

丹田呼吸法が高強度の走運動後の 血中乳酸濃度に与える影響

三澤さおり (医学部基礎医学系分子生命科学) 家村 翔 (東京スポーツレクリエーション専門学校)
片倉洋平 (東京スポーツレクリエーション専門学校) 木村剛人 (東京スポーツレクリエーション専門学校)
妹尾一徹 (東京スポーツレクリエーション専門学校) 山村雅一 (医学部基礎医学系分子生命科学 I)

Effect of "TANDEN"-breathing on blood lactate after high intensity running exercise

Saori MISAWA, Kakeru IEMURA, Youhei KATAKURA, Takehito KIMURA,
Kazuyuki SEO and Masaichi YAMAMURA

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of "TANDEN"-breathing (which is one of an adminal breathing method is used by KOBUJYUTSU training) on blood lactate after high intensity running exercise. Thirty healthy basketball players of high school student participated in this study. They were separated to control group and "TANDEN" group and the "TANDEN" group trained TANDEN-breathings for 30 days. The exercise test underwent 3 times. (before beginning training, 15 days and 30 days after training.) Their blood lactate were measured on 0, 10, 20 and 30 minutes after the high intensity running exercise. There were no differences among training periods in control group. In TANDEN group, there were significant differences among training period. ($p < 0.05$) In comparision with control group, the decreasing rate of blood lactate were significantly grater in TANDEN group. ($p < 0.05$) These results suggest that to control breathing after high intensity exercise is effective to remove blood lactate which made by high intensity exercise in a short time.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No.17, 23-27, 2005)

I. 緒 言

一般的に運動を行ったときには換気が亢進する。また、強度の高い運動が持続した場合に代謝性アシドーシスなどが引き起こされた場合にはさらに換気が増加するが、呼吸自体の様式が浅く速いものとなり、そのため酸素の取り込みの効率は低下

することがわかる。

高い負荷での運動を行うと解糖系により乳酸が産生される。近年、運動時の疲労の原因は乳酸のみではないということが盛んに言われているが、体内に多量に蓄積した場合などは筋収縮の低下を引き起こす一原因になり得るのは確かである。したがって、産生された乳酸をなるべく速やかに除去することは、短い時間の中でいくつもの競技を

こなすアスリートにとっては重要だと考えられる。体内に蓄積された乳酸は心臓、肝臓や骨格筋などで分解されるため、血中乳酸濃度は運動後約60分以内で運動前の状態に戻るが、運動後に軽い運動を行うことによってその速度は増すことが知られている。

ところで、日本のスポーツ界では昨今、古武術が注目されており、動作や鍛錬法を取り入れている選手やチームも増えてきている。古武術の鍛錬法にはいくつものものがあるが、そのうちの一つに「丹田呼吸法」^{1,2)}がある。丹田呼吸法は身体にある「丹田」と呼ばれる「気を集め蓄え司る」¹⁾とされた部位に意識を集中して行う呼吸法であり、中国や日本では古くから健康法や養生法に取り入れられてきた深くゆっくりとした呼気及び吸気を用いる呼吸法である。また丹田には上丹田、中丹田、(臍)下丹田があるが、丹田呼吸法では主にこの下丹田を用いるため腹式の呼吸となる。呼吸様式には胸式と腹式の2種類があるが、どちらを用いているかは人によって違い、またそれは常に意識をしているものでもなく、運動後の呼吸でも同じであると考えられる。そこで我々はこの丹田呼吸法を用いて運動後の呼吸様式を意識的にコントロールすることにより、血中乳酸濃度がどのように変化するかを比較検討した。

II. 研究方法

A. 被験者

被験者はS高校男子バスケットボール部員30名であった。被験者は各15名ずつ丹田呼吸法群(以下丹田群:身長 171.6 ± 4.9 cm、体重 63.2 ± 5.9 kg、年齢 15.7 ± 0.4 歳)とコントロール群(身長 174.2 ± 7.2 cm、体重 62.8 ± 4.1 kg、年齢 16.5 ± 0.6 歳)に分けられた。全ての被験者と被験者の保護者に対して、実験前に本研究の趣旨及び実験内容を十分に説明し、参加同意を得た。なお数値は全て平均 \pm 標準偏差で表した。

