傾向が得られた。Pomeranzら(1985)の健常者を対象にした研究では、LF/HFの増加は交感神経活動が優位に高まり、副交感神経活動が低下している状況を示す指標になるとしている。そのため、今回の結果でLF/HF変化量が高値であることは、口呼吸時における交感神経系活動の増加を意味するものと考えられる。一般的に、口呼吸は吸気と呼気の間が短くなる傾向にあり、胸式呼吸を誘発しやすくなる。胸式呼吸では呼吸補助筋などの筋活動量が増加し、交感神経活動が高まる傾向が示唆さ

れる(Pomeranz、1985)。また、不安や緊張感によってストレスが高まると、胸式呼吸が優位になる傾向がいわれている(有田、2012)。本研究では胸式呼吸の有無やストレスに関する詳細な評価はしていないが、本研究においても同様の傾向が生じ、口呼吸によって交感神経活動が高まる傾向が得られたと考えた。

本研究では、口呼吸によって交感神経活動が高まる傾向が得られたが、運動パフォーマンスの指標である握力や垂直飛びの値においては有意な差がみられなかった。山西ら(1977)は自転車エルゴメーターの漸増負荷法を用い、口呼吸と鼻呼吸が運動負荷に及ぼす影響について報告している。その一部の結果では、軽い運動負荷では差がみられず、最大負荷によって差が生じることが示されている。そのため、本研究の運動パフォーマンスの指標においても運動負荷強度の関係から差が生じなかった可能性がある。また、競技においてピークパフォーマンスを発揮するために最適な緊張水準があるとされている(佐久間、2012)。今回、正常呼吸時より口呼吸時の LF/HF が平均 176.5%上昇する結果であった。そのため本研究では明らかにできないものの、身体の活動を促すとされる交感神経活動の亢進が、運動課題を実施するうえで必要な最適水準を逸脱していた影響もあると考えられた。

口呼吸と比較した鼻呼吸の結果では、CPT および IPS が有意に高値を示す傾向となった。CPT は持続性注意力を示す指標であり(Rosvold、1956)、IPS はバランス機能を示す指標(望月、2000)となっていることから、鼻呼吸により副交感神経活動の優位性および、集中力機能とバランス機能が高まる傾向になったといえた。笹場ら(2016)は、腹式呼吸方法のトレーニングを20日間行い、生理的機序、運動パフォーマンス、集中状態といった内省の変化について検証を行っている。結果、心拍数の減少、運動パフォーマンス実施直前の適切な集中状態をつくりあげるといったトレーニング効果が得られた可能性を示した。腹式呼吸による心拍数の減少は副交感神経活動が高まっていることを示唆する。本研究は即時的、かつ、鼻呼吸実施中の結果であるが、運動パフォーマンス直前の結果を示したこれらの先行研究結果を支持したものと考えられた。一方、本研究の運動パフォーマンスの指標とした、柔軟性機能、筋力機能、瞬発性機能において、鼻呼吸による影響が得られていない。呼吸法トレーニングは射撃のような集中力の持続が求められる競技の場合に効果的であることが報告されている(笹場、2016)。そのため、これら競技特性に応じた運動パフォーマンスを指標とすることで、異なる見解が得られる可能性が考えられた。

本研究の限界を以下に挙げる。本研究は対象者7名の結果で判断しており、統計的解釈においては傾向を述べるにとどまった。本研究は静かな環境を整えた研究室内で実施している。競技場面においては、不安や緊張感など計測室内とは異なる環境であり、本研究結果が競技場面のよう状況下においても反映されるかの判断は困難となる。山西ら(1977)は、口呼

吸と鼻呼吸による影響は軽い運動負荷で差がみられず、最大負荷によって差が生じると述べている。したがって、運動負荷の強度を踏まえた運動パフォーマンスの指標が必要と考えられるが、それらを踏まえた複合的な検証には至らなかった。

5. 結 語

呼吸法の違いが身体機能・運動パフォーマンスに及ぼす影響について検証を行った。結果、自律神経系、集中力、バランス機能に有意差が生じ、口呼吸は自律神経機能である交感神経活動が高く、鼻呼吸は集中力、バランス機能が高値となる傾向がみられた。今後、対象者数を増やし、運動パフォーマンスへの影響については、より高強度の運動条件下で検証を行い、呼吸トレーニング法の構築に向けた基礎データを収集していく予定である。

付 記

本研究は、2020年度学長所管研究奨励金（呼吸法による違いが身体機能、運動パフォーマンスに及ぼす影響（研究代表者：城西国際大学福祉総合学部理学療法学科 栗原靖、承認日：2020年6月10日）の助成を受けて実施した。

