

## 胸郭圧迫における健常者の肺機能変化

生駒俊和\*、木下直彦\*\*、丸山一美\*\*、浅井孝夫\*\*、高橋良光\*\*、  
土屋康雄\*\*\*

Change of pulmonary functions by chest compression in university students

Toshikazu Ikoma\*, Naohiko Kinoshita\*\*, Kazumi Maruyama\*\*, Takao Asai\*\*,  
Yoshimitsu Takahashi\*\* and Yasuo Tsuchiya\*\*\*

## 胸郭圧迫における健常者の肺機能変化

生駒俊和\*、木下直彦\*\*、丸山一美\*\*、浅井孝夫\*\*、高橋良光\*\*、  
土屋康雄\*\*\*

Change of pulmonary functions by chest compression in university students

Toshikazu Ikoma\*, Naohiko Kinoshita\*\*, Kazumi Maruyama\*\*, Takao Asai\*\*,  
Yoshimitsu Takahashi\*\* and Yasuo Tsuchiya\*\*\*

*Received November 30, 2015*

### Abstract

Previous studies have examined the changes of lung function from a spirometer by chest compressions, but the changes of flow-volume curve have not been well defined yet. We aimed to examine the effects on lung functions of chest compression by motor inhibition of intercostal muscle.

The study group consisted of 29 male students aged 20-24 years and 28 female students aged 20-21 years. Under the conditions of with a corset or without a corset, we examined vital capacity as percent of predicted (%VC) and forced expiratory volume in 1 second as percent of FVC (FEV1.0%) by a spirometer, and maximal expiratory flow rate (MEFR) and  $\dot{V}_{50}$  (Forced expiratory flow at 50%, FEF50)/ $\dot{V}_{25}$  (Forced expiratory flow at 25%, FEF25) by a flow-volume curve.

The %VC and the MEFR under the condition of with a corset were significantly lower than those under the condition of without a corset. However, no significant differences were found in the FEV1.0% and the  $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$  between the two conditions.

Our findings suggest the possibility that the data from under the condition of chest compression may use as simulation education for the patients with restrictive ventilatory impairment.

---

\*新学部設置準備室 New Faculty Establishment and Planning Office

\*\*新潟医療福祉大学 Niigata University of Health and Welfare

\*\*\*新潟大学大学院医歯学総合研究科 Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

## はじめに

肺機能検査は健康診断や呼吸器疾患が疑われる患者、及び外科手術を受ける患者に対して治療の効果判定のために行われている検査である。肺機能検査の最も基本的な検査は、スパイロメトリーとフローボリューム曲線であり、%肺活量と1秒率を求めることによって閉塞性換気障害と拘束性換気障害の診断に有用である。さらに、予測1秒量に対する1秒量の比率(%)は慢性閉塞性肺疾患(COPD)の重症度判定に、予測肺活量に対する1秒量の比率(%) (予測肺活量1秒率)は身体障害者障害程度等級表による呼吸機能障害の程度判定基準に使用される重要な検査である。

肺は胸腔内に閉じ込められているため臓器自体には運動する機能はなく、胸腔内圧の変化により他動的に収縮、弛緩が行われている。この胸腔内圧の変化に影響を与える因子に肋間筋の働きがある。従って、肋間筋の働きの違いにより肺機能検査値が異なってくることが考えられる。肋間筋の働きは胸郭圧迫することによって調節可能であるため、胸郭圧迫によるスパイロメトリーの変化に関する報告は認められるがフローボリューム曲線とともに報告した例は少ない<sup>1)</sup>。

そこで今回、肋間筋の運動を抑制する目的で胸郭圧迫(胸郭をコルセット圧迫)した場合の肺機能検査値への影響について、健常者を対象として検証した。本研究の目的は、%肺活量、1秒率、及びフローボリューム曲線から最大呼気流量と $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ を計測し、胸郭圧迫における肺機能検査値への影響を明らかにすることである。

## 対象と方法

### 1.対象

健常大学生58名(男性29名、20~24歳;女性28名、20~21歳)を対象とした。全ての対象者に、本研究の目的、検査法、予測される結果、本研究への不参加で不利益の無いこと、個人情報取り扱い等を説明し、文書でインフォームドコンセントを得た。

