

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：10102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2016

課題番号：25560300

研究課題名(和文)意識的呼吸が姿勢制御に及ぼす影響

研究課題名(英文)Effects of an oriental breathing technique on postural control

研究代表者

板谷 厚 (Itaya, Atsushi)

北海道教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：40649068

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：気功やヨガなどの効果は経験的に知られているが、その効果を実証する科学的根拠に乏しい。本研究は、東洋的身体技法の不可欠な要素である呼吸法が、姿勢の自動的制御を促進するとの仮説を検証した。一般的かつ簡便な呼吸法を考案した。呼吸法の前後の姿勢動揺を測定・分析した結果、呼吸法後に足圧中心軌跡の不規則性が高まった。また、呼吸法後に認知課題と姿勢課題を同時に課す二重課題のパフォーマンスが向上することが示された。したがって、本研究で開発された呼吸法は、姿勢の自動的制御を促進すると結論づけられる。

研究成果の概要(英文)：We empirically know the healing effects of oriental breathing techniques found in oriental body works such as Qigong and Yoga. However, there are few scientific evidences to prove those effects. Here, we developed a generalized simple oriental breathing technique and examined our hypothesis that the oriental breathing technique facilitates automaticity of postural control. We analyzed postural sway data during quiet stance measured before and after the breathing technique. Results revealed that irregularity (randomness) of center of pressure increased after the technique. Furthermore, after the technique, cognitive and postural dual task performance improved, especially in postural task. Thus, we conclude that the oriental breathing technique developed in this study facilitate automaticity of postural control.

研究分野：体育学

キーワード：呼吸法 東洋的身体技法 姿勢制御 姿勢動揺 自動性 二重課題法

1. 研究開始当初の背景

過度の不安や緊張による姿勢のこわばりは、転倒や競技パフォーマンスの低下を引き起こす一因となる。こわばった身体をほぐすために、意識的に深く呼吸する深呼吸が効果的であることは、経験的に知られている。また、気功やヨガなどの東洋的身体技法では、意識的に呼吸を行う技法（呼吸法）が不可欠な要素とされている。

近年では、呼吸法を含む東洋的身体技法は、ある種のストレスマネジメント法として注目されており、不安や緊張の緩和に効果的であることが知られてきている。プロスポーツ選手やダンサーの中には、コンディショニングや本番前のルーティンワークに呼吸法を取り入れている者もいる。しかし、その効果を実証する科学的な根拠は乏しい。

ヒトの基本姿勢である二足直立姿勢は生来的に不安定である。このため、ヒトは絶えず姿勢を制御している。通常この制御は意識に上らず自動的に行われている。例えば、立位姿勢は呼吸運動によって絶えず影響を受けているが、この影響は自動的な体幹と下肢の小さな角度変位によって相殺されている。

姿勢の自動的制御は不安や緊張によって損なわれることが、高所での立位保持や、可能な限り静かに立とうと努力する立位保持で報告されている。自動的姿勢制御が損なわれると、素早く合理的な姿勢反応が失われ、転倒やパフォーマンスの低下を引き起こす要因の一つとなり得る。

これらのことから、呼吸法の実践は、過度の不安や緊張による自動的姿勢制御の機能不全を防ぎ、より自然で合理的な姿勢制御を引き出すと考えられる。

2. 研究の目的

本研究は「ヒトの立位姿勢の自動的制御は、呼吸法を行うことによって促進される」との仮説を立て、検証することを目的とした。

この目的を達成するために、以下の研究課題を設定した。

- (1) 一般的かつ簡便な呼吸法の考案
- (2) 呼吸法の実施が立位姿勢制御の自動性に及ぼす影響の検討
- (3) 姿勢課題と認知課題を同時に課す二重課題法による呼吸法の効果の検証

3. 研究の方法

(1) 一般的かつ簡便な呼吸法の考案

東洋的身体技法は種類も多く複雑な作法を持つ場合も少なくない。そのため、具体的な実験的検証に入る前に、大学で東洋的身体技法（講義名はボディ・ワーク）を指導してきた教員が、気功法やヨガなどの東洋的身体技法で行われる呼吸法のエッセンスを集約し、一般化した。

