

呼吸筋ストレッチ体操の呼吸感覚におよぼす効果

昭和大学 渋谷 まさと

(共同研究者) 同 金丸 新

昭和大学
藤が丘病院 山田 峰彦

Effect of Respiratory Muscle Stretch Gymnastics on Respiratory Sensation

by

Masato Sibuya¹⁾, Arata Kanamaru¹⁾, Minehiko Yamada^{1), 2)}

1) *Second Dept. of Physiol. Showa Univ. School of Med.*

2) *Dept. of Respiratory Med. Fujigaoka Hosp.*

ABSTRACT

Respiratory Muscle Stretch Gymnastics (RMSG), which is designed to stretch the intercostal muscles during the contraction phase, was applied to 39 patients with chronic respiratory disease. A new analog scale, "bidirectional analog scale (BAS)" with endpoints of "maximum comfortableness" and "maximum uncomfortableness" was designed in attempt to quantitatively measure one of the two sensations of breathing. The measurement was standardized so that the BAS score for maximum comfortableness and uncomfortableness is +100 points and -100 points, respectively. Valid results were obtained from 37 patients aged 64.9 ± 5.0 y. o. The BAS score before RMSG was -8.4 ± 5.9 points and was significantly increased to 4.0 ± 5.2 points 5 minutes after performing 3 times of each 4 RMSG patterns. The existence of the "comfortableness" of breathing as a subtype of respiratory sensation was suggested. Also, the results indicate that RMSG not only reduces dyspnea, but also increases the "comfortableness" of breathing.

要 旨

収縮中の肋間筋をストレッチするようにデザインされた呼吸筋ストレッチ体操を、39名の慢性呼吸器疾患患者に施行した。呼吸感覚の「苦しさ」か「楽さ」のいずれかの強さを、1本の直線スケールで定量する双方向アナログスケール bidirectional analog scale (BAS) を考案し、試行した。一端が「想像し得る最大限の楽さ」であり、点数は+100点、もう一方の端が「想像し得る最大限の苦しさ」で点数は-100点とした。有効な結果を37名(年齢 64.9 ± 5.0 歳)より得た。体操前のBAS点数は -8.4 ± 5.9 点であり、4つの呼吸筋ストレッチ体操パターンを3回ずつ施行した5分後は、 4.0 ± 5.2 点と有意($P < 0.05$)に「楽」な方向へ移動した。呼吸感覚の一種として「楽さ」があること、また、呼吸筋ストレッチ体操は呼吸困難感を軽減するだけでなく、その楽さを増大することが示唆された。

緒 言

骨格筋からの求心性情報と筋感覚との関連が四肢筋で示唆されている¹⁰⁾。呼吸運動も、骨格筋である呼吸筋の周期的運動である。呼吸筋からの求心性情報を変動させるため、胸壁へ振動を加え、呼吸感覚の変動を観察した報告が多くある^{1, 3, 6, 9, 13, 15, 16)}。一貫した結論としては、収縮している呼吸筋(すなわち、吸息相では上位胸壁にある吸息筋、呼息相では下位胸壁にある呼息筋)へ100 Hzの振動刺激を投与すると、呼吸困難感が減少するようである。100 Hzは骨格筋における筋紡錘の至適周波数といわれている。

したがって、上記の報告では、収縮している呼吸筋における筋紡錘からの求心性情報が呼吸困難感を軽減させる可能性を考察している。筋紡錘は、振動だけではなく、張力に対しても閾値が低い。収縮している呼吸筋を伸展することで張力を

加えれば、振動刺激と同様の求心性活動が発生する可能性がある。このような仮説に基づいてデザインされたのが呼吸筋ストレッチ体操である^{7, 8)}。われわれは呼吸筋ストレッチ体操の臨床応用を進め、慢性閉塞性肺疾患患者の病的呼吸困難感を軽減させることを最近示している^{18, 19)}。これらの報告では患者における運動時呼吸困難感、あるいは重症患者における安静時呼吸困難感に対して、呼吸筋ストレッチ体操の軽減効果を示唆している。

しかし、あらゆる慢性閉塞性肺疾患患者が常時、呼吸困難感を感じているわけではない。軽症患者には安静時、呼吸困難感はない。しかし、呼吸困難感のない患者にも、呼吸筋ストレッチ体操を指導してみると、評判は良いのである。そこで、今回、われわれは呼吸困難感のない患者が、呼吸筋ストレッチ体操で感じる「楽さ」を定量することを試みた。