### 2.方法

肺機能検査は、スパイロメトリーとフローボリューム曲線の検査を行った後、市販コルセット装着(息を軽く吐いた状態、胸郭圧迫)時のスパイロメトリーとフローボリューム曲線の検査を実施した。検査の詳細は以下のとおりである。

1)測定機器はフローセンサが差圧式である日本光電 HI-801 を用いた。測定前に、較正用シリンジを用いて気量の較正を行った。検査はスパイロフィルタ、紙マウスピースを用いて立位で行い、3回測定を原則とした。

2)肺活量測定の場合は、安静呼気位が安定していること、最大吸気位と最大呼気位のプラトーが確認できること、吸気肺活量と呼気肺活量の差が少ないこと、2回の妥当な測定結果において肺活量の差が200mL以下であることとした。最大の肺活量を示した測定結果を採択した。

3)肺活量予測値は、2001年日本呼吸器学会肺生理専門委員会が提案した以下の式から求めた。

$$\text{男性の予測肺活量 (\%肺活量)} = 0.045 \times \text{身長 (cm)} - 0.023 \times \text{年齢} - 2.258$$

$$\text{女性の予測肺活量 (\%肺活量)} = 0.032 \times \text{身長 (cm)} - 0.018 \times \text{年齢} - 1.178$$

4)1秒率は、1秒率 / 努力肺活量  $\times$  100 で算出した。

5)フローボリューム曲線は、安静呼吸が安定した後、安静呼気位から最大吸気位まで吸気させた後、最大限の力で一気に努力呼気をさせて最大呼気位まで呼出させて得た。最低6秒以上の呼気努力を継続するよう声をかけ、2秒以上呼気量が変化しないことを確認した。各自のフローボリューム曲線のパターンを調べ、検査全般に十分な努力が得られて(最大吸気、すばやい呼気開始、ピーク、呼気の持続)、アーチファクトがないことを確認した後、ベストカーブを採択した<sup>2)</sup>(図1)。

6) 呼気流速の最大値である最大呼気流量 (PEF)、努力肺活量の最大吸気位を 100%、最大呼気位を 0% としたときの 50% 肺気量位の呼気流量  $\dot{V}_{50}$ 、25% 肺気量位の呼気流量  $\dot{V}_{25}$ 、その比の  $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$  をフローボリューム曲線の結果から求めた。

