

## 姿勢が発声時の呼吸補助活動に及ぼす影響

小田原 守<sup>1)</sup> 大塚 裕一<sup>2)</sup> 宮本 恵美<sup>2)</sup>  
古閑 公治<sup>2)</sup> 久保 高明<sup>2)</sup> 船越 和美<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 医療法人社団 鶴友会 鶴田病院

<sup>2)</sup> 熊本保健科学大学

## The effect of body position on accessory muscles of respiration activity at vocalization

Odahara Mamoru<sup>1)</sup> Otsuka Yuichi<sup>2)</sup> Miyamoto Megumi<sup>2)</sup>  
Koga Hiroharu<sup>2)</sup> Kubo Takaaki<sup>2)</sup> Funakoshi Kazumi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Tsuruta hospital

<sup>2)</sup> KUMAMOTO Health Science University

**Abstract :** 【Introduction】 Changes in body position affect the accessory muscles of respiration that are active during vocalization. The purpose of this research is to understand the effects that changes in body position have on the muscular activity of accessory muscles of respiration during vocalization in healthy adults.

【Subjects】 The subjects were 7 healthy adult males with no medical history of respiratory, musculoskeletal, or vocal organ issues.

【Methods】 Measurements were taken in three positions: supine, seated, and standing. The length of the longest continuous vocalization, and the lengths and starting times of the muscular activity of the rectus abdominis and abdominal external oblique muscles during vocalization were measured.

【Results】 The longest continuous vocalization was significantly longer for the sitting and standing positions compared to the supine position ( $p<0.01$ ). The rectus abdominis muscular activity was higher for standing compared to sitting ( $p<0.05$ ) positions. In regard to muscle activity starting times for rectus abdominis and abdominal external oblique muscles, starting times were significantly earlier for the sitting and standing positions compared to the supine position ( $p<0.05$ ) ( $p<0.01$ ). 【Observations / Conclusion】 The muscle activity of the accessory muscles of respiration during vocalization differs depending on the body position. This is expected to be of use in deciding on body position when practicing vocalization.

**Key Words :** body position, vocalization, accessory muscles of respiration

**要旨 :** 【はじめに】 発声時に活動する呼吸補助筋は姿勢の変化と関連している。本研究の目的は、健常成人を対象に、姿勢の変化が発声時の呼吸補助筋の筋活動に及ぼす影響を明らかにすることとした。

【対象】 対象は呼吸器系や筋骨格系、発声器官に既往のない健常成人男性7名とした。【方法】 測定姿勢は背臥位、端座位、立位の3姿勢とした。測定項目は最長発声持続時間、発声時の腹直筋、外腹斜筋の筋活動、及び筋活動開始時間とした。【結果】 最長発声持続時間は背臥位に比べ端座位と立位で有意に長かった ( $p<0.01$ )。立位は端座位に比べ、腹直筋の筋活動が高かった ( $p<0.05$ )。発声時の腹直筋、外腹斜筋の活動開始時間では、背臥位は立位、端座位に比べ、活動開始時間が有意に遅くなること示された ( $p<0.05$ ) ( $p<0.01$ )。【考察・結論】 姿勢の違いによって発声時の呼吸補助筋の筋活動には各々の特徴があることが示された。発声練習時の姿勢を検討する一助となることが期待される。

