

報 告

中高年者における胸郭拡張差を加味した 肺機能予測式の検討*

田平一行¹⁾ 神津 玲¹⁾ 千住秀明²⁾

要旨

本研究の目的は、従来の肺機能予測式に胸郭拡張差を加味することにより、精度の高い予測式を作成すること、および肺機能における胸郭拡張差の影響を調べることである。健康中高年者200名を対象に、形態、肺機能、胸郭拡張差を測定し、重回帰分析を行い、肺機能予測式を作成した。その結果、肺活量予測式には、男女ともに身長、年齢、剣状突起高胸郭拡張差が、男性では加えて腋窩高呼気位周径が選択された。剣状突起高の拡張差は、男女ともに肺活量に大きく影響していた。われわれの予測式は、他の予測式と比較して精度が高かった。今後、呼吸理学療法の効果判定への応用や、高齢者などの肺機能測定が困難である者への適用が期待できる。

キーワード 胸郭拡張差、肺機能、予測式

緒 言

肺機能検査は、呼吸機能の基本的検査であり、呼吸機能障害の検出において有用かつ簡便な検査として日常臨床において汎用されている。しかし、検査には被検者の十分な協力と検者の熟練した技術を必要とし、特に高齢者における難聴や理解力低下、また顔面神経麻痺、気管切開後などでリークが生じる場合は正確な評価は行えない¹⁾。そのため実際の測定によらない肺機能の予測値が必要

とされるが、これまでの予測式の大部分は、年齢、形態面などの静的要素からの予測であり²⁻⁷⁾、一般的に予測としてよりも肺機能検査と併用して換気障害のスクリーニングとして使用されている。一方、呼吸運動の一要素である胸郭可動性と肺機能とは運動学的に考えて密接に関係しているものと思われるが、両者の関連についての報告は非常に少ない。

そこで今回、健康中高年者を対象に臨床上簡便な胸郭可動性の評価である胸郭拡張差、および形態、肺機能を測定し、重回帰分析を行い、胸郭可動性を組み込んだ肺機能予測式を作成した。そして従来の予測式と比較し、さらに肺機能に対する各部位の胸郭可動性の影響を合わせて検討したので報告する。

対 象

長崎大学医学部公衆衛生学教室と共同して住民

* The Study on Equations for Predicting Pulmonary Functions Using Chest Expansion Scores in Middle and Old Aged Persons

¹⁾ 聖隷三方原病院リハビリテーション科
(〒433 静岡県浜松市三方原町3453)

Kazuyuki Tabira, RPT, Ryo Kozu, RPT: Department of Rehabilitation Medicine, Seirei Mikatabara General Hospital

²⁾ 長崎大学医療技術短期大学部理学療法学科
Hideaki Senju, RPT: Department of Physical Therapy, Nagasaki University School of Allied Medical Science
(受付日 1995年3月16日/受理日 1996年2月4日)

健康調査を行った長崎県大島町、長崎市内在住の健常者 234 名のうち、呼吸循環系疾患の既往があるもの、1 秒率（以下 FEV_{1.0}%）70% 以下、比肺活量（以下 %VC）80% 以下のものを除外した 40～86 歳の 200 名（男性 104 名、女性 96 名）を対象とした。年齢分布は、40 代 41 名、50 代 66 名、60 代 60 名、70 歳以上 33 名であった。

方 法

1. 測定項目及び測定方法

形態は、身長、体重を測定し、体重係数（以下 BMI）を算出した。

胸郭拡張差は、安静座位にて、被検者の最大吸気と最大呼気の胸郭周径をテープメジャーを用いて、腋窩高、剣状突起高、第 10 肋骨高の 3 ヲ所で測定した。各部位で 3 回ずつ測定し、その差の最大値を胸郭拡張差とした。なお、その際の吸気位、呼気位周径をそれぞれ最大吸気位周径、最大呼気位周径とした。また、胸郭拡張差/最大呼気位周径×100 を胸郭拡張率と定義し算出した。

肺機能検査は、ミナト医科学社製オートスパイロ AS 500 を用いて、肺活量（以下 VC）、%VC、FEV_{1.0}%、最大分時換気量（以下 MVV）を測定した。