(2) 若年健常成人を対象に、呼吸法実施中および呼吸法の前後に静止立位課題を行わせ、課題実施中の姿勢動揺を3次元動作解析シス

テム (VICON MX, Vicon Industries) とフォースプレート (東洋精機) を用いて測定・分析した。分析結果を、自然呼吸による場合と比較し、呼吸法が立位姿勢制御の自動性に及ぼす影響を検討した。

(3) 若年健常成人を対象に、呼吸法および自然呼吸による安静の前後で姿勢課題と認知課題を同時に課す二重課題を行い、姿勢動揺および認知課題パフォーマンスを分析した。姿勢課題にタンデム (直列足) 立位、認知課題にはカラーワードストループ課題を採用した。

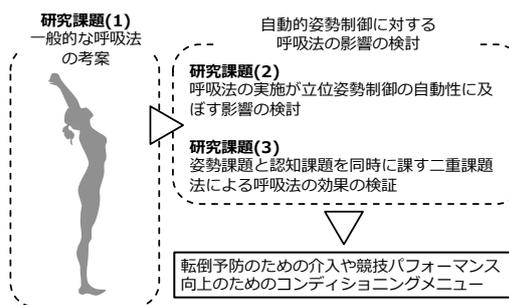


図1 研究の概要

4. 研究成果

(1) 一般的かつ簡便な呼吸法

考案した呼吸法は考案者の提案にしたがって、これ以降、「円笑法」と呼ぶ。円笑法の実施方法を解説したインストラクション動画 (18 分間) を作成した。円笑法は、大きく次の3つの部分に分けることができた：はじめに「オタマジャクシの脱力法」(4分間)によるリラクゼーション；次に「屍のポーズ」(仰臥位安静)での意識的呼吸 (10分間)；最後に、覚醒を促す「収功」(4分間)。

円笑法における呼吸の仕方の要点は次の3つであった：1. 鼻から吸って、口から吐く；2. 入ってくる息を感じながら吸い、出て行く息を感じながら吐く；3. 気持ちがいいだけ吸って、気持ちがいいだけ吐く。

円笑法を実施することで、一回換気量は増加するが、呼吸数は自然呼吸時の半分程度に減少する。

以下に、インストラクションの台本と円笑法実施中の様子 (ポーズ等) を写真で示した。

①インストラクション動画台本

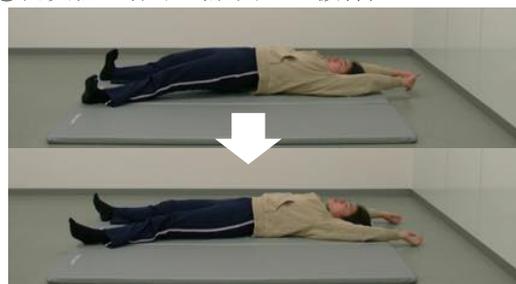
開始前 この動画は呼吸法の手順と時間を統一するためのものです。はじめに脱力法を行い、次に呼吸法、最後に収功へと進んでいきます。

0' 00" まずオタマジャクシの脱力法 (写真1) をはじめます。頭の上で手を組んで、息を吐きながら踵と手でグーっと上下に伸びて、緊張させて一気にゆるめます。息を止めて、はい1, 2, 3. 脱力しながら、くねくねくねとからだを揺らしていきます。