**キーワード :** 姿勢、発声、呼吸補助筋

## 1. 緒言

発声と呼吸は密接に関わっており、呼吸機能の変動により発声機能に変化することが知られている。脳卒中による発声機能の障害を有する一部の患者は、呼吸補助筋の機能が低下する場合がある。呼吸補助筋の中でも、努力性呼気時に呼気筋の補助的な役割として働く筋に腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋がある。これらの筋は発声などの努力性呼気を行うときに活動性が高くなるとされている<sup>1)</sup>。脳卒中によって、これら腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の機能が低下した患者では、声量低下を認めることがある。声量の低下はコミュニケーションの障害に繋がり、患者の Quality of life (以下、QOL) を容易に低下させてしまう可能性がある。そのため、有効的に声量低下を改善させることは、患者の QOL を早期に改善させるために重要である。そのような声量低下が認められた患者への訓練として、呼吸補助筋の機能低下を改善させる目的で発声訓練を実施することがある。発声訓練を用いる理由として、呼吸での訓練に比べ、強さや長さのフィードバックが行いやすく、発声の行為が呼吸に比べ具体的であるため、患者への訓練の導入が行いやすいことなどが挙げられる。発声訓練を行う時の姿勢は、発声機能を十分に発揮することを目的に背臥位やリクライニング座位、車椅子座位などの姿勢調整を行うことが薦められている<sup>2)</sup>。先行研究においても姿勢と肺活量などの呼吸機能、姿勢と発声機能などの関連が報告されている<sup>3)、4)</sup>。また、姿勢の変化は呼吸補助筋の筋活動に影響を及ぼすことも報告されている<sup>5)</sup>。現在の発声訓練時の姿勢の設定は、十分な発声機能を発揮するための視点で行われることが多く、呼吸補助筋の筋活動の特徴が考慮されることはまだ少ない。姿勢の違いによる発声時の呼吸筋活動の特徴を比較した研究も殆ど見られていない。そこで本研究では健常成人男性を対象に、姿勢が発声時の呼吸筋活動に及ぼす影響を明らかにする事とした。本研究の臨床的意義として、姿勢が発声時の呼吸筋活動に与える影響を明らかにすることで、発声訓練時の姿勢を検討する一助となることが期待される。

## 2. 研究の方法

対象は呼吸器系や筋骨格系、発声器官に既往のない健常成人男性 7 名とした。平均年齢は  $20.7 \pm 1.2$  歳、身長は  $172 \pm 5.3$  cm、体重は  $70.8 \pm 12.9$  Kg。実験を実施するにあたり、実験内容、実験データの取り扱いについて説明を行い、苦痛などを感じた際は、自己にて実験を中止出来ることを伝え、協力の同意と署名を得た。測定項目は最長発声持続時間 (Maximum Phonation Time, 以下 MPT)、腹直筋と外腹斜筋の筋活動開始時間、発声時の腹直筋と外腹斜筋の筋活動を測定した。測定姿勢は背臥位、端座位、立位の 3 姿勢とした。背臥位は下肢を肩幅に開き安楽な肢位とした。座位は端座位とし、股関節屈曲 90 度、膝関節屈曲 90 度とした。立位は直立位とし、下肢は肩幅に開き、上肢は体側に位置させ、安楽な肢位とした。MPT は KeyPENTAX 社製 VisPitch を使用し録音を行い、分析は同社製 CSL4500 を使用した。測定時は、鼻漏出を防ぐために被験者の鼻腔をノーズクリップで閉鎖した。マウスピースからマイクフォンまでの距離は 20 cm とした。検者の合図で発声を開始し、音声は「あー」として、可能な限り長く声を出すように指示をした。測定は 3 回行い、最大値を測定値とした。筋活動の測定に関しては、使用機器は日本光電社製筋電図用アンプ AB-621G を用いた。電極はディスプレイブルゲル電極を使用し、電極の大きさは  $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$  とした。測定設置部位は腹直筋、外腹斜筋とした。腹直筋の電極位置は剣状突起の 2 横指下白線より 2 横指外側とし、外腹斜筋の電極位置は第 8 肋骨上とした<sup>6)、7)</sup>。測定は皮膚表面処理後に実施した。筋活動の評価は徒手筋力検査測定姿勢での最大筋収縮を 5 秒間測定しそのうち安定した 1 秒間を積分し基準とした。各姿勢での測定時の最大筋収縮の前後 0.5 秒、計 1 秒間の積分値を基準値に対する百分率で評価した。MPT 測定時の腹直筋、外腹斜筋の活動開始時間は、発声開始直後の安定した 1 秒間の平均振幅を基準値として、そこから 2 標準偏差を超える値を筋活動開始時間と定義した<sup>8)</sup>。統計解析方法は、各姿勢間の MPT、発声時の筋活動及び筋活動開始時間に 1 元配置分散分析反復測定法を用い、多重比較検定として Tukey 法を用いた。いずれも有意水準は 5 % 未満とした。統計処理ソフトは StatMate V5.01 を用いた。倫

