

## 慢性呼吸不全患者の立位姿勢は運動耐容能に反映される

小山内正博<sup>[1]</sup> 植草学園大学保健医療学部  
 舘川 康任 埼玉メディカルセンターリハビリテーション部  
 秋山 純和 人間総合科学大学保健医療学部

運動耐容能は、慢性呼吸不全患者の生活の質を維持する上で重要である。運動耐容能を決定する因子には、呼吸機能の他に筋力、筋肉量、筋組成等がある。また筋力は、立位姿勢を決定する因子の一つと考えられる。そこで慢性呼吸不全患者の立位姿勢と運動耐容能の関係を標準化しようと考えた。立位姿勢は、典型的なランドマーク間の測定を矢状面から投影することにより評価した。その後、呼吸機能および運動耐容能は、従来の方法によって測定した。結果、立位姿勢と運動耐容能、呼吸機能の間にはいくつかの相関関係があることを確認された。慢性呼吸不全患者が呼吸困難時に必要とする吸気補助筋は、姿勢変化を引き起こす可能性が示唆された。本研究により、慢性呼吸不全患者の運動耐容能は、呼吸機能に伴う姿勢に加え、不良姿勢ために代償的に関与する部分が左右する事が示唆された。

キーワード：慢性呼吸不全患者，立位姿勢，呼吸機能，運動耐容能

### 1. はじめに

呼吸運動は、吸気筋と呼気筋によって行われる。また安静時に働く筋と努力呼吸時に働く筋に分かれる。安静時吸気は、主に横隔膜と外肋間筋が収縮し行われる(図1)。安静時呼気は、吸気筋が弛緩することにより生じる。努力性吸気は、斜角筋、胸鎖乳突筋、大小胸筋、僧帽筋を使用する(図2)。また努力呼気では内外腹斜筋、腹横筋、腹直筋、内肋間筋を使用する(図3)。秋山ら<sup>1)</sup>は、健常成人男性に自転車エルゴメーターによる漸増運動負荷を行い4～6 METsの運動強度で胸鎖乳突筋、斜角筋の活動が著明になること、僧帽筋は早期から活動し大胸筋は運動強度が強くなると呼気にも活動するとした。これは、呼吸器疾患患者で観察される両肩を窄める姿勢(両肩拳上、前方屈曲)と関係している。これらのことから、脊柱は円背、骨盤は後傾し膝屈曲位となると考える(図4)。

円背による呼吸器系の障害でいわれているものは、円背により胸郭変形がおり拘束性換気障害が

もたらされ、呼吸に関する仕事量を増加させる。健常者に比して全肺気量、最大吸気量の減少をみる。円背の進行により一回換気量の減少が見られ、換気一血流比では、血流の障害は少ないが、一回換気量に占める解剖学的死腔が健常者に比して大きいことが指摘されている<sup>2)</sup>。このような換気一血流の不均衡の程度は脊柱彎曲の程度に相関するといわれている<sup>2)</sup>。円背姿勢が呼吸機能、呼吸パターンに及ぼす影響については、倉田ら<sup>3)</sup>の研究で呼吸器疾患のない60歳以上の女性の年齢と脊柱彎曲レベルによる呼吸機能の相関を見た結果、80歳以上脊柱彎曲が大きい群で%肺活量と最大吸気筋力が優位に低く、換気様式では奇異換気様式が多かった。1秒率では有意差は確認されなかった。円背姿勢が運動耐容能に及ぼす影響については、草刈ら<sup>4)</sup>の研究で健常若年女性に操作的に作った円背姿勢をとらせ運動負荷試験を行った結果、円背条件では無条件に比べ安静時の一回換気量、酸素消費量が優位に高かったが、運動ピーク時には逆に優位に低値を示した。