B. 実験方法

1. 丹田呼吸法トレーニング

丹田群には、一回の吸気-呼気を1サイクルとした丹田呼吸法を20サイクル、朝と晩に一回ずつ一ヶ月間毎日行ってもらった。なお、丹田呼吸法は丹田部位に意識をおいて行う呼吸法であるが、丹田部位は臍下握りこぶし一個分の所とした。文献を参考とし、姿勢は座位であぐらをかいてもらった。具体的な方法は以下の通りである。

- 1) 丹田の部位に手を添え、鼻からゆっくりと最大限まで吸気する。この時丹田部位が凹むようにする。
- 2) 吸いきったら息を止め、その後ゆっくりとおなか膨らんでいくのを感じながら息を鼻から吐いていく。吐く時間はなるべく長くする。
- 3) 吐ききったら再度息を一度止め、その後また1から動作を繰り返す。

2. 運動テスト

被験者は丹田呼吸法のトレーニング開始前、開始後15日目及び30日目に走運動の実験に参加してもらった。走運動はシャトルラン形式とし、運動終了直後から、丹田群には丹田呼吸法を行ってもらい、コントロール群には同姿勢で休憩してもらった。血中乳酸濃度は運動終了直後、10分・20分・30分後の計4回、ラクテート・プロ(アークレイ社製)を用いて測定した。

III. 結 果

分散分析を行った結果、コントロール群において期日間で有意な差は見られなかった。丹田群においてはトレーニング開始前と30日目、開始後15日目と30日目の血中乳酸濃度の減少率にそれぞれ有意な差が見られた($p < 0.05$, Table 1)。またコントロール群と丹田群をトレーニング期日によって比較した場合、血中乳酸濃度の減衰率は丹田

丹田呼吸法が高強度の走運動後の血中乳酸濃度に与える影響

表1 丹田群及び統制群におけるトレーニング日数と血中乳酸濃度減少率との関係
Table 1 The relationship between training period and decreasing rate of blood lactate in control and Tanden group.

| | training days | slope | SE | n= | p value |
|----------------|---------------|-------|------|----|---------|
| control group | 0 | -0.21 | 0.03 | 60 | n.s. |
| | 15 | -0.21 | 0.01 | 60 | n.s. |
| | 30 | -0.21 | 0.01 | 60 | n.s. |
| training group | 0 | -0.27 | 0.05 | 60 | n.s. |
| | 15 | -0.27 | 0.04 | 60 | n.s. |
| | 30 | -0.31 | 0.06 | 60 | p<0.05 |

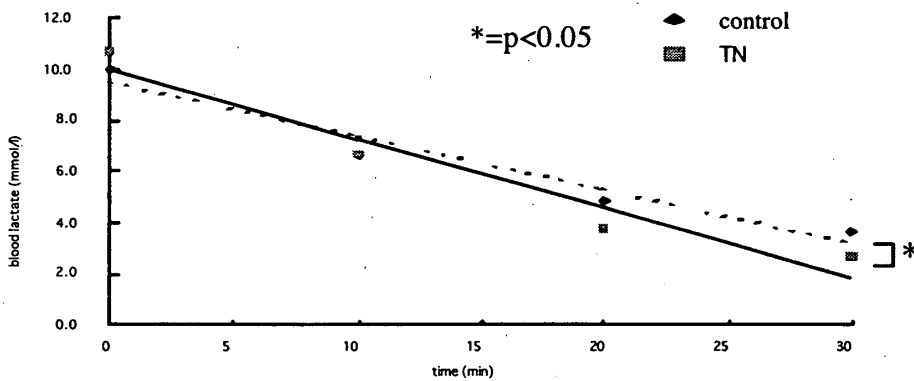


図1 丹田群及び統制群における高強度走運動後30分間の血中乳酸濃度の変化(トレーニング開始前)

Fig. 1 The relationship between time and blood lactate after high intensity running exercise before beginning Tanden-breathing training.

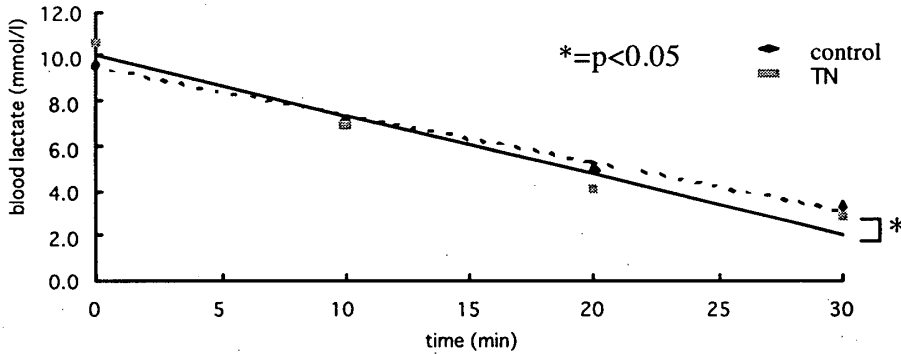


図2 丹田群及び統制群における高強度走運動後30分間の血中乳酸濃度の変化(トレーニング開始から15日目)

Fig. 2 The relationship between time and blood lactate after high intensity running exercise after 15 days Tanden-breathing training.