2. 解析方法

肺機能の各測定項目について、年齢、形態、各部位での胸郭拡張差、拡張率、周径との相関係数を求めた。予測式は、男女別に VC、MVV を基準変数とし、年齢、身長、体重、BMI、各部位での胸郭拡張差、拡張率及び胸郭周径のすべてを説明変数として重回帰分析を行い、重回帰式を作成した。使用した統計ソフトは、統計学プログラム・パッケージ HALBOU Ver 3.01 で、手法は、F 値による変数増減法を用いた。いずれも危険率 5% 未満をもって有意とした。

結 果

1. 各測定項目の平均値と標準偏差

各測定項目の平均値と標準偏差を男女別に表 1 に示した。

表 1 各測定項目の平均値及び標準偏差

		男 性	女 性
年 齢	[歳]	57.0±10.3	60.6±10.2
身 長	[cm]	162±5.5	149±5.2
体 重	[kg]	61.4±7.9	52.2±7.9
BMI	[kg/m ²]	23.4±2.5	23.5±3.1
VC	[ml]	3860±580	2560±400
%VC	[%]	112±15	110±15
FEV _{1.0} %	[%]	81.3±6.1	83.4±6.3
MVV	[l]	106±30	69.6±18
腋窩高拡張差	[cm]	3.13±1.38	2.81±1.03
拡張率	[%]	3.44±1.51	3.32±1.25
剣突高拡張差	[cm]	4.02±1.41	3.28±1.32
拡張率	[%]	4.63±1.72	3.95±1.78
第10高拡張差	[cm]	4.78±1.97	2.78±1.28
拡張率	[%]	6.02±2.76	3.75±2.00
腋窩高(呼)	[cm]	91.4±5.5	84.9±6.0
(吸)	[cm]	94.4±5.4	87.6±5.9
剣突高(呼)	[cm]	87.7±5.8	84.9±7.8
(吸)	[cm]	91.7±5.5	88.1±7.3
第10高(呼)	[cm]	81.6±7.2	76.3±8.3
(吸)	[cm]	86.4±6.8	79.1±7.9

BMI: 体重係数, VC: 肺活量, %VC: 比肺活量, FEV_{1.0}%: 1 秒率, MVV: 最大分時換気量, 剣突高: 剣状突起高, 第 10 高: 第 10 肋骨高, (呼): 最大呼気位周径, (吸): 最大吸気位周径。

2. 肺機能と各測定項目との関連（表 2）

1) 年齢、形態との関連

男性における MVV、体重間の相関を除く、VC、MVV と年齢、身長、体重との全ての測定項目間において男女ともに有意な相関がみられた。しかし、肺機能と BMI との間には全く相関はみられなかった。

2) 肺機能と胸郭可動性との関連

男女ともに、剣状突起高での胸郭可動性が最も強い相関を認めた。しかし、女性においては胸郭可動性との関連は弱く、VC と剣状突起高拡張差のみ有意な相関を認めた。

3) 肺機能と胸郭周径との関連

男女ともに腋窩高で強く、男性では VC、女性では MVV との間で有意な相関がみられた。

また、FEV_{1.0}%との関連については、1)～3) の全ての測定項目で有意な相関は認められなかった。

表2 肺機能と各測定項目との相関関係

	男 性 (N=104)			女 性 (N=96)		
	VC	FEV _{1.0} %	MVV	VC	FEV _{1.0} %	MVV
1) 年齢, 形態						
年齢	-0.334**	-0.148	-0.444**	-0.525**	-0.019	-0.292**
身長	0.505**	-0.096	0.343**	0.452**	-0.026	0.349**
体重	0.373**	-0.160	0.074	0.224*	0.025	0.304**
BMI	0.101	-0.147	-0.150	0.011	0.040	0.163
2) 胸郭可動性						
腋窩高拡張差	0.224*	0.026	0.236*	0.190	-0.057	-0.034
拡張率	0.178	0.049	0.236*	0.145	-0.061	-0.063
剣突高拡張差	0.337**	-0.085	0.272**	0.223*	-0.157	-0.016
拡張率	0.275**	-0.039	0.254**	0.175	-0.141	-0.053
第10高拡張差	0.136	-0.107	0.170	0.009	-0.121	-0.103
拡張率	0.097	-0.065	0.179	0.005	-0.131	-0.101
3) 胸郭周径						
腋窩高(呼)	0.339**	-0.101	0.027	0.115	0.032	0.235*
(吸)	0.370**	-0.106	0.080	0.148	0.023	0.235*
剣突高(呼)	0.187	-0.123	-0.078	0.026	0.060	0.156
(吸)	0.296**	-0.151	-0.004	0.067	0.038	0.163
第10高(呼)	0.089	-0.044	-0.131	-0.007	0.087	0.143
(吸)	0.129	-0.070	-0.087	-0.006	0.073	0.136