現在、呼吸器内科や運動生理学で用いられている呼吸感覚のスケールは、呼吸困難感という「苦しさ」の大きさのみを定量しており、「楽さ」を定量しているものはない。さらに、呼吸が楽であるという感覚が存在するという報告もない。そのため、「苦しさ」と「楽さ」の両方を定量する新しいスケールを試作し、臨床応用を試みた。

1. 調査方法

1.1 対象患者

気管支喘息、肺気腫、慢性気管支炎、肺結核後遺症などの、慢性呼吸器疾患の患者39名において検討した。

1.2 双方向アナログスケール

双方向アナログスケール bidirectional analog scale (BAS) なるものを試作した。これは、15 cmの水平な直線の左端に「きわめて楽」、右端に「きわめて苦しい」と記入したスケールである。患者にはつぎのように説明した。「たった今の呼吸の感覚を教えてください。この線の一番左は想像し

得る最大限の楽さです。一番右は想像し得る最大限の苦しさです。苦しくも楽でもない場合は、線の真ん中あたりになります。線のどこかに印をつけて下さい。」B5用紙1枚にBASをひとつだけ記載した。ストレッチ体操前後の変化を検討するため、2枚ずつ用意した。1回目の測定が終了した時点でその用紙は回収し、2回目の記入のときは1回目の結果がわからないようにした。

左端が100点、右端が-100点になるように測定値を標準化した。すなわち、0点が苦しくも楽でもない点数であり、点数が大きいほど感覚は楽である。これを「BAS点数」とした。

1.3 プロトコール

入室後15分以上座位で安静にした後、ストレッチ体操前のBAS測定を行った。このとき、中心より明らかに「苦しい」側に記入した患者には「いま、息が苦しいですか?」とたずね、返事が「はい」であることを確認して視覚性アナログスケール visual analog scale (VAS) で息苦しさの定量を行った。BASとの違いを強調するため、VASは15cmの垂直な線を用いた。この変法はGiftらによって報告されている⁹⁾。

呼吸筋ストレッチ体操は、通常われわれが指導している様式どおりに行った⁹⁾。体操後、座位にて5分間以上安静にした後に、呼吸筋ストレッチ体操後のBAS測定を施行した。体操前にVASを測定した患者では再度、VASを測定した。また、患者の臨床的重症度はMedical Research Council (MRC) 方式で行った²⁾。

2. 調査結果

39名で検討した。そのうち、ストレッチ体操前に呼吸困難感を訴え、VASも測定したのは6名であった。呼吸筋ストレッチ体操によるBASの変化とVASの変化とに矛盾が認められてしまった例が2名いた。これは、たとえば、BAS点数が増大している（呼吸が楽になっている）にもかか

表1 有効患者プロフィール

症例数	37名
年 齢	64.9±5.0歳
男性：女性	18：19
診 断 (重複あり)	
気管支喘息	3名
肺気腫	3名
慢性気管支炎	3名
肺結核後遺症	28名
その他	12名
MRC重症度	
I	0名
II	12名
III	15名
IV	6名
V	4名

わらずVASの値が大きくなっている（苦しくなっている）場合などである。150mmの両スケールにおいて5mm以上、逆方向の動きが発生した場合、いずれかのスケールが正しく理解されなかったとして、無効とした。その結果、有効な症例数は全体で37名、BASとVASの両方測定できた症例では4名となった。37名のプロフィールは表1のようであった。

2.1 BAS点数の改善

37名における呼吸筋ストレッチ体操前の平均BAS点数は-8.4±5.9点であり、26名において負（苦しい）、2名が0、9名が正の（楽な）値であった。呼吸筋ストレッチ体操後には平均値は4.0±5.2点と有意に増大し、負は15名、0が4名、正は18名と変化した。この変化はpaired-t検定で有意であった（ $P<0.05$ ）。BAS点数の変化を症例ごとにまとめたのが図1である。

BAS点数の改善度とBASの前値との間（図2）には、有意な（ $P<0.05$ ）負の相関があった（相関係数-0.54 図2参照）。すなわち、体操前に不快度の大きい患者ほど、呼吸筋ストレッチ体操