7) 統計解析は、Paired t-test とウィルコクサン符号付順位検定を用いて行い、 $p < 0.05$  を有意差ありの基準とした。

### 3. 倫理面の配慮

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認 (17568-150223) を得て実施した。

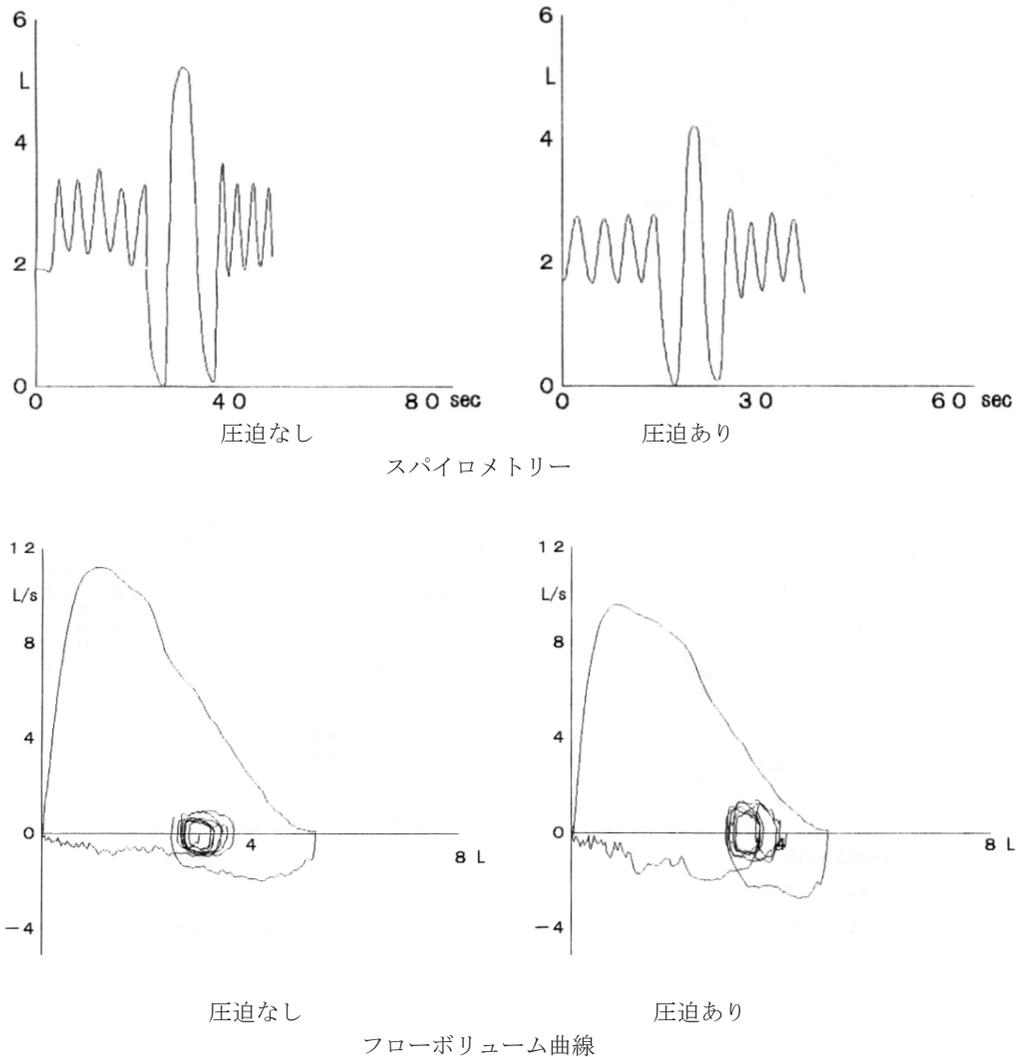


図1 胸郭圧迫によるスパイロメトリーとフローボリューム曲線の変化

## 結果

表 1 に胸郭圧迫による肺機能検査値を示す。男・女ともに、胸郭圧迫ありの%肺活量と最大呼気流量が胸郭圧迫なしに比べ有意に低下した。%肺活量の基準値は 80%以上であるが、胸郭圧迫なしの状態、男性 2 名、女性 3 名は 80%未満であった。80%未満を示した者の体格指数 (BMI) は男性 22.2 と 18.0、女性は 19.8、18.4、17.8 であった。一方、胸郭圧迫ありの状態では、男性 14 名、女性 15 名が 80%未満であった。最大呼気流量は、胸郭圧迫により平均で男性 1.6 L/s、女性 1.0 L/s が低下した (表 1)。

しかし、1 秒率と  $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$  には胸郭圧迫による検査値への影響は認められなかった。1 秒率の基準値は 70%以上であるが、胸郭圧迫なしとありの何れの状態でも 70%未満を示した者は男・女ともに認められなかった。 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$  の基準値は 4.0 以上を異常<sup>2</sup>と判断することが多いが、1 秒率と同様に胸郭圧迫なしの状態とありの何れの状態でも異常値はみられなかった (図 2)。

表 1 胸郭圧迫による肺機能検査値

	%肺活量(%)		1秒率(%)		最大呼気流量(PEF)(L/s)		$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$	
	男	女	男	女	男	女	男	女
圧迫なし	94.1±8.7	94.5±9.3	88.2±6.1	91.6±4.6	10.5±1.3	6.95±0.91	2.17±0.37	2.01±0.42
圧迫あり	81.6±9.7**	79.5±10.0**	88.3±6.2	92.0±5.5	8.9±1.5**	6.02±0.99**	2.14±0.37	1.88±0.42