VC: 肺活量, FEV_{1.0}%: 1秒率, MVV: 最大分時換気量, 剣突高: 剣状突起高, 第10高: 第10肋骨高. *p<0.05, **p<0.01. (呼): 最大呼気位周径, (吸): 最大吸気位周径.

2. 重回帰分析

1) VC

男女ともに年齢, 形態面については身長, 胸郭可動性の点では剣状突起高の拡張差が重回帰式に選択された。剣状突起高の拡張差は, 男性では身長の次に, 女性でも年齢について2番目に偏相関係数が高かった(表3, 4)。

2) MVV

男女ともに身長が関係し, 加えて男性では年齢,

腋窩高での拡張率が, 女性では腋窩高での周径が重回帰式に採用された(表5, 6)。

また, 男女別の肺機能についての重回帰式を表7に示した。

考 察

呼吸を運動学的にとらえると, 胸郭可動性と肺機能とは関連するものと予測され, 特にその性格上VCとの関係は深いものと考えられる。そこで今回は, 一般の肺機能予測式に胸郭可動性の影響

表3 肺活量(男性)についての重回帰分析

変 数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	偏相関係数
身 長	35.189	0.3361	15.39**	0.3684
剣突高拡張差	118.00	0.2877	12.55**	0.3370
腋窩高(呼)	25.743	0.2465	8.63**	0.2845
年 齡	-9.0580	-0.1615	3.88	-0.1952
定 数	-4143.8			

剣突高: 剣状突起高, (呼): 最大呼気位周径, **p<0.01.

表4 肺活量(女性)についての重回帰分析

変 数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	偏相関係数
年 齡	-15.130	-0.3857	14.93**	-0.3737
剣突高拡張差	73.952	0.2437	8.64**	0.2930
身 長	19.358	0.2532	6.40*	0.2551
定 数	353.86			

剣突高: 剣状突起高, *p<0.05, **p<0.01.

表5 最大分時換気量（男性）についての重回帰分析

変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F値	偏相関係数
年齢	-1.1199	-0.3839	19.25**	-0.4035
剣状突起高拡張差	4.3665	0.2190	6.72*	0.2521
身長	1.2073	0.2217	6.38*	0.2460
定数	-40.863			

*p<0.05, **p<0.01.

表6 最大分時換気量（女性）についての重回帰分析

変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F値	偏相関係数
身長	1.0582	0.3099	9.834**	0.3092
腋窩高(呼)	0.4784	0.1596	2.609	0.1652
定数	-128.55			

(呼)：最大呼気位周径, **p<0.01.

表7 肺機能予測式

基準変数	性別	予測式
V C	男性	35.2 H + 118.0 CX - 9.06 A + 25.7 EA - 4144
	女性	19.4 H + 74.0 CX - 15.1 A + 353.9
MVV	男性	1.21 H + 4.37 PCA - 1.12 A - 40.9
	女性	1.06 H + 0.478 EA - 128.6

VC：肺活量 [ml], MVV：最大分時換気量 [l/min], H：身長 [cm], CX：剣状突起高拡張差 [cm], A：年齢 [歳], EA：腋窩高最大呼気位周径 [cm], PCA：腋窩高拡張率 [%].