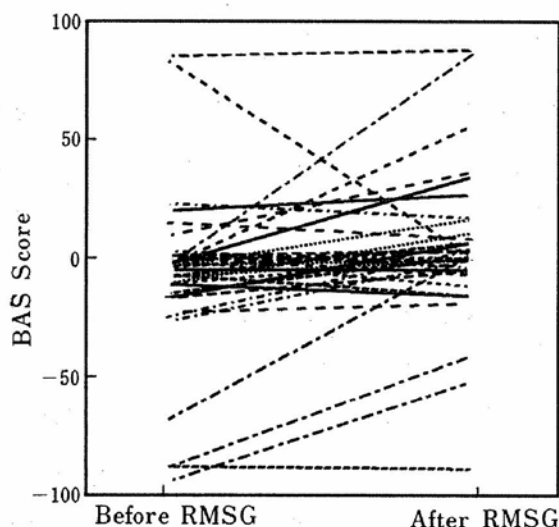


図1 呼吸筋ストレッチ体操による
BAS 点数の変化

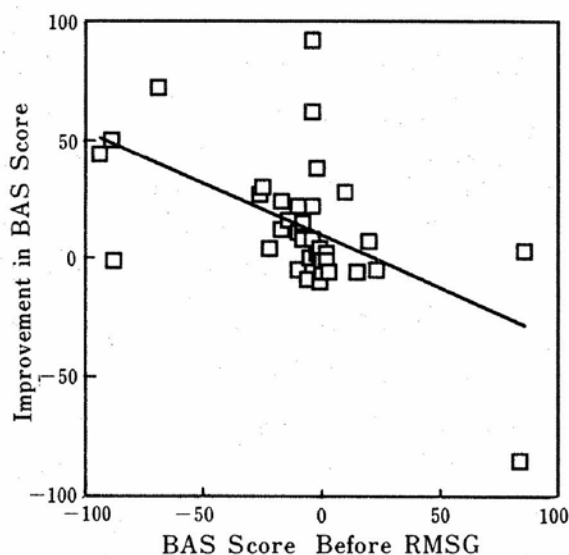


図2 ストレッチ体操前の BAS 点数と
BAS 改善度との相関

は有効であることが示唆される。

2.2 VAS との相関

BAS と VAS の両方を有効に測定できた症例は 4 例のみであった。BAS の前値と VAS の前値、BAS の後値と VAS の後値、BAS の変化量と VAS の変化量との間には有意な相関はなかった。

4 例中、呼吸筋ストレッチ体操により VAS (息苦しさ) 点数は 81.5 ± 8.6 点から 50.7 ± 18.5 点へ改善したが、統計学的に有意な変化ではなかった ($P = 0.1$)。これらは予想とは多少異なる結果であるかもしれないが、症例数が 4 と極端に少ないことを考えると矛盾はしない。VAS は BAS の一部であるとも考えられるので、多くの症例を経験すれば両者の相関が明確になるであろう。

2.3 患者プロフィールとの相関

どのような患者において BAS の改善が大きかったのかを検討するため、BAS 点数の改善度と臨床的プロフィールとの相関を検討した。

2.3.1 性別

37 名中、男性 18 名、女性 19 名であった。BAS 点数の前値は男性では 4.1 ± 37.5 点、女性では -20.2 ± 30.1 点であり、両者間には t 検定で有意な差があった ($P < 0.05$)。後値は男性では 15.9 ± 31.6 点、女性では -7.3 ± 27.6 点であり、この両者間にも t 検定で有意な差があった ($P < 0.05$)。変化量は、男性、女性、それぞれ、 11.7 ± 34.2 点、 12.9 ± 23.7 点であり、同程度の変化量であった。男女間における有意な差は年齢にも認められた (男性 67.1 ± 4.9 歳、女性 62.8 ± 4.4 歳)。しかし、年齢と BAS 点数の前値、後値、変化量とは相関はなかった。また、MRC 重症度における男女差は認められなかった。

この男女差の理由は明らかではない。MRC では測定し得なかった重症度の違いが男女間にあった可能性は考えられる。また、同じ重症度でも女性の方がより強く、呼吸困難感を感じるのかもしれない。痛みに対する閾値が男性より女性の方が低いことが報告されている⁵⁾。

2.3.2 疾患別

疾患、在宅酸素療法の有無、重症度 (MRC) による効果についても検討したが、違いは認められなかった。

3. 考 察

3.1 BASの妥当性

感覚や、心理状態などを定量化するスケールにおいて、常に問題になるのが妥当性である。果して、そのスケールは測定すべきものを測定しているのでしょうか？ 今回の検討は、まだ試行の段階であり、双方向アナログスケールの妥当性を検討するためのデザインはされていない。

