

# 呼吸様式の違いによる運動後の疲労感の変化

## *Comparison of the Sense of Fatigue after Exercise when Adopting Different Breathing Patterns*

川崎 奨太<sup>1)</sup> 田村 拓人<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 大阪河崎リハビリテーション大学 理学療法専攻 : 大阪府貝塚市水間 158 番地 (〒 597-0104)

Shouta Kawasaki<sup>1)</sup>, Takuto Tamura<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Osaka Kawasaki Rehabilitation University : 158 Mizuma, Kaizuka-city, Osaka 597-0104, Japan

---

**要旨:** 腹式呼吸は吸気時に主に横隔膜可動量を増幅させ、それに伴う腹部の拡張運動を強調させる呼吸法となる。さらに、病態などで腹式呼吸ができない場合は胸式呼吸を選ぶ場合もある。そこで、本研究の目的は、呼吸様式の違いによって、呼吸循環応答及び運動後の疲労感についてどのような影響を及ぼすのか検討した。また普段の呼吸様式の違いにも着目して検討を行った。対象は喫煙歴のない本学の健常成人男性 10 名とした。介入方法は同一対象者を胸式呼吸 (A 群) と、腹式呼吸 (B 群) の計 2 群に分け、無作為に別日に運動を実施した。運動は自転車エルゴメーターでペダル回転数 50 回 / 分でウォーミングアップ後、主運動 10 分を行い、その後 5 分間の安静時間を取った。結果、運動時の心拍数において有意に腹式呼吸で心拍数の増加が認められた ( $p < 0.05$ )。本研究では呼吸様式の違いで運動時の HR に影響を及ぼすことが示唆された。

**キーワード:** 腹式呼吸, 胸式呼吸, 疲労感

---

<sup>1)</sup> 川崎 奨太 Shouta Kawasaki  
E-mail : 1501017@kawasakigakuen.ac.jp

<sup>1)</sup> 田村 拓人 Takuto Tamura  
E-mail : 1501029@kawasakigakuen.ac.jp

## I. 序文

呼吸リハビリテーションの概念は、身体機能の維持・改善を目的としたものから、生活の質（quality of life: QOL）の向上、急性増悪への予防であり、最近では生命予後の延長という新たな局面にも対応する幅広い概念として捉えられている<sup>1)</sup>。

呼吸リハビリテーションにはいくつかの変遷が見られる<sup>2)</sup>。呼吸リハビリテーションは当初肺理学療法・胸部理学療法（chest physical therapy）とよばれ、体位ドレナージや徒手の排痰法が中心の時があった。その次に、呼吸器疾患慢性期において、運動療法を中心とした呼吸リハビリテーションがガス交換（換気）・呼吸困難感・運動耐容能に効果があることが明らかにされ、呼吸理学療法に進化してきたとされている<sup>2)</sup>。

近年、手術後の呼吸器合併症のリスクが高い高齢患者の手術適応が増加し、また、肺がんや慢性閉塞性肺疾患（COPD）の患者が年々増加の一途をたどっていることから、呼吸器合併症の予防は重要である。その呼吸器合併症の予防の一つとして、呼吸訓練方法の中の腹式呼吸法が行われている。腹式呼吸は吸気時に主に横隔膜可動量を増幅させ、それに伴う腹部の拡張運動を強調させる呼吸法となる。さらに、病態などで腹式呼吸が出来ない場合は胸式呼吸を選ぶ場合もある<sup>3)</sup>。

横山らによると健康者ではベッド上安静時も呼吸数と一回換気量、分時換気量には胸式呼吸と腹式呼吸の間に有意差は認められなかった。またさらに、腹式呼吸の方が副交感神経を相対的に亢進する傾向が示唆されたと報告されている<sup>4)</sup>。Campbell および Friend は、腹式呼吸の即時的効果は呼吸数の減少と 1 回換気量の増加による分時換気量の減少であると報告している<sup>5)</sup>。谷本らは、腹式呼吸に習熟した肺気腫患者 16 名について、安静時換気時と腹式呼吸時とで比較した。その結果、腹式呼吸により 1 回換気量が増え、呼吸数、分時換気量、死腔換気率、酸素当量、肺泡換気量に対する酸素消費量の比率および動脈血炭酸ガス分圧は有意に減少し、換気効率の改善が明らかに示されていると報告している<sup>5)</sup>。