- 二回目です。息を吸ってグーっと伸びたら一旦息を止めて、1, 2, 3.
- 三回目です。息を吸ってグーっと伸びたら一旦息を止めて、1, 2, 3.
- 1' 30" 今度は7割ぐらいの力で息を吸って軽く背伸びをします。細く長く息を吐きながら両腕を下ろしていきます。脇が60°, 足が30° くらいに開きます。
- 2' 00" 両腕, 両足と頭の収まりどころの良い位置を探します。左腕から, 腕と肩に聞きながら行きつ戻りつして収まりのいいところを見つけます。左腕が見つかったら右腕, 右腕が見つかったら左足と順にマイペースで見つけます。
- 3' 10" 頭も少しかしげたり, 横を向いたりして収まりどころを探します (写真 2)。
- 4' 00" では呼吸法をはじめます。鼻から吸って口から吐いていきます。気持ちのいいだけ吸って, 気持ちのいいだけ吐けばいいです。無理にたくさん吸おうとか, しっかり吐ききろうなどと思わず, 気持ちいいだけ吸って気持ちいいだけ吐いていけばいいです。
- 5' 30" 鼻から入ってくる息を感じ取りながら吸っていきます。口から出ていく息を感じ取りながら吐いていきます。
- 6' 30" ここからイメージの力を使って呼吸を深めていきます。鼻から入った息を, 下腹の丹田に導くように吸っていきます。吐くときは, 息がからだの内側に広がって, 全身の毛穴から出ていくようにイメージをします。さらに毛穴から出て, まわりの空間に溶けこんでいくまで意識で付いていってあげてください。
- 14' 00" それでは収功に入ります。両手でグーとパーを繰り返します。足でも同じようにします。少しずつ力強く, 速くしていき, 10 回程度繰り返します。両手両足を天井に向けて, ゆっくり動かしてみます (写真 3)。そしてだんだん強く, だんだん速くしていきます。
- 15' 00" 手足をゆっくりと下ろしてきて, 膝を立てておしりで床を軽く叩きます (写真 4)。リズムも強さも心地よいように, マイペースで叩きます。
- 15' 30" 両膝を両手で抱えるようにして, 息を吐きながら胸に引きつけます (写真 5)。息を吸いながら弛めていきます。もう一度繰り返します。
- 16' 00" 今度は右足だけ伸ばして, 左足を, 息を吐きながら外側にグーっと開いていきます。吸いながら戻して, 息を吐きながら反対側の手で内側に倒してひねります。顔は足とは反対側に向けます (写真 6)。吸いながら戻して, 足を替えます。まず, 吐きながら外側に開いて, 吸いながら戻す。手をかえて吐きながら反対側にひねります。
- 17' 00" 吸いながら戻して, 両膝をグーっと胸に抱えて, ローリングをします (写真 7)。

- 17' 15" 床に手をついて, ゆっくりと起き上がります。
- 17' 20" 背筋を伸ばして両手をこすります。顔を洗うようにこすります。両手をこすります。だんだん強く, だんだん速くして, 今度は首から肩, 腕を叩きます。胸をなで下ろすようにします。背中から足を叩きます。外側を叩いて内側を戻ります。最後に下腹の丹田をポンポンと叩きます (写真 8)。
- 18' 00" はい, お疲れ様でした。

②円笑法の様子 (動画から抜粋)



1. オタマジャクシの脱力法



2. 屍のポーズ (意識的呼吸の際の姿勢)



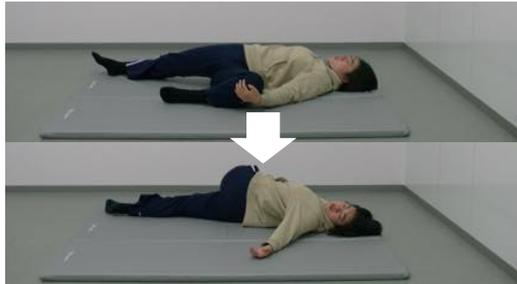
3. 収功 (その1)



4. 収功 (その2)



5. 収功 (その3)



6. 収功 (その4)



7. 収功 (その5)



8. 収功 (その6)

(2) 呼吸法の実施が立位姿勢制御の自動性に及ぼす影響

①呼吸法実施中の立位姿勢動揺

16名の若年健常成人(男性9名, 23.7 ± 2.6 才, 身長 167.1 ± 5.1 cm, 体重 60.8 ± 7.0 kg)を対象に, 静止立位中に, 先述した円笑法の3つの要点を意識した呼吸を3分間行い, その際の姿勢動揺を自然呼吸の場合と比較した. その結果, 意識的呼吸開始直後60秒間でのみ, 足圧中心(Center of Pressure: COP)の動揺面積はより小さく(図2), サンプルエントロピー(Sample Entropy: SEn)は大きかった(図3). 動揺面積は姿勢動揺の大きさ

を示す. SEnはCOP軌跡の規則性の程度を示し, 値が大きいほど規則性が低く(ランダム性が高く), 意識的な制御の介入可能性が低いことを示唆する. つまり, これらの結果は, 要点のみ意識した呼吸であっても, 即時的に立位姿勢制御の自動性を亢進させ, 姿勢動揺を減少させることを示唆する. しかし, その影響は短時間で消失した. また, 意識的呼吸そのものの影響なのか, 立位中に意識的に呼吸を調節することによる認知負荷の増加によるものなのか判別できなかった.