【参考文献】

- 徳永幹雄（2004）『最新スポーツ心理学—その軌跡と展望』日本スポーツ心理学会（編）大修館書店。
- 立谷泰久（1999）. メンタル・トレーニングの実態と課題—日本体育大学の学生に対する調査から—, 日本体育大学紀要, 28（2）：171-180.
- 徳永幹雄（2003）『ベストプレイへのメンタルトレーニング—心理的競技能力の診断と強化』大修館書店。
- Hodge, K., & Hermansson, G (2007). Psychological preparation of athletes for the Olympic context: The New Zealand summer and winter Olympic teams. *Athletic Insight*, 9(4): 1-14.
- 村上貴聡・岩崎健一・徳永幹雄（2000）. テニス選手に対するメンタルトレーニングの実施と効用性, 九州大学紀要, 22：183-190.
- 深見将志（2015）. アーチェリー競技におけるバーチャルリアリティを用いた呼吸法トレーニングの効果, 博士論文, 日本体育大学.
- 笹場育子・上田智章・森信人・他（2016）. 多面的指標を用いた競技場面での集中状態からみるメンタルトレーニングの効果, バイオフィードバック研究, 43（1）：3-17.
- 春木豊（1993）. 呼吸法の積極的活用. *体育の科学*, 43（10）：800-805.
- 有田秀穂（2012）. 丹田呼吸法は前部前頭前野とセロトニン神経を活性化する, *臨床神経学*, 52（11）：1279-1280.

- 瀧千波・塩澤成弘・木村哲也 (2017). ウェアラブルセンサのスポーツ健康科学分野での応用可能性, 生体医工学, 55 : 305.
- 山西哲郎 (1977). 呼吸法の実験的研究—1—, 群馬大学教育学部紀要 芸術・技術編 (13) : 29-37.
- 飯塚太郎 (2011). コンディショニングの評価とその活用—具体的な評価手法とその応用—心拍数・心拍変動, 臨床スポーツ医学, 28 : 166-171.
- Rosvold HE, Mirsky AF, Sarason I, et al (1956). A continuous performance test of brain damage. *J consult psychol*, 20(5) : 343.
- 望月久・峯島孝雄 (2000). 重心動揺計を用いた姿勢安定度評価指標の信頼性および妥当性, 理学療法学, 27 : 199-103.
- 池田望・村田伸・大田尾浩・他 (2011). 地域在住女性高齢者の握力と身体機能との関係, 理学療法科学, 26 (2) : 255-258.
- 金指美帆・坂本裕規・藤野英己 (2014). 若年女性の下肢筋力と中間広筋厚の関連および握力の測定意義. *ヘルスプロモーション理学療法研究*, 3 (4) : 173-176.
- de Ruiter CJ, Van Leeuwen D, Heijblom A, et al (2006). Fast unilateral isometric knee extension torque development and bilateral jump height. *Med Sci Sports Exerc*, 38: 1843-1852.
- Pomeranz B, Macaulay RJB, Caudill MA, et al (1985). Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *Am J Physiol*, 248: 151-153.
- 佐久間春夫 (2012). スポーツ健康科学とバイオフィードバック (心理学系, BF 講座), バイオフィードバック研究, 39 (2) : 85-89.

Effects of Different Breathing Techniques on Physical Function and Exercise Performance (1st Report)

Yasushi Kurihara, Hironori Ohsugi
Takeshi Morifuji, Katsuyuki Madoba

Abstract

Objective: The purpose of this study was to clarify the effects of different breathing techniques on physical function and exercise performance.

Subjects and Methods: The subjects were seven young adult females. Two types of breathing methods were used: mouth breathing and nasal breathing. The items were autonomic nervous system function, physical function and exercise performance (concentration, balance, flexibility, muscle strength, and instantaneous force), and the values while performing each breathing exercise were calculated. In the analysis, the values obtained from the test items were compared to verify the differences between mouth and nasal breathing.

Results: There were significant differences in autonomic nervous system, concentration, and balance function, with higher values for sympathetic nervous system activity in mouth breathing and higher values for concentration and balance function in nasal breathing. No other significant differences were found.

Conclusion: The results suggest that differences in breathing techniques may affect physical functions. The effects on exercise performance will be re-examined under higher intensity exercise conditions, and basic data will be collected for the development of a breathing training method for athletes in the future.

Key words: mouth breathing, nasal breathing, physical function, exercise performance