先行研究より上記の様な結果が得られているが、

[1] 著者連絡先：小山内正博

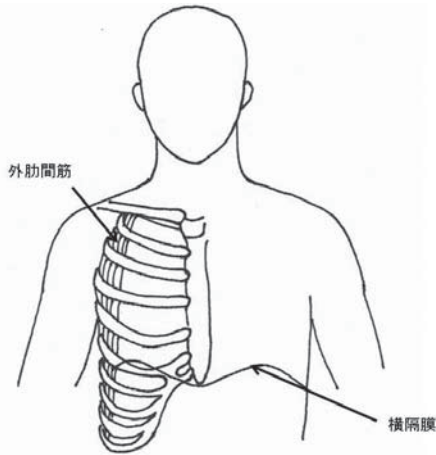


図1 安静時吸気筋

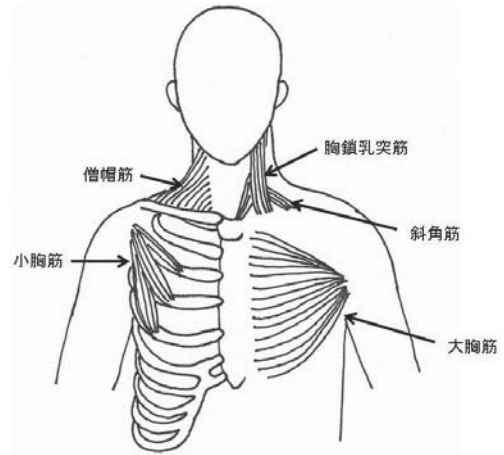


図2 努力性吸気筋

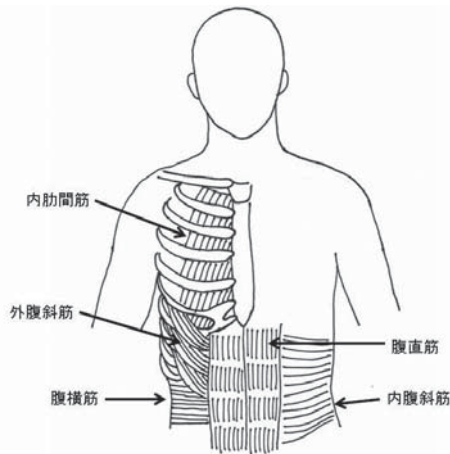


図3 努力性呼気筋

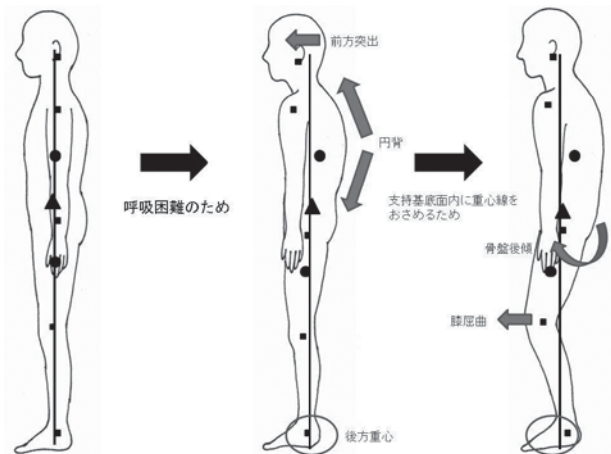


図4 呼吸困難に伴う姿勢代償

対象が健常者であり，全て円背に着目したものである。姿勢全体より検討されたものは見当たらない。

我々は，健常者で立位姿勢変化と呼吸パターン，呼吸機能，運動耐容能を報告した<sup>5)</sup>。上半身重心の前方偏位により予備呼気量が増加し，最大吸気量は減少。結果，%肺活量，努力性肺活量，%努力性肺活量低下，相対的に1秒率が増加した。耳垂，肩峰の前方偏位では，予備呼気量の減少が生じ，膝，外果の前方偏位でも予備呼気量は減少する。加えてこの姿勢保持のため腹部，胸部を使用した呼吸運動は困難となり，頸部の呼吸補助筋群を使用した呼吸運動がなされ，呼吸パターンが悪化すると考えられた。そこで本研究では，慢性呼吸不全患者を対象に立位姿勢と呼吸機能，運動耐容能の関係を検討した。

## 2. 方法

研究協力者は，呼吸器外来通院中の独歩可能な慢性呼吸不全患者9名（男性6名，女性3名）。慢性閉塞性肺疾患4名，間質性肺炎2名，気管支拡張症2名，肺結核後遺症1名。平均年齢 $66.8 \pm 14.2$ （歳）。平均身長 $157.8 \pm 7.3$ （cm），平均体重 $51.8 \pm 10.8$ （kg）。研究協力者には，本実験を行う前に本研究の目的，方法，内容を説明し，研究参加の同意を得た。

立位姿勢の評価は，マーカーを耳垂，肩峰，胸骨剣状突起，第9胸椎棘突起，大転子，膝関節中心，外果，第7頸椎棘突起，第5腰椎棘突起に貼布し自然立位を矢状面からデジタルカメラにて撮影した。画像解析ソフト Scion Image<sup>6)</sup>にて福井ら<sup>7)</sup>の方法に準じて重心を求めて重心線を引き（図5），耳垂，肩峰，上半身重心，下半身重心，大転子，膝関節中