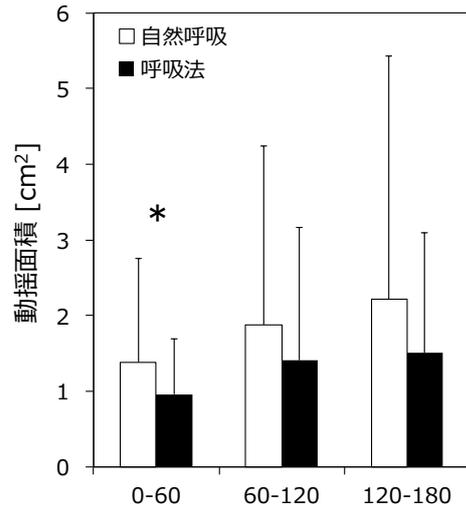


図2 意識的呼吸中の動揺面積. *: $P < 0.05$.

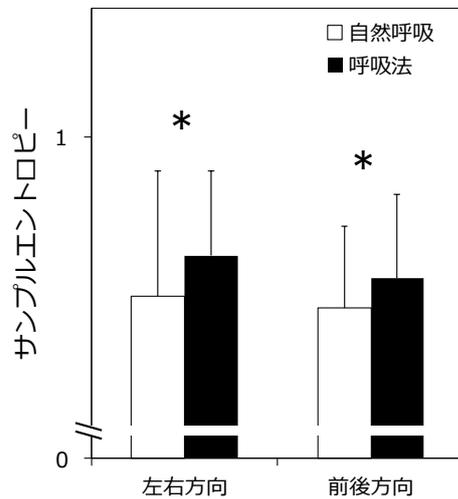


図3 意識的呼吸開始後60秒間のサンプルエントロピー. *: $P < 0.05$.

②呼吸法前後の立位姿勢動揺

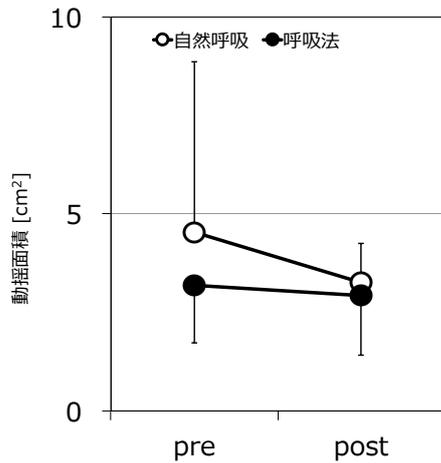
円笑法と自然呼吸を行いながら仰臥位で安静し, その前後の立位姿勢動揺を分析した. 3名の若年健常成人男性(年齢: 22.0 ± 0.0 才, 身長: 165.7 ± 7.4 cm, 体重: 61.7 ± 7.2 kg)を対象者とした. 円笑法はインスト

ラクシオン動画にしたがって実施した。自然呼吸による安静は、円笑法のインストラクション動画と同じ時間（18分間）とした。

静止立位中の姿勢動揺を分析した結果、動揺面積に円笑法の影響は認められなかったものの（図 4A）、円笑法後のみ COP 軌跡の SE_n の増加が認められた（図 4B）。さらに、姿勢動揺の制御様相を検討するため、Stabilogram Diffusion Analysis (SDA) を実施した。その結果、Long-term Scaling Exponent (H1) について、呼吸の方法×測定時間の交互作用に有意性が認められた。すなわち、自然呼吸後に増加するのとは対照的に、円笑法後は低下した（図 5）。これは、円笑法後、姿勢動揺の制御における閉回路制御がより厳密になったことを示唆する。