理的配慮に関しては、本研究は熊本保健科学大学疫学・行動科学研究倫理審査（疫26-410）の承認を得て実施している。

### 3. 結果（表1，図1，表2）

MPTにおいて、立位と端座位は背臥位に比べ有意に長い値を示した（表1）。MPT時の腹直筋の筋活動は、端座位に比べ、立位で有意に高い値を示した。背臥位に関しては、有意差は見られなかったものの端座位より高い値を示していた。外腹斜筋に関しては、姿勢間で筋活動に有意差は見られなかったが、腹直筋同様に背臥位、立位で端座位より高い値を示した（図1）。MPT時の腹直筋、外腹斜筋の活動開始時間は、背臥位に比べ端座位、立位では活動開始時間が有意に早くなること示された（表2）。

### 4. 考察

姿勢がMPTに及ぼす影響について、端座位、立位は背臥位に比べ有意に長い値を示した。持続発声は、発声中に使用される呼気総量・肺活量と喉頭調整による呼気の音源変化の効率に依存し、肺活量は端座位、立位に比べ背臥位で有意に低下することが知られている。背臥位で肺活量が低下する要因としては、胸郭背側が圧迫されることで、胸郭の拡張性を抑制することや<sup>9)</sup>、腹腔内臓器による胸郭方向への偏移が横隔膜を圧迫し、吸気時の横隔膜機能を制限している<sup>10)</sup>ことが考えられる。姿勢は背臥位時に胸郭の拡張性と横隔膜機能を制限させ、肺活量の低下を引き起こし、MPTを変化させたと考える。

姿勢が発声時の呼吸補助筋の筋活動に及ぼす影響に関して、MPTでは立位と端座位では大きな差は

表1 各姿勢における最長発声持続時間

|       | N=7      |           |           |
|-------|----------|-----------|-----------|
|       | 背臥位      | 端座位       | 立位        |
| 時間（秒） | 20.0±9.8 | 26.7±11.6 | 25.6±11.4 |

\*\* p<0.01

表2 最長発声持続時における腹直筋、外腹斜筋の活動開始時間

|     | N=7                |                    |                     |                     |
|-----|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|     | 左腹直筋(秒)<br>Mean±SD | 右腹直筋(秒)<br>Mean±SD | 左外腹斜筋(秒)<br>Mean±SD | 右外腹斜筋(秒)<br>Mean±SD |
| 背臥位 | 11.9±6.1           | 11.4±5.9           | 10.7±5.6            | 11.2±6.4            |
| 端座位 | 6.8±2.5            | *6.1±2.4           | *6.7±3.2            | *6.7±2.9            |
| 立位  | 6.4±2.2            | 5.9±2.0            | 6.0±3.2             | 5.7±3.9             |