これらのことから、胸式呼吸と腹式呼吸が運動時にどのような影響を及ぼすのかより明らかにする必要があると考えられた。本研究の目的は呼吸様式の違いによって運動時における呼吸数、一回換気量と分時換気量、さらに疲労感の違いを検討することである。本研究における仮説として安静ベッド上では腹式呼吸の方が副交感神経優位になっているため、安静端坐位さらに運動時においても呼吸循環応答に影響を及ぼさないと考えられた。また、腹式呼吸の方が疲労感が少ないとした。

## II. 対象

喫煙歴のない本学の健康成人男性 10 名とした年齢  $20.9 \pm 1.0$  歳、身長  $171.7 \pm 20.0$ cm、体重  $66.4 \pm 16.0$ kgであった。普段の呼吸方法については 6 名が胸式呼吸で、4 名が腹式呼吸であった。ヘルシンキ宣言に基づき、対象者に実験の目的・方法を説明し書面で同意を得た上で研究を実施した。なお、本研究は本学の研究倫理審査委員会にて事前に承認を受けた（承認番号：OKRU29-B135）。

## III. 方法

### 1. 呼吸指導

今回の研究では、同一対象者に胸式呼吸（A 群）と、腹式呼吸（B 群）の計 2 群に分け、無作為に別日に運動を実施した。

胸式呼吸、腹式呼吸の行い方の指導として、研究者が被検者の上部胸郭、上部腹部に手を置き、指導した（図 1）。その後、対象者の一方の手を上部胸郭、もう一方は上部腹部に置き、吸気時に A 群は上部胸郭の動きを感じて、B 群は上部腹部の動きを感じてもらおうよう指導を行い、それぞれの呼吸方法ができていることを確認し実験を行った。



図 1 呼吸指導方法

### 2. 測定機器

対象者にコルテックス社製の呼気ガス代謝モニター、POLAR 社製の心拍センサーを装着し、Cateye 社製の自転車エルゴメーターを用いた（図 2）。

### 3. 測定項目

5 分の安静時間を取った。その後、カルボーネンの方程式を用いて目標心拍数（指摘運動強度 50%）を算出した。算出した数値を用いて脈拍設定トレーニングのモードにて目標心拍数となるようなトレーニングを行った。



図 2 測定風景

運動としては、自転車エルゴメーターでペダル回転数 50 回 / 分でウォーミングアップ後、主運動 10 分を行い、その後 5 分間の安静時間を取った。

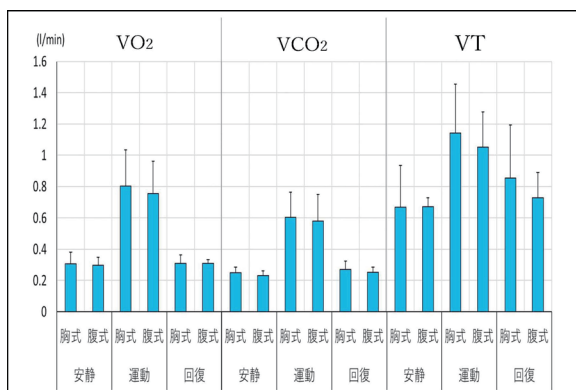
1 分毎に血圧、経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>)、自覚的運動強度 (RPE) を測定し、心拍センサーを用いて心拍数 (HR) を測定し、呼気ガス代謝モニターを用いて酸素摂取量 (VO<sub>2</sub>)、二酸化炭素排出量 (VCO<sub>2</sub>)、呼吸数 (RR)、一回換気量 (VT) を測定した。運動後、胸式呼吸、腹式呼吸の違いで感じたことを問診し疲労感として、主運動直後にボルグスケールを聴取し記録した。