プラセボ薬を服用した前後で測定するなどの検討が今後必要となるであろう。だが、BASは「楽さ」と「苦しさ」のふたつのVASを対照的に接続しただけのものである。呼吸感覚に関して、VASの妥当性は確立している¹²⁾。したがって、今回のBASの測定値はある程度、妥当であると考えられた。

3.2 BASの感受性

37名のうち、安静時呼吸困難感を訴えたのは4名のみであった。そのため、「苦しさ」のスケールのみを用いると、33名において値は0、あるいはそのきわめて近傍になったであろう。そのため、呼吸感覚の変化はVASでは測定しにくかったはずである。だが、双方向スケールでは、中央点の左右、かつ近傍に多くの測定値が集中した。また、RMSGにより中央付近で有意に変化した。これはVASでは捉えきれなかった感覚をBASが感受し得たことを示唆する。したがって、VASでは捉えられることのできない感覚の変化をもBASは感受し得たのかもしれない。

呼吸筋ストレッチ体操によって、VASにおいて「息苦しさ」が低下することをYamadaらは報告している^{18,19)}。今回の検討で、BASが安静時呼吸困難感のない患者の感覚をも捉え得る可能性が示唆され、今後の臨床検討にも応用できる可能性が高いと思われた。

3.3 呼吸筋ストレッチ体操の効果

呼吸筋ストレッチ体操によりBASの値は有意

に増大した。平均増大点数は 12.3 ± 28.9 点であり、-100点から100点までの範囲における6.2%の動きであった。これは決して小さい動きではない。さらに、強調すべき点として、この効果は即時的効果である。われわれは、以前、呼吸筋ストレッチ体操で呼吸困難感の減少を報告したが、より積極的に「楽さ」の増大を定量的に示したのは、本報告が初めてである。

呼吸感覚には種々あり、呼吸困難感も呼吸に関する多様な不快感の総称であると考えられている。しかし、呼吸の「楽さ」が定量され、その存在が示されたのは今回が初めてであろう。さらに、呼吸を楽にする運動として示されているのは、われわれが知る限りでは呼吸筋ストレッチ体操しかない。

呼吸筋ストレッチ体操が呼吸を楽にする機序に関しては、今回の検討からは、多くは語ることはできない。緒言で述べたように、胸壁のin-phase振動刺激と類似した求心性活動を発生させることが基本的なデザインであった。果して類似した活動が発生したかどうか、また、呼吸が楽になったのはその活動によるのかどうかは、推測の域を出ない。だが、筋紡錘における α - γ 連関により、収縮中の筋における筋紡錘は感受性が亢進している¹⁰⁾。そのため、呼吸筋も収縮中に伸展させると、筋紡錘は強力に刺激されるのであろう。

Kanamaruら⁷⁾は呼吸筋筋電図を記録し、呼吸筋ストレッチ体操中の筋電図活動が深呼吸中の活動よりも大きいことを示し、呼吸筋ストレッチ体操が筋紡錘を刺激していることを示唆している。

慢性呼吸器疾患においては、呼吸困難感の強さが生活の質や予後の重要な決定因子である¹⁴⁾。多くの呼吸筋トレーニングが行われているが、確立されたものはなく、逆にむしろ最近では、有効性自体が疑われている¹⁷⁾。このような現状であるので、呼吸感覚を即時的に楽にすることが定量的に示された呼吸筋ストレッチ体操は、リハビリテー

ションの一部として有用である可能性が高いと思われる。

4. ま と め

収縮中の肋間筋をストレッチするようにデザインされた、呼吸筋ストレッチ体操を、39名の慢性呼吸疾患患者に施行した。呼吸感覚の「苦しさ」と「楽さ」をひとつのスケールで定量する、双方向アナログスケール bidirectional analog scale (BAS) を考案し試行した。BASの測定値は有意に「楽」な方向へ移動した。呼吸感覚の一種として「楽さ」があること、また、その楽さが呼吸筋ストレッチ体操で増大することが示された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、多くのご助言を賜りました、昭和大学医学部 本間生夫教授、データ整理にご助力くださった増田寿明氏に深謝いたします。