\* p<0.05 \*\* p<0.01

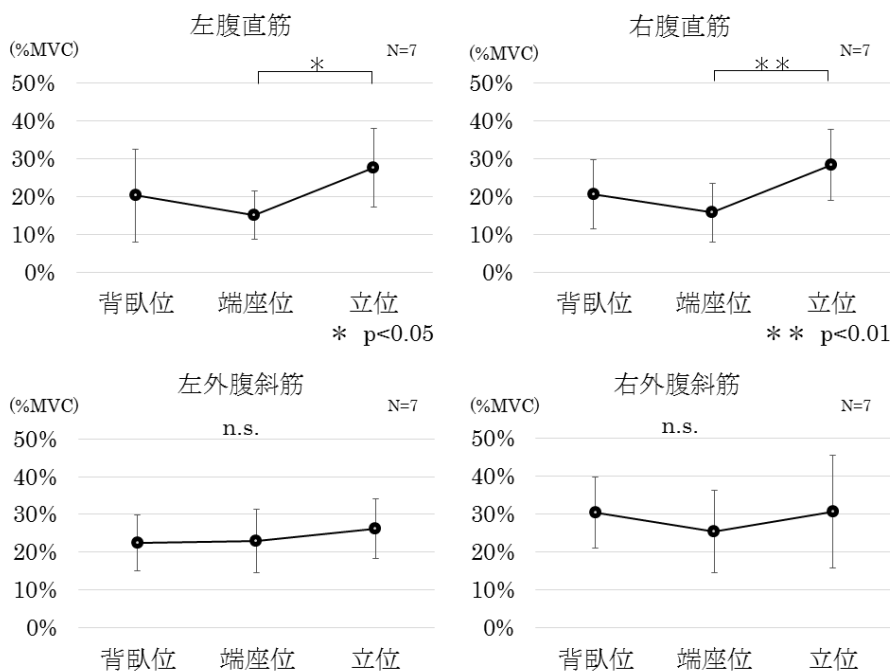


図1 最長発声持続時における腹直筋、外腹斜筋の筋活動

見られなかったが、筋活動では腹直筋に関して、立位は端座位に比べ有意に高い値を示した。その理由としては腹直筋の姿勢保持の役割が考えられる。Jeong<sup>11)</sup>は、健常成人を対象に両足をつけた立位姿勢で、数種類の呼吸方法で20秒間の姿勢動揺における累積移動距離を測定しており、呼吸努力が増えると姿勢動揺が増加していくとしている。一過性の床面前後移動の外乱刺激による筋応答として、前方方向の姿勢動揺で前腹壁部の筋の活動が増大するとされている<sup>12)</sup>。立位は端座位に比べ支持基底が狭いため、姿勢の安定性は端座位より立位が低く、重心動揺の際にも姿勢を保持するために、立位は端座位より多くのエネルギーが必要となることが推測される。そのため、立位は端座位に比べ発声時の腹直筋の筋活動が高くなったのではないかと考える。また、背臥位は端座位と比べ、筋活動に有意差は見られなかったが、端座位より高い数値を示していた。背臥位は胸郭の拡張収縮運動の制限を受けていることが知られている。そのため腹直筋、外腹斜筋は胸郭の収縮運動の制限を代償しようとして、発声機能を維持するために高い筋活動を示したのではないかと考える。

姿勢がMPT時の腹直筋、外腹斜筋の筋活動開始時間に及ぼす影響について、最長発声持続時の腹直筋、外腹斜筋の活動開始時間は、背臥位は端座位と立位に比べ活動開始時間が有意に遅いことが示された。安静時の呼吸は、肺と胸郭の弾性復元力、肋軟骨のよじれが戻ろうとするねじれの復元、拳上した肋骨を下げようとする重力の3つの力によって外部へ放出される<sup>13)</sup>。持続的な発声では、発声に必要な声門下圧である5 cmH<sub>2</sub>O以上を保つために、一気に呼出するのではなく、吸気筋が弾性復元力に拮抗するブレーキの役目として働く。弾性復元力による声門下圧が5 cmH<sub>2</sub>Oに接近すると、徐々に呼気筋、呼吸補助筋が活動性を高め、肋骨の能動的な下制、腹部内臓を圧迫し、横隔膜を押し上げていくとされている。本研究の結果を上記の内容から説明すると、端座位と立位の弾性復元力による受動的な発声は約6秒で終わり、呼気筋、呼吸補助筋を用いた能動的な発声に変わっていったことが推察される。背臥位での腹直筋、外腹斜筋の活動開始時間は、発声開始から約11秒後であった。この理由としては、背臥位

姿勢によって、腹腔内臓器が胸郭方向へ偏移し横隔膜を圧迫したためだと思われる。そのため、背臥位では弾性復元力による受動的な呼吸に、腹腔内臓器の横隔膜圧迫による受動的な呼吸が加わり、腹直筋、外腹斜筋の活動開始時間が遅くなったと考える。姿勢は最長発声持続時の腹直筋、外腹斜筋の活動開始時間を変化させることが示唆された。