#### 4. 統計処理

VO<sub>2</sub>、VCO<sub>2</sub>、VT、HR、RR において統計解析を行った。統計ソフトは JSTAT を用いて、Wilcoxon の符号付順位和検定を行った。有意水準は 5% とした。

### IV. 結果

1. 安静時、運動時、回復時の VO<sub>2</sub>、VCO<sub>2</sub>、VT では有意差は認められなかった (図 3)

図 3 安静時、運動時、回復時の VO<sub>2</sub>、VCO<sub>2</sub>、VT

2. 安静時、回復時の HR では有意差は認められなかった (図 4)。

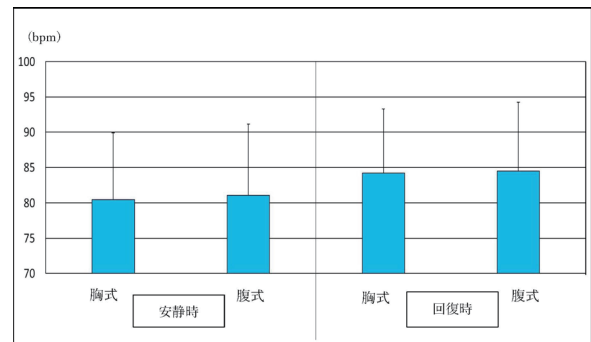
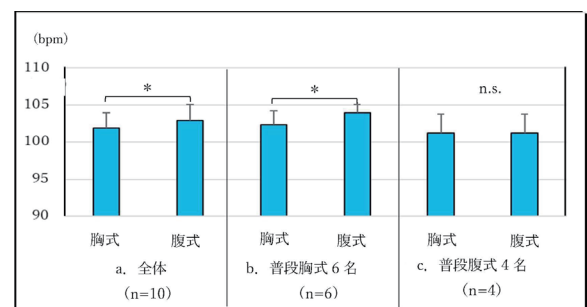


図 4 安静時、回復時の HR

3. 運動時のみ HR において腹式呼吸で心拍数の有意な増加が認められた ( $p < 0.05$ ) (図 5a)。特に普段胸式呼吸の 6 人に有意差が認められた ( $p < 0.05$ ) (図 5b)。普段腹式呼吸の 4 人では有意差が認められなかった (図 5c)。

図 5 運動時の HR \*  $p < 0.05$ 

4. 安静時、運動時、回復時の RR と主運動直後のボルグスケールの間に有意差は認められなかった (図 6、7)。

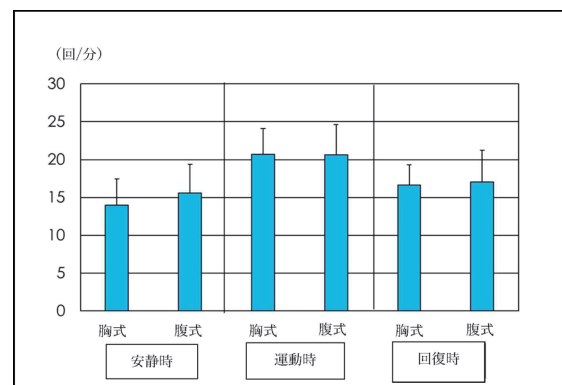


図 6 安静時、運動時、回復時の RR

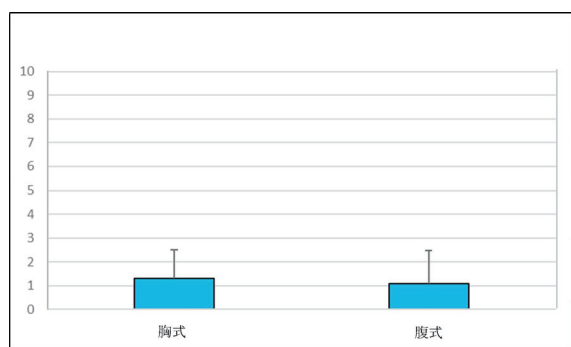


図 7 主運動直後のボルグスケール

5. 問診の結果から、普段胸式の 6 人中 5 人は安静時では普段と異なる呼吸様式で運動する事はしんどいと感じ、さらに運動を行うとよりしんどいと答えた。普段腹式の 4 人中全員が安静時、運動時ともに呼吸様式の違いによる疲労感はほとんど変わらないと答えた。