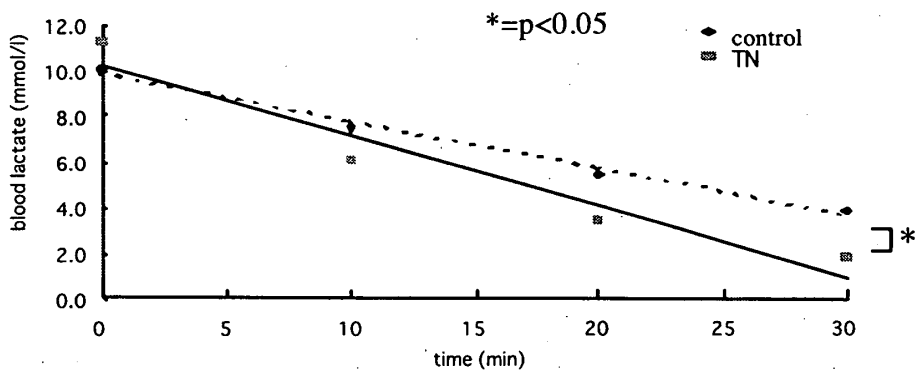


図3 丹田群及び統制群における高強度走運動後30分間の血中乳酸濃度の変化(トレーニング開始から30日目)

Fig. 3 The relationship between time and blood lactate after high intensity running exercise after 30 days Tanden-breathing training.

群の方が有意に大きいのが認められた ($p < 0.05$, Fig. 1-3)。

IV. 考 察

今回の実験でコントロール群と丹田群の間の乳酸濃度減衰率に変化が見られたのは、丹田呼吸法の特徴である「深くゆっくりとした呼吸」によるものだと考えられる。運動強度が高まるにつれて我々は糖（グリコーゲン）をエネルギーとして利用するようになるが、その際に産生されるピルビン酸は酸素が欠乏している場合に乳酸となる。体内に蓄積した乳酸は心臓、肝臓及び骨格筋等に運ばれ分解されるが、安静時に比べて運動後は肝臓等よりも骨格筋で多く行われる。乳酸の分解には酸素が不可欠であり、酸素が少ない状況では分解は速やかに行われない。通常、高負荷での運動を行った直後は浅く速い呼吸による死腔換気の多いいわゆる効率の悪い換気がしばらく持続する。しかしながら今回の実験では運動直後から丹田群は意識的に深い呼吸を行っており、これによって一回換気量が増大したことで酸素の取り込みが増加したことが考えられ、この結果、体内の乳酸の分解が平常時より亢進したと考えられる。また丹田呼吸法をトレーニングしたグループ内で初日、15日目及び30日目を比較した場合、トレーニング日数が多いほど乳酸濃度の減少が速やかなことがわかる。丹田呼吸法では吸気・呼気を最大限行うが、その際に腹を「突き出す・膨らます」「凹ませる」ように意識させる。また通常の深呼吸とは違い、呼気の際に腹部を膨らませる³⁾。しかしながら被験者はこの実験以前にこのような呼吸法を意識して行っていたことがなく、トレーニングが開始された当初は丹田呼吸法の「腹を凹ませる」や「息を吐き出すときに腹を突き出す」という方法に難しさや戸惑いを訴えたものもあり、そのため、本来行うべき深くゆっくりとした呼吸が当初は出来なかった可能性がある。呼吸訓練 (breathing exercise) についての報告では、長期的な呼吸ト