以上のことから、立位での発声は背臥位に比べMPTが長く、端座位、背臥位に比べ筋活動が高く示された。発声時の腹直筋、外腹斜筋の筋活動開始時間は背臥位に比べ早くなること分かった。発声訓練では、立位姿勢は筋活動を重視し、高強度負荷の訓練を行うことで発声機能の改善を図ることが期待される。端座位での発声は、背臥位に比べ発声機能は高く示されるが、他の姿勢に比べ腹直筋、外腹斜筋の筋活動は低活性である。しかしながら、発声では比較的安定した姿勢で、立位に劣らない発声機能を発揮できることから、低負荷で長時間の訓練内容に適していると考えられる。背臥位に関しては、姿勢の特性から立位と端座位に比べ発声機能が低下するが、胸郭の収縮運動を代償するために、端座位での発声より筋活動が高くなることが示された。背臥位での発声訓練は、呼吸補助筋の筋活動に着目すると、端座位に比べ負荷量が高くなることが考えられる。発声努力を求める高負荷の訓練を行うのであれば、これまでの言語聴覚療法で用いられてきた訓練姿勢に加え、背臥位での発声訓練の有用性が期待される。

## 5. 結論

発声機能の低下はコミュニケーション手段を奪い、患者のQOLを容易に低下させてしまう可能性がある。そのような患者へ効率の良い呼吸機能訓練や発声訓練を提供することは、早期にQOLを改善させるために重要なことであると思われる。今回の結果より、臨床の現場で発声練習を行うときは、十分な呼吸機能発声と機能を発揮するための姿勢設定だけでなく、姿勢の違いによる呼吸補助筋の筋活動の特性も踏まえた訓練姿勢の設定も必要であると考える。本研究の言語聴覚療法における臨床的意義として、姿勢が発声時の呼吸筋活動に与える影響を明らかにすることで、訓練時の姿勢を検討する一助

となることが考えられる。

## 6. 謝辞

本研究の遂行に際して、被験者として協力を頂きました、熊本保健科学大学の学生の皆様へ厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) Pettersen V. Muscular patterns and activation levels of auxiliary breathing muscles and thorax movement in classical singing. *Folia Phoniatr Logop.* 57: 255-277, 2005.
- 2) 西尾正輝。ディサースリアの基礎と臨床 第3巻 臨床実用編。pp3-7、インテルナ出版、東京、2006。
- 3) 神津玲。コメディカルのための呼吸理学療法最新マニュアル。中尾史、田野晶子、北村ひとみ 編集、pp17-18、メディカ出版、大阪、2005。
- 4) 平野実、大田黒延寿。体位ならびに頭位の音声におよぼす影響。耳鼻臨床。38: 445-450、1965。
- 5) Kera T, Maruyama H. The Effect of Posture on Respiratory activity of the Abdominal Muscles. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 24: 259-265, 2005.
- 6) Aldo O. Perott 著。筋電図のための解剖ガイド—四肢・体幹 第3版。栢森良二 監訳、pp264-265、西村書店、新潟、1997。
- 7) Ng JK-F, Kippers V, Richardson CA. Muscle fibre orientation of abdominal muscles and suggested surface EMG electrode positions. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 38: 51-58, 1998.
- 8) 石田水里、対馬栄輝。反応時間測定における筋活動開始を判断する基準の比較。総合リハビリテーション。29(9): 843-849、2001。
- 9) Kaneko H, Horie J. Breathing movements of the chest and abdominal wall in healthy subjects. *Respir Care.* 57: 1442-1451. 2012.
- 10) Badr C, Elkins R M, Ellis R E. The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. *Australian Journal of Physiotherapy.* 48: 95-102, 2002.
- 11) Jeong BY. Respiration effect on standing balance. *Arch Phys med Rehabil.* 72: 642-645, 1991.
- 12) 奈良勲。標準理学療法学 専門分野 運動療法学総論 第3版。編集 吉尾雅春、pp85-87、医学書院、東京、2010。
- 13) Lawrence JR, Gloria JB, Katherine SH. *Speech Science Primer Physiology, Acoustics, and Perception of Speech FIFTH EDITION* 新ことばの科学入門第2版。廣瀬肇監訳、pp66-68、医学書院、東京、2008。

受付日：2017年7月28日

受理日：2018年4月27日