文 献

- Altose, M. D., Syed, I., Shoos, L.; Effects of chest wall vibration (CWV) on the intensity of dyspnea (DYS) during constrained breathing, *Proceedings of the International Union of Physiological Sciences XVII* 388 (1989) (Abst)
- American Thoracic Society; Surveillance for respiratory hazards in the occupational setting, *Am. Rev. Respir. Dis.*, **126**, 952-956 (1982)
- Cristiano, L. M., Kivett, S., Schwartzstein, R. M.; Chest wall vibration reduces breathlessness in patients with COPD, *Am. Rev. Respir. Dis.*, **147** (4), A 549 (1993) (Abst)
- Gift, A. G.; Validation of a vertical visual analogue scale as a measure of clinical dyspnea, *Rehabilitation Nursing* **14**, 323-5 (1989)
- Hogeweg, J. A., Langereis, M. J., Bernards, A. T., Faber, J. A., Helders, P. J.; Alogometry Measuring pain threshold, method and characteristics in healthy subjects, *Scand J Rehabil Med.*, **24**, 99-103 (1992)
- Homma, I., Obata, T., Sibuya, M., Uchida, M.; Gate mechanism in breathlessness caused by chest wall vibration in humans, *J. Appl. Physiol.*, **56**, 8-11 (1984)
- Kanamaru, A., Sibuya, M., Nagai, T., Inoue, K., Homma, I.; Stretch gymnastic training in asthmatic children, In: *Fitness for the aged, disabled, and industrial worker*, ed. Kaneko, M.; Human Kinetics Pub., Champaign, Illinois, pp 178-81 (1990)
- Kanamaru, A., Sibuya, M., Yamada, M., Nagai, T.; Respiratory muscle conditioning: Stretch gymnastics of the respiratory muscles, *Society of Respiratory Muscle Conditioning*, Tokyo (1993)
- Manning, H.L., Basner, R., Ringler, J., Rand, C., Fencl, V., Weinberger, S. E., Weiss, J. W., Schwartzstein, R. M.; Effect of chest wall vibration on breathlessness in normal subjects, *J. Appl. Physiol.*, **71**, 175-81 (1991)
- Matthews, P. B. C.; Muscle spindles: their messages and their fusimotor supply, In: *Handbook of physiology, section 1: The nervous system, volume II. Motor control, part 1*, ed. Brooks V.B., *American Physiological Society, Bethesda, Maryland*, pp 189-228 (1981)
- McCloskey, D. I., Cross, M. J., Honner, R., Potter, E. K.; Sensory effects of pulling or vibrating exposed tendons in man, *Brain* **106**, 21-37 (1983)
- Nosedá, A., Carpioux, J. P., Schmerber, J., Yernault, J. C.; Dyspnoea assessed by visual analogue scale in patients with chronic obstructive lung disease during progressive and high intensity exercise, *Thorax*, **47**, 363-368 (1992)
- Quadri, M., Sibuya, M., Shoos, L., Altose, M. D.; Effects of chest wall vibration on inspiratory volume and pressure sensation, *Am. Rev. Respir. Dis.*, **139**, A 319 (1989) (Abst)
- Schrier, A. C., Dekker, F. W., Kaptein, A. A., Dijkman, J. H.; Quality of life in elderly patients with chronic nonspecific lung disease seen in family practice, *Chest* **98**, 894-9 (1990)
- Sibuya, M., Yamada, M., Kanamaru, A., Nakayama, H., Tanaka, K., Suzuki, H., Altose, M.

- D., Homma, I.; Effect of Chest Wall Vibration on Pathological Dyspnea and O₂ Desaturation During Exercise, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med. Suppl.*, **149**, PT 2 of 2, A 1085 (1994) (Abst)
- 16) Sibuya, M., Yamada, M., Kanamaru, A., Tanaka, K., Suzuki, H., Noguchi, E., Altose, M. D., Homma, I.; Effect of chest wall vibration on dyspnea in patients with chronic respiratory disease, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **149**, 1235-40 (1994)
- 17) Smith, K., Cook, D., Guyatt, G. H., Madhavan, J., Oxman, A. D.; Respiratory muscle training in chronic airflow limitation : a meta-analysis, *Am. Rev. Respir. Dis.*, **145**, 533-9 (1992)
- 18) Yamada, M., Sibuya, M., Kanamaru, A., Nakayama, H., Kakizaki, F., Tanaka, K., Suzuki, H., Altose, M. D., Homma, I.; Effect of respiratory muscle stretch gymnastics on exercise endurance and dyspnea in COPD patients, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med. Suppl.*, **149**, PT 2 of 2, A 1087 (1994) (Abst)
- 19) Yamada, M., Sibuya, M., Kanamaru, A., Tanaka, K., Akizawa, T., Narushima, M., Suzuki, H., Noguchi, E., Homma, I.; Effect of respiratory muscle stretching on dyspnea at rest in patients with chronic respiratory disease, *Am. Rev. Respir. Dis.*, **147** (4), A 170 (1993) (Abst)