レーニングが肺機能改善には繋がらないとしているものが多い^{4, 5)}が、腹式呼吸が換気効率を改善⁶⁻¹⁰⁾ するとする報告もある。今回の実験では、日を追うにつれて呼吸法に慣れたことにより深く大きく息を吸い込めるようになったと考えられ、そのためトレーニング開始後15日目、30日目は開始時に比べて運動後に効率よく酸素を取り込んだことで、乳酸がより酸化される状況を作り上げたのではないだろうか。また運動によって産生された乳酸は、血流及び近年その存在が認められた輸送担体¹¹⁻¹³⁾ によってslowタイプ筋肉内のミトコンドリアに入り込み、酸化される。したがって乳酸を速やかに酸化させるには、体内への十分な酸素の取り込みの他に各器官への酸素の供給が重要となってくる。運動後に適度な強度のクールダウンを行った場合には血中乳酸の除去が高まることが知られている^{14, 15)} が、これは筋肉を動かすことで産生された乳酸を分解するために必要な酸素をより多く筋肉に供給する血流を促がしているからだと考えられており、そのため身体を動かさないマッサージやストレッチでは乳酸除去率はあがらないとも言われている。本実験で行った丹田呼吸法では腹部を意図的に大きく動かすが、これによって呼吸筋と呼ばれる横隔膜周辺の筋肉への血流が保たれたことも考えられる。その結果乳酸の酸化が促進した可能性も考えられる。

運動競技によっては、短い休憩をはさんですぐに次の競技にうつらなくてはならないこともある。このような場合、軽い運動が出来るような場合であればよいが、競技の種類によっては休憩時間に動きまわることが難しいものもある。このような場合に、丹田呼吸法などの腹式呼吸を用いた呼吸様式のコントロールを行うことは有効であると考えられる。

V. まとめ

本実験では丹田呼吸法が高強度走運動後の血中乳酸濃度に与える影響を検討した。結果、丹田群

の血中乳酸濃度がコントロール群と比較して明らかに低値を示した。また丹田群においてもトレーニング開始後15日目と30日目では30日目の値が有為に低くなった。したがって、運動後の呼吸様式をコントロールすることは、体内に蓄積された乳酸を速やかに除去するのに有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 村木弘昌：丹田呼吸健康法—調和息入門—，創元社，1985.
- 2) 植田恭史，吉村哲夫：丹田意識とパフォーマンスの向上，東海大学紀要 体育学部 (30)，21-28，2000.
- 3) 浅見高明：腹式呼吸とは何か，体育の科学，53(6)，401-403，2003.
- 4) Becklake, M.R., McGregor, M., Goldman, H.I., Braudo, J.L.: A study of the effects of physiotherapy in chronic hypertrophic emphysema using function tests. *Dis Chest* 26, 180-191, 1954.
- 5) Emirgil, C., Sobol, J.B., Norman, J., Moskowitz, E., Goyal, P., Wadhvani, B., Varble, A., Waldie, J., Weinheimer, B.: A study of the long-term effect of therapy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Med*, 47, 367-373, 1969.
- 6) Campbell, E.J., Friend, J.: Action of breathing exercise in pulmonary emphysema. *Lancet*, 265, 325-329, 1955.
- 7) Motley, H.L.: Distribution of ventilation during diaphragmatic breathing in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis*, 109, 331-337, 1974.
- 8) 中田紘一郎，蝶名林直彦：呼吸筋の萎縮とリハビリテーション，呼吸と循環，33(9)，1101-1108，1985.
- 9) 谷本晋一，蝶名林直彦，中森祥隆，立花昭生，中田紘一郎，蒲田英明，岡野 弘：呼吸器疾患のリハビリテーション，日胸疾会誌，19(12)，918-923，1981.
- 10) 金野公郎：呼吸器疾患患者のリハビリテーション—呼吸筋機能を中心として—呼吸と循環，29(4)，375-380，1981.
- 11) 八田秀雄：乳酸輸送担体 MCT の発現と乳酸の代謝との関係，日運動生理誌，7，45-56，2000.
- 12) Bonen, A., Baker, S.K., Hatta, H.: Lactate transporters in skeletal muscle. *Can J Appl Physiol*, 22, 531-552, 1997.
- 13) Juel, C., Halestrap, A.P.: Lactate transport in skeletal muscle—role and regulation of the monocarboxylate transporter. *J Physiol*, 517, 633-642, 1999.
- 14) Balecastro, A.N., Bonen, A.: Lactic acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. *J Appl Physiol*, 39, 932-936, 1975.
- 15) Bonen, A., Balecastro, A.N.: Comparison of self-selected recovery methods on lactic acid removal rates. *Med Sci Spor*, 8, 176-178, 1976.