本研究課題の結果を総合すると、円笑法を実施することで姿勢制御の自動性が亢進すると結論づけられる。

A: 動揺面積



B: 前後サンプルエントロピー

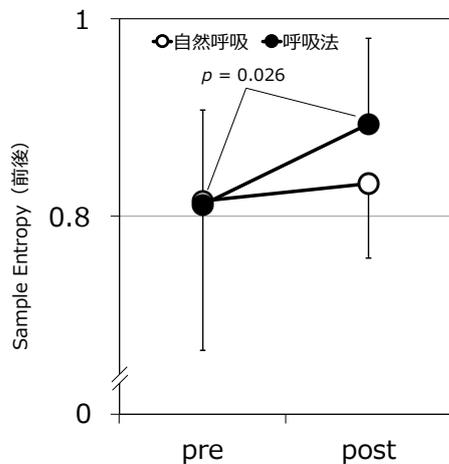


図 4 円笑法前後の姿勢動揺の変化

Long-term Scaling Exponent

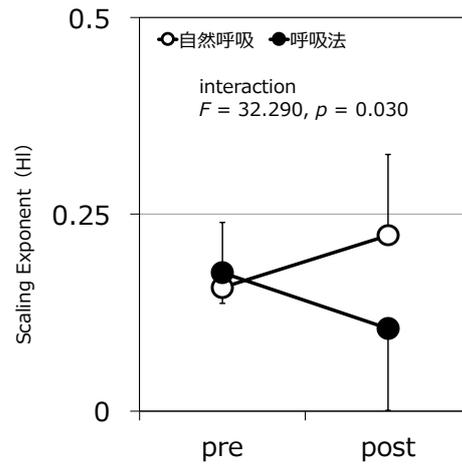
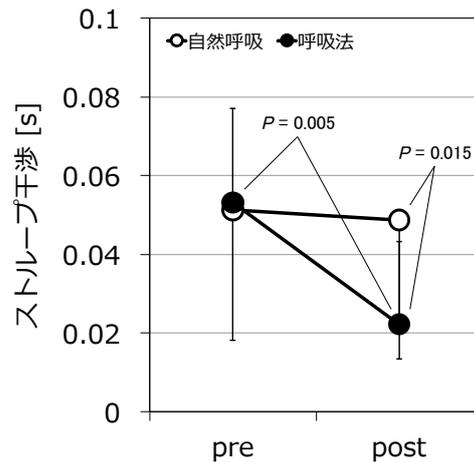


図 5 SDA の結果

A: 座位



B: タンデム立位

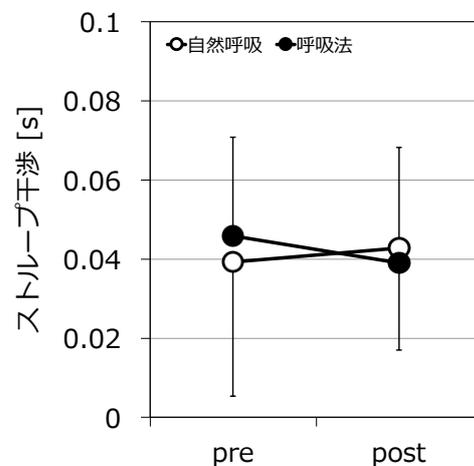


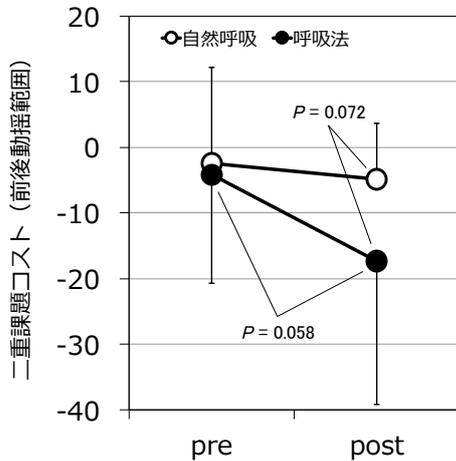
図 6 ストループ干渉の変化

(3) 姿勢課題と認知課題を同時に課す二重課題法における呼吸法の効果

立位姿勢制御の自動性が亢進すると、姿勢制御に配分されていた注意資源が解放されると考えられる。こうして解放された注意資源が認知課題に配分されるなら、姿勢課題と同時に課せられる認知課題のパフォーマンスは向上するはずである。本研究課題は、このような仮定のもとで実施された。