心、外果から重心線へ直角に交わる線を引き、各マーカーから重心線までの距離を求めた(重心線を中心として前方を+, 後方を-とした)。また草刈ら<sup>4)</sup>の方法に準じて円背角度を求めた。

呼吸機能は、スパイロメーター(フクダ社製FUDAC-70)を用いて肺活量, %肺活量, 1回換気量, %努力性肺活量, 一秒率を測定し、運動耐容能は、シャトルウォーキングテスト<sup>8)9)</sup>で評価し立位姿勢との相関を求めた。加えて円背角度との相関も検討した。

統計解析は、立位姿勢にて各マーカーから重心線までの距離の値とシャトルウォーキングテスト前後の修正BorgスケールはSpearmanの順位相関分析を用いて検討した。その他の値は、Pearsonの相関にて検討した。p<0.05をもって有意とした。

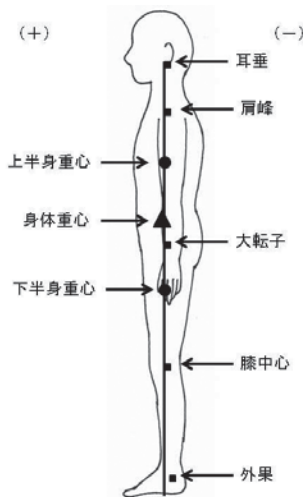


図5 立位姿勢の評価

### 3. 結果

立位姿勢評価結果の平均値を表1に、呼吸機能の平均値は表2に、運動耐容能の平均値を表3に示す。また各相関の結果を表4、表5に示す。%肺活量と外果は ( $r = .769, p < 0.05$ ), 最大吸気量と大転子 ( $r = -.675, p < 0.05$ ), %努力性肺活量と肩峰は ( $r = -.714, p < 0.05$ ), %努力性肺活量と膝中心は ( $r = .676, p < 0.05$ ), %努力性肺活量と外果は ( $r = .750, p < 0.05$ )であり高い相関を示した。予備呼気量は円背角度があがるほど増加した ( $r = .717, p < 0.05$ )。運動前呼吸苦と大

転子は ( $r = -.722, p < 0.05$ ), 歩行距離と膝中心は ( $r = -.698, p < 0.05$ ), 歩行距離と円背は ( $r = -.828, p < 0.01$ ), 運動後SpO<sub>2</sub>は肩の前方偏位で低下した ( $r = -.756, p < 0.05$ )。運動後収縮期血圧と下半身重心, 膝中心はそれぞれ ( $r = -.740, p < 0.05$ ), ( $r = -.791, p < 0.05$ )となった。円背と運動前呼吸数, 運動前下肢疲労感は、それぞれ ( $r = -.780, p < 0.05$ ), ( $r = -.697, p < 0.05$ )となった。

表1 立位姿勢と円背角度

	平均値	標準偏差
耳垂 (cm)	2.13	± 3.29
肩峰 (cm)	-1.88	± 3.93
上半身重心 (cm)	-0.41	± 1.37
大転子 (cm)	1.15	± 2.28
下半身重心 (cm)	0.98	± 1.80
膝中心 (cm)	-0.28	± 2.36
外果 (cm)	-4.77	± 2.64
円背角度 (°)	18.72	± 5.24

立位姿勢は、各マーカーから重心線までの距離

表2 呼吸機能

	平均値	標準偏差
%肺活量 (%)	65.61	± 19.83
予備呼気量 (L)	0.57	± 0.20
最大吸気量 (L)	1.27	± 0.40
%努力性肺活量 (%)	60.33	± 19.05

表3 運動耐容能と諸機能

	平均値	標準偏差
運動後呼吸苦 (修正Borg Scale)	4.55	± 1.13
運動後収縮期血圧 (mmHg)	132.22	± 30.52
運動前呼吸数 (beats/min)	24.33	± 5.74
運動後SpO <sub>2</sub> (%)	86.11	± 10.32
歩行距離 (m)	218.88	± 85.65
運動前下肢疲労感 (修正Borg Scale)	2.27	± 1.85