## V. 考察

本研究は、呼吸様式の違いによって呼吸循環応答及び運動後の疲労感についてどのような影響を及ぼすのかを検証する目的として、同一対象者に対し、胸式呼吸と腹式呼吸の計 2 群に分け、無作為に別日に実施し、指摘運動強度 50% 運動における運動後の HR、 $VO_2$ 、 $VCO_2$ 、RR、VT を測定し、主運動直後のボルグスケールを聴取した。本研究における仮説は、安静ベッド上では腹式呼吸の方が副交感神経が優位になっている先行研究<sup>4)</sup>から、腹式呼吸の方が安静端坐位さらに運動時においても呼吸循環応答に影響を及ぼさないとして実験を行った。以下に本研究の結果について考察する。

心理ストレスで引き起こされる体温や脈拍などの上昇は哺乳類で幅広く観察される交感神経反応である。これらは視床下部背内側部の下流に位置する延髄縫線核からの交感神経が亢進することによりストレス性交感神経反応が引き起こされるというメカニズムがあると報告されている<sup>6)</sup>。清水ら<sup>7)</sup>によると性別によってストレスの程度に差が生じ男性ではストレスの状態が相対的に高く、男性のみで身体的健康とストレスとの相関が見られた。奥村ら<sup>8)</sup>によると運動強度 60% 負荷群においては、交感神経活動亢進、副交感神経の抑制を認めた。心理的活性化効果として、中等度の運動強度は不安やうつに効果的であると報告されている。斎藤ら<sup>9)</sup>によると、最大酸素摂取量の 75% 程度までの運動強度に対する心および筋交感神経反応はほぼ直線関係にあることが示唆されていると報告されている。

主運動の HR は運動時のみ有意に胸式呼吸と比較して腹式呼吸で心拍数の増加が認められた ( $p < 0.05$ ) (図 5a)。特に普段胸式呼吸の 6 人に有意差が認められた ( $p < 0.05$ )

(図 5b)。普段腹式呼吸の 4 人では有意差が認められなかった。腹式呼吸で運動時に HR が上昇した理由として問診の結果から普段胸式呼吸の 6 人中 5 人は異なる呼吸方法で運動を行うことは、安静時に比べしんどいと答えていた。よって、本研究でも運動時においては心理ストレスが引き起こされ HR が上昇したと考えられる。

一方、普段腹式呼吸の 4 人は胸式呼吸時と腹式呼吸時に HR の有意差がなく呼吸様式の違いによる HR への影響はなかった (図 5c)。小名木ら<sup>10)</sup>によると、健常者において運動時の口すばめ呼吸と自然呼吸と比較すると、呼吸循環応答では口すばめ呼吸の方が換気効率の良い呼吸であり、主観的疲労度では自然呼吸の方が安楽であると報告されている。このことから、運動時、安静時と呼吸方法の違いによる疲労感の変化はそれほど変わらないと答えていたため運動時においても心理ストレスが引き起こされなかったことにより HR の有意差がなかったと考えられる。