10名の若年健常成人(男性8名, 20.8±0.4才, 身長169.7±7.4 cm, 体重67.0±9.9 kg)は、円笑法または自然呼吸による仰臥位安静の前後で、次の課題を行った: 座位でのストロープ課題 (Single Cognitive: SC); タンデム立位のみ (Single Postural: SP); タンデム立位でのストロープ課題 (Dual: D); 一定リズムでキーを叩きながらタンデム立位 (Dual Control: DC)。

A: 前後動揺範囲



B: 前後サンプルエントロピー

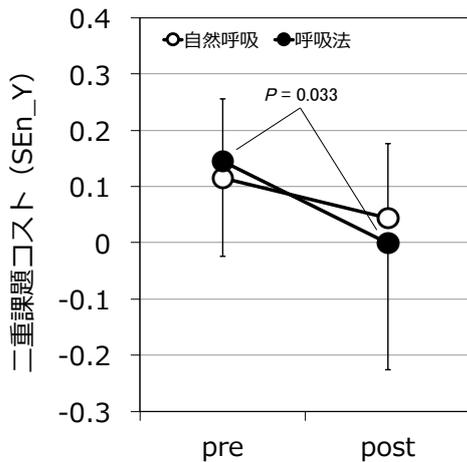


図7 二重課題コストの変化

ストロープ課題の評価指標として反応時間のストロープ干渉 (不一致試行 - 中立試行), 姿勢課題の評価指標としてSEnの二重課題コスト (DとDCの差) を計算した。

ストロープ干渉は、座位でのみ円笑法の後に減少した (図 6A)。したがって、円笑法の実施によって、実行機能は向上すると考えられる。しかし、二重課題下において向上は認められなかった。

二重課題コストは正值で負債を示し、DでDCよりも成績が低下することを示す。前後動揺範囲の二重課題コストは、円笑法後に有意ではないが減少する傾向にあった (図 7A)。つまり、姿勢課題パフォーマンスは円笑法後に向上傾向にあった。SEnの二重課題コストは前後方向で円笑法後に小さくなった (図 7B)。すなわち、円笑法後、認知課題を同時に課すことの影響が小さくなった。

これらの結果から、認知課題と姿勢課題を合わせた二重課題パフォーマンスは、円笑法後に向上することが示唆される。その要因のひとつとして、円笑法の実施によって、姿勢制御の自動性が亢進することが挙げられる。

ただし、二重課題下での認知課題パフォーマンスの向上は認められなかった。実行機能と姿勢制御に配分される注意資源には競合が生じない可能性がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

①板谷厚, 木塚朝博, 遠藤卓郎: 簡単な東洋的呼吸法が静止立位中の身体動揺に及ぼす影響. 北海道教育大学紀要(自然科学編), 査読無, 67(1), 33-44, 2016.

[学会発表] (計2件)

①板谷厚, 木塚朝博, 遠藤卓郎: 呼吸法が立位中の身体動揺に及ぼす影響. 第70回日本体力医学会大会, 2015, 9.20. 和歌山県民文化会館, ホテルアバローム紀の国 (和歌山県・和歌山市).

②Itaya A, Kizuka T, Endo T: Effects of the oriental breathing technique on the center of pressure trajectory while standing. 2nd Joint World Congress of ISPGR and Gait and Mental Function, 2013. 6. 25. Akita, Japan.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

板谷 厚 (ITAYA Atsushi)
北海道教育大学・教育学部・准教授
研究者番号: 40649068

(2) 研究分担者

木塚 朝博 (KIZUKA Tomohiro)
筑波大学・体育系・教授
研究者番号: 30323281

(H27. 8. 26 より研究協力者)

遠藤 卓郎 (ENDO Takuro)
筑波大学・体育系・教授
研究者番号: 20134249

(H26. 3. 20 より研究協力者)