表4 立位姿勢と呼吸機能の相関係数

	%肺活量	予備呼気量	最大吸気量	%努力性肺活量
耳垂	-0.407	0.519	-0.203	-0.476
肩峰	-0.642	0.161	-0.303	-0.714
上半身重心	-0.567	-0.463	-0.009	-0.606
大転子	-0.413	0.241	-0.675*	-0.359
下半身重心	0.154	0.325	-0.336	0.288
膝中心	0.493	0.292	0.023	0.676*
外果	0.769*	0.073	0.61	0.750*
円背角度	0.321	0.717*	0.337	0.255

\* : p < 0.05

表5 立位姿勢と運動耐容能・諸機能の相関係数

	運動後呼吸苦	運動後収縮期血圧	運動前呼吸数	運動後 SpO <sub>2</sub>	歩行距離	運動前下肢疲労感
耳垂	0.085	0.253	-0.472	-0.587	-0.121	-0.576
肩峰	0.04	0.49	-0.027	-0.756*	0.243	-0.299
上半身重心	0.243	0.555	0.457	-0.561	0.643	0.06
大転子	-0.001	-0.44	-0.053	0.204	0.385	0.283
下半身重心	-0.316	-0.740*	-0.241	0.388	-0.164	-0.103
膝中心	-0.412	-0.791*	-0.249	0.445	-0.698*	-0.201
外果	0.337	-0.079	-0.373	0.33	-0.494	-0.202
円背角度	0.328	0.064	-0.780*	-0.228	-0.828**	-0.697*

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

#### 4. 考察

研究協力者の特徴的な姿勢は耳垂前方偏位，上半身重心の後方偏位，大転子，下半身重心の前方偏位，膝，外果の後方偏位となり，骨盤は前方偏位し後傾，円背を呈していた（図6）。

肩の前方偏位では%努力性肺活量低下，膝の前方偏位では増加を見た。Sharpら<sup>10)</sup>は仰臥位や前傾坐位では，腹部内容の静水圧が横隔膜を頭方向に変位させ，体幹垂直位ではこの静水圧は横隔膜を尾方向に引っ張ると述べている。加えて横隔膜についてはSinderby<sup>11)</sup>らが四肢麻痺患者において呼吸筋だけではなく，体幹伸展筋としても働くと述べている。これは健常者においても同様な作用があると考えられ，体幹前傾位では伸展筋としての作用を要求されないため，横隔膜は頭方向へ偏位したままであると

考えられる。Willepetら<sup>12)</sup>は後ろにもたれた坐位と比較して，体幹前傾坐位，体幹前傾立位では終末呼気位の増大がみられたと述べている。野添ら<sup>13)</sup>も

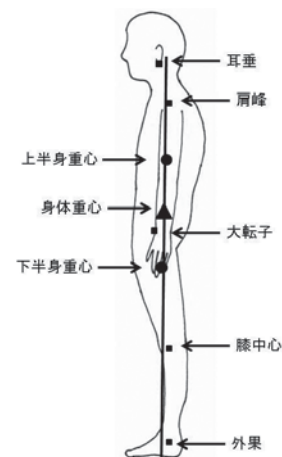


図6 研究協力者の平均的な立位姿勢



上半身重心前方偏位にともない終末呼気位が増加することを述べている。これらにより上半身重心の前方偏位では、腹部内容の静水圧により横隔膜が頭方向に偏位するため、高肺気量位での呼吸様式に変化することが示唆される。よって体幹前傾位では呼気においては横隔膜が有利に働くが、吸気では横隔膜の下方への動きが困難であると考えられる。本研究で肩の前方偏位とは上半身重心の前方偏位を引き起こし、逆に膝の前方偏位では上半身重心は後方偏位する。そのため%努力性肺活量の変化が見られたと考える。また外果の前方偏位で%肺活量、努力性肺活量の増加をみた。外果が前方偏位するという事は重心線が後方におちる、すなわち上半身重心が後方に行くことであり、代償的に肩峰は後方偏位することとなる。よって上記に考えられる機序で増加がみられたと考えられる。

予備呼気量は円背角度があがるほど増加した。これは、慢性的な肺過膨脹、呼出制限、呼気筋筋力低下を補うために円背角度を増加させていると推察される。前述で体幹前傾位では高肺気量位での呼吸様式になると述べたが、円背でも腹部内容の静水圧の変化は同じように起こっていると考えられる。よって円背によっても横隔膜の位置は呼気に有利であり、予備呼気量の増加、それに伴い運動前呼吸数の低下をみたと考えられる。同様に大転子の前方偏位によって、姿勢保持の代償のため円背角度は増加するため、運動後呼吸苦は呼気に有利なため低下、逆に最大吸気量は低下したと考えられる。横隔膜の位置の影響だけでなく、胸郭の拡張性の低下<sup>4)14)</sup>もあるため吸気量は十分でないことが推察され、歩行距離の低下につながったと考えられる。