データは平均

\*\*：圧迫なしに対して  $p<0.01$

## 考察

健常大学生を対象として胸郭圧迫による肺機能検査値への影響を調べた結果、%肺活量と最大呼気流量が圧迫により有意に低下することが明らかとなった。

肺機能検査のスパイロメトリーからは、%肺活量 (性別、年齢、身長から求められる正常予測値の%) と 1 秒率 (性別、年齢、身長とは相関しない) が求められる。%肺活量が 80%未満であれば拘束性換気障害、1 秒率が 70%未満であれば閉塞性換気障害に分類することが出来る。拘束性換気障害は肺と肺以外の疾病で異常が認められる。前者は、肺弾性力の増大 (肺線維症)、肺容量の減少 (片肺摘出術後)、無気肺、肺水腫などであり、後者は、胸水、胸膜肥厚、脊椎側弯症・漏斗胸などの胸郭変形、高度の肥満、横隔膜を含む呼吸筋筋力低下などである。一方、閉塞性換気障害は気道の縮小によってみられる障害で気管支平滑筋の肥大や攣縮 (気管支喘息)、肺弾性力の低下 (肺気腫腫)、気管支の炎症 (気管支炎)、気道の圧迫 (肺癌など) でみられる。

肥満と肺活量低下の関係は良く知られている<sup>3</sup>。本研究により、胸郭圧迫なしの状態でも%肺活量が 80%未満の学生が認められた。この学生は BMI が 25 以下であったことから肺活量低下が肥満による可能性は低いと考えられた。%肺活量は、身長と年齢から求められること、身長以外の因子が関与していることも考えられ、座高や胸囲など他の因子との関連を今後検証する必要があると考えられた。胸郭圧迫ありの状態では、%肺活量 80%未満者が多く認められた。これは、コルセット装着により呼吸筋の働きを抑制したことがその要因であると考えられた。この条件下での検査は臨床生理学実習において拘束性換気障害のシミュレーションになり、さらに、得られた結果は拘束性換気障害時での検査値の特徴として活用できると考えられた。なお、呼吸筋の働きが抑制された状態は、スパイロメトリーによる肺気量分画の波形が全体的に縮小されていることにより確認できた (図 1)。

1秒率は閉塞性換気障害の指標であることから、胸郭圧迫の影響を受けないことが予測され、本研究でも検査値への影響は無かった。また、最大呼気流量は胸郭圧迫した状態で男・女ともに減少した。これは胸郭圧迫により呼吸筋の筋力低下につながったものと考えられた。