腹式呼吸は吸気時に主に横隔膜可動量を増幅させ、それに伴う腹部の拡張運動を強調させる呼吸法<sup>3)</sup>で腹式呼吸の即時的効果は呼吸数の減少と 1 回換気量の増加による分時換気量の減少である<sup>5)</sup>。これらのことから腹式呼吸の方がより効果的な呼吸方法であると考えられるが、今回の研究の結果から、健常人でも普段と異なる呼吸様式で呼吸を行うことはストレスを感じ HR を上昇させてしまうため、臨床においても患者に呼吸指導を行う際は呼吸様式の違いによるストレスを生じさせないためにも患者の呼吸様式をよく評価し、患者に適した呼吸様式を指導し、十分習熟させる必要がある。その上で運動療法を導入する必要があると考えられる。また、高齢者において性別によってストレスの程度に差が生じており、男性ではストレスの状態が相対的に高く、身体的健康とストレスとの相関がみられている<sup>7)</sup>ため、臨床において高齢の男性患者に対する呼吸指導はより慎重に行う必要があると考えられる。

今後の課題として、普段腹式呼吸の対象者を増大させ、普段腹式呼吸の対象者が運動時に HR の影響がないのかを検討する必要がある。また、実験中に自律神経系や運動中の呼吸様式をモニターして確認する必要がある。その上で、実際の呼吸器疾患患者を対象に研究を行い、胸式呼吸及び腹式呼吸の有用性を検討する必要があると考えられる。

## VI. 結論

今回の研究で、呼吸様式の違いで運動時の HR に影響を及ぼすことが示唆された。以上の研究から、普段の呼吸様式をよく観察して、患者に適した呼吸様式の指導を安静時から十分に行い、運動時にストレスが生じないように指導する必要がある。

## VIII. 謝辞

今回の卒業研究を行うにあたり、お忙しい中ご指導をいただいた先生方をはじめ、研究にご協力していただいた本学学生に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 宮崎博子内部障害リハビリテーションの最前線 2014, 51 : 21-27.
- 2) 海老原覚呼吸リハビリテーションの重要新薬と臨牀 2018, 67 : 53.
- 3) 岡田純也、幸史子、岡田みずほ、他呼吸方法と体位変換時の横隔膜可動量の変化に関する検討呼吸器ケア 2016, 14 : 106-111.
- 4) 鋤崎利貴、横山茂樹、大城昌平、他腹式呼吸が自律神経に及ぼす影響理学療法学 2000, 27 : 356-356
- 5) 谷本普一“呼吸不全のリハビリテーション - 腹式呼吸から在宅酸素療法まで -” 南江堂, 東京, 1996, p .110.
- 6) 片岡直也、中村和弘心理ストレスによる交感神経反応を駆動する皮質 - 視床下部伝達路日生誌 2018, 80 : 10.
- 7) 清水和彦、横田裕美高齢者の心理ストレスとその要因第 14 回バイオフィリアリハビリテーション学会予稿集 2010, 52.
- 8) 奥村裕、江口輝行、高橋秀典運動後の自律神経活動と心理的効果保健医療学雑誌 8 (1) 2017, 44-49.
- 9) 齊藤満、中村好男運動時の心拍および末梢循環に対する交感神経性調節第 44 回日本体育学会大会号 1993, 311
- 10) 小名木良太、一場友実、五十嵐千晶、他呼吸法の違いがトレッドミル歩行時の呼吸循環応答と主観的疲労感に与える影響第 50 回理学療法学 2015, 42 O-0169

## 〈指導教員・主査 講評〉

効果的なリハビリテーション指導のためには、患者様への適切な運動指導が重要である。運動指導には運動方式や運動負荷量が含まれる。同じ運動方式・運動負荷であっても、呼吸様式により生体が受ける影響は異なる。本研究では、人の呼吸様式として知られている胸式呼吸・腹式呼吸の観点から、運動指導に有用な知見が述べられた。すなわち、普段の生活でおこなっている呼吸様式により、運動負荷時の疲労感が異なるということである。これは、呼吸パターンの指導をする上で普段の呼吸様式の情報収集の重要性を示唆するものである。計測機器の取り扱いやデータ解析に奮闘しながらも、対象者の状況をよく把握するという重要な知見を学生自ら発見できたことは、今後の専門性を高める上で大いに影響することだろう。これらの経験を、今後の臨床へ生かしてほしい。

指導教員・主査 酒井桂太