また、膝の前方偏位でも歩行距離が低下している。これは膝屈曲位となるが、膝屈曲位での歩行は足関節底屈筋群の過剰な働きにより、末梢の酸素消費量が増加し至ったものと考えられる。同様にシャトルウォーキングテストにおいても膝屈曲位での歩行はスピードがでにくく、その時点でテスト終了となるため、運動後収縮期血圧が上昇しないままだったと考えられる。

本研究により慢性呼吸不全患者の立位姿勢が呼吸機能、運動耐容能に及ぼす影響は元来の疾患の特徴に加え、円背角度と姿勢を保持するために代償的に関与する部分が左右することが示唆された。

## 文献

- 1) 秋山純和, 西田裕介. 表面筋電図法による呼吸筋活動の分析の試み. 日本生理人類学会誌. 2002; 7 (1): 74-75
- 2) Secker-Walker PH, Ho JE, Gill IS. Observations on regional ventilation and perfusion in kyphoscoliosis. *Respiration*. 1979; 38: 194-203
- 3) 倉田信子ら. 高齢者の年齢および脊柱彎曲レベルによる呼吸機能の相違. 日本呼吸管理学会誌. 2005; 14(3): 458-462
- 4) 草刈佳子ら. 円背姿勢が呼吸循環反応ならびに運動耐容能に及ぼす影響. 理学療法学. 2003; 18(4): 187-191
- 5) 小山内正博ら. 立位時のアライメントが呼吸機能、運動耐容能に及ぼす影響. 理学療法学. 2010; 25(1): 37-40
- 6) Scion Image. 2006; <http://www.scioncorp.com/>
- 7) 山寄勉編. 整形外科理学療法理論と技術. メジカルビュー社. 1997; 155,
- 8) Singh SJ, Morgan MDL, Hardman AE. The Shuttle Walking Test. Glendifield Hospital. 1997
- 9) 千住秀明, Sue C Jenkins, 高橋哲也訳. シャトルウォーキングテスト—The Shuttle Walking Test—長崎大学医学部保健学科理学療法学専攻千住研究室. 2000,
- 10) Sharp JT. et al. Postural relief of dyspnea in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1980; 122: 201-211
- 11) Sinderby C. The role of the diaphragm in trunk extension in tetraplegia. *Paraplegia*. 1992; 30(6): 389-95
- 12) Willepet R, Sergysels R. Respiratory patterns induced by bent posture in COPD patients. *Rev Mal Respir*. 1991; 8(6): 577-582
- 13) 野添匡史ら. 体幹前傾姿勢による肺気量位と呼吸運動の変化—健常人での変化. 日本呼吸管理学会誌. 2006; 16(1): 206
- 14) 中保徹ら. 立位姿勢の変化が胸郭可動性に与える影響. 理学療法学. 2006; 33(2): 415

## Standing Posture of Patients with Chronic Respiratory Failure Reflects on the Exercise Tolerance

Masahiro OSANAI <sup>[1]</sup>	Faculty of Health Sciences, Uekusa Gakuen University
Yasuhide TACHIKAWA	Department of Rehabilitation, Saitama Medical Center
Sumikazu AKIYAMA	Faculty of Health Sciences, University of Human Arts and Sciences

It is important to maintain the patients' quality of life, which depends on exercise. However, there is a risk to determine it in patients with chronic respiratory failure. Therefore, we attempted to standardize the relationship of exercise tolerance in patients with chronic respiratory failure to the standing posture. The standing Posture was evaluated by projection from the sagittal plane, following a measurement between typical landmarks. Then, Respiratory function and exercise tolerance were also determined by the traditional way of measurement. The results confirm that there are several correlations between the standing posture and respiratory functions, which result in exercise tolerance. Interestingly, they also suggests that the accessory inspiratory muscles required by the patients participate could cause standing posture change. As a consequence, we could expect the patients on the exercise tolerance by evaluating patients standing posture , which would be consider the patients conditions.

**Keywords:** Chronic respiratory failure patient, Standing posture, Respiratory function, Exercise tolerance

---

[1] Masahiro OSANAI