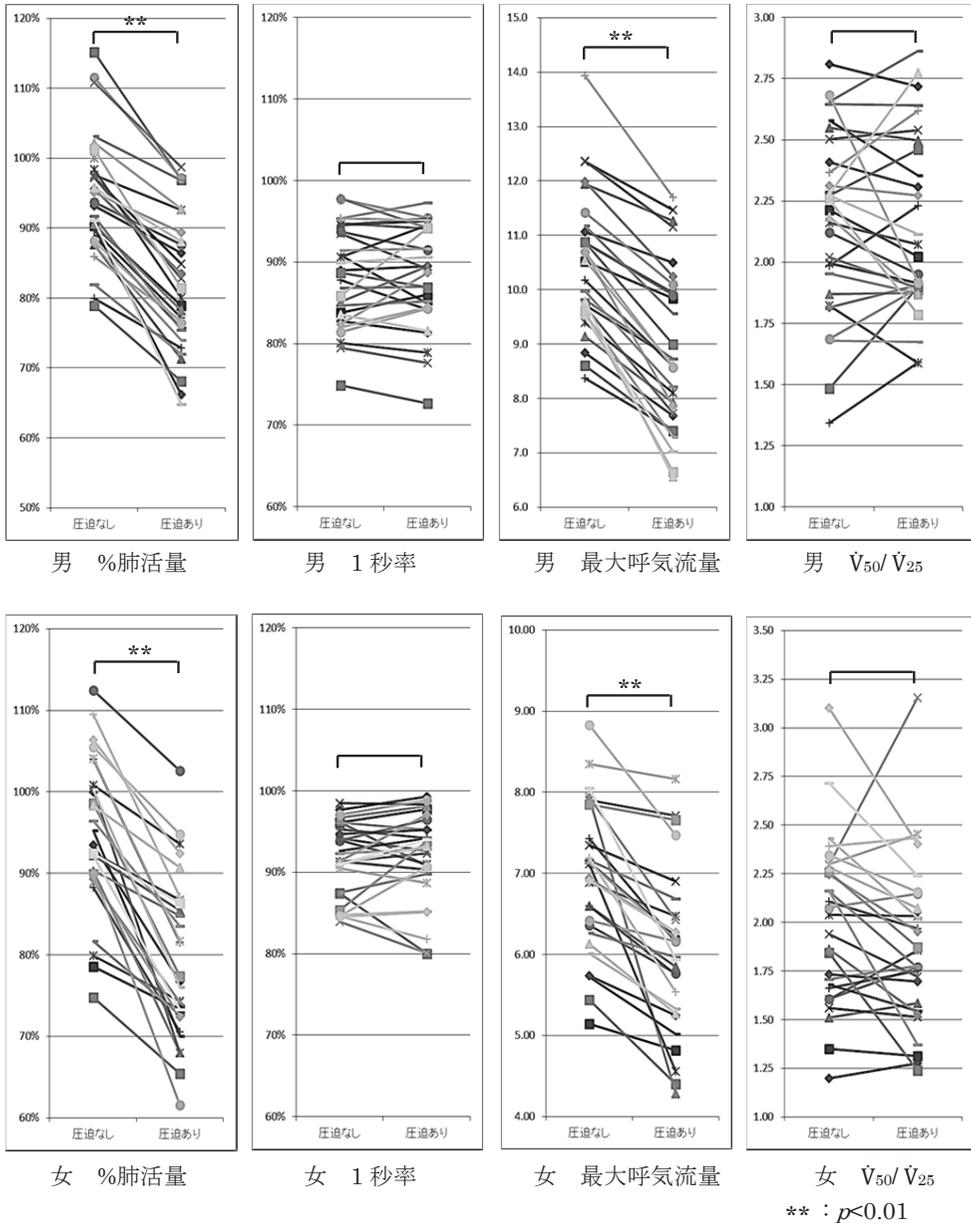


図2 胸郭圧迫による肺機能検査の変化

フローボリューム曲線の測定項目で臨床意義が高いのは最大呼気流量と $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ である。最大呼気流量は呼吸筋の筋力、肺気量、気道の縮小などの因子の影響を受けるため閉塞性換気障害と拘束性換気障害の指標となる。拘束性換気障害では最大呼気流量の変化は少ないと考えられているが本研究の条件下では男女とも有意に低下した。その要因は不明であるが、対象者が健常者であったため肺機能が正常に機能したことがその一因であると考えられた。

全対象者から得られたフローボリューム曲線の波形は正常であったが、最大呼気流量を含め流速が減少し、ボリュームが減少した波形を示した。拘束性換気障害の肺機能上の特徴は、肺の含気が少なくなるが気道に病変が認められないため、吸気、呼気の気量速度には異常が認められないことである<sup>4</sup>。本研究では、前半部分の呼気に気量速度の減少が認められた。この原因については明らかにすることができず、今後の課題として残された。しかし、後半部分の波形には異常は認められなかった。後半部分の波形は末梢気道の状態を示しており $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ に相關していることから $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ は末梢気道の状態の指標とされている。これは、喫煙者に異常がやすいと言われているが、本研究の対象者は若年健常者で、喫煙者はいなかったため異常値が認められなかったと考えられた。また、胸郭圧迫は末梢気道に影響を与えていないことが明らかとなった。

結論として、健常大学生を対象とした胸郭圧迫による肺機能検査値への影響は%肺活量と最大呼気流量に認められた。胸郭圧迫状態は呼吸筋の働きを抑制した状態と近似していることから得られた結果は拘束性換気障害時の検査所見と近似しており、拘束性換気障害モデルとして検査値を理解するうえで活用できると考えられた。今後は高齢者やBMI高値のヒトを対象として、胸郭圧迫方法や腹部圧迫による横隔膜の働きを抑制する方法等による影響の検討が必要と考えられた。

#### 参考文献

- 1 宮本顕二. 胸部、腰部コルセットが健常者の呼吸機能に及ぼす影響. 理学療法科学. 23, 665-669, 2008.
- 2 日本呼吸器学会肺生理専門委員会. 呼吸機能検査ガイドライン. 東京: メディカルレビュー社, pp 2-23, pp 44-49, 2004.
- 3 太田保世. 肥満と呼吸器障害. CLINICIAN, 469, 42-46, 1998.
- 4 大崎鏡. 呼吸機能検査トレーニング. 東京:中外医学社, 39-40, 1996