を考慮した予測式を作成して、他の予測式と比較し、さらにどの部位の胸郭拡張差がどの程度影響しているのかについても検討した。

まずVC予測式について考えると、胸郭可動性の影響は大きく、剣状突起高の拡張差は男性では身長に次いで、女性では年齢に次いで2番目に偏相関係数が大きく、VC予測に関して極めて重要な測定項目であるものといえる。これは、剣状突起高は他の部位と比較し最も可動性が高いとされ、胸郭全体の可動性を反映しているためであると考えられた⁸⁾。

MVVの予測式について、男性では他の予測式と同様に、年齢、身長の成分が含まれ、加えて胸郭可動性の成分も組み込まれていた。これに対して、女性では身長、胸郭周径といった形態だけの予測式となった。女性において年齢の成分がみられない点については、内部相関によるものが主因であると考えられる。つまり、年齢と身長との相関係数は男性で-0.271であるが、女性では-0.560と非常に高く、女性についてはMVVとの関連が強い身長の成分だけで、年齢の影響まで大部分補償できるためであると思われる。これを裏付けるものとして、徳田ら⁹⁾は年齢と身長に関して、女性の方が骨粗鬆症をともなった椎体の変形

などにより姿勢の変形が起こりやすく、男性に比べて加齢による身長の低下が大きいとの報告をしている。

次に、他の予測式と比較するために、今回われわれが求めた予測値及び従来の予測式を用いた予測値と、実測値との相関係数を表8に示した。今回の研究による予測式は、他の予測式と比較して、全てにおいて高い相関がみられた。また、VCの予測式として最もよく用いられているBaldwin²⁾の式と比較すると、特に男性については、Baldwinが0.473、われわれのものが0.636と大きな差がみられた。これは他の予測式に加えて、胸郭可動性の成分を含んでいたことや、対象者の年齢分布、人数などの相違によるものと考えられる。特にBaldwinの式については、人種、測定方法についても異なっていた事がその差異の

表8 他の予測式との相関係数の比較

	本研究	Baldwin	宮沢	西田	花本	
V C	男	0.636	0.473	0.493	0.481	0.541
	女	0.609	0.552	0.550	0.559	0.540
MVV	男	0.540		0.491	0.484	
	女	0.382		0.337	0.335	

VC：肺活量, MVV：最大分時換気量.

原因になっているものと思われた。

また、Withersら¹⁰⁾の予測式によると、胸郭可動性の成分は、胸郭拡張差の平方根に比例する($710.8 \times \text{胸郭拡張差}^{1/2}$)としている。その予測式の重相関係数は0.808であったと報告しており、われわれのものと比較すると重相関係数は高くなっている。これは、説明変数の乗数まで考慮していることや、坐高、体表面積、肩峰間距離などについても測定し、形態面を細かく評価していることが主因であると考えられる。

一方、今回のVC予測式について胸郭拡張差に注目すると、剣状突起高の拡張差が1 cm増加すると、男性では約120 ml、女性では約75 ml VCが増加することが予測される。これは、呼吸器疾患患者などに対して胸郭拡張訓練を行う際、VC改善の1つの目安になるものと考えられる。これに関して千葉¹¹⁾は、拘束性換気障害者に対して胸郭可動域訓練を含む胸部理学療法を行い、胸郭拡張差とVCが増大したと報告しており、胸郭可動性の増大がVCの増加に寄与することを指摘している。

以上のことから胸郭拡張差の測定により、われわれ理学療法士にとって簡便で、しかも従来の予測式よりも精度の高い肺機能の予測が可能となった。また、胸郭可動性の重要性が明らかになり、胸郭拡張差の測定に新しい意味が付加されたものと思われる。今後、呼吸理学療法の効果判定への応用や、高齢者などの肺機能測定が困難である者への適用が期待できる。

今後の課題として、予測式の各年代における精度の検討、また簡便に臨床応用できるように胸郭測定部位を絞った予測式を検索する必要があるものと思われる。さらに、呼吸器疾患患者への適応についても検討していきたいと考える。

稿を終えるにあたり、住民健康調査の際に御協

力頂きました長崎大学医学部公衆衛生学教室の竹本泰一郎教授を始め、医員の先生方、そして長崎大学医療技術短期大学部の研究生の皆様に深謝致します。また、校閲の労をとられました長崎大学医療技術短期大学部の中村剛教授に深く御礼申し上げます。

本論文の要旨は第29回日本理学療法士学会において発表した。

文 献

- 1) 鐺木孝之, 川越康博・他: スパイロをやれない病態, やらない病態. 呼吸と循環 39 (12): 1197-1199, 1991.
- 2) Baldwin ED, Cournand A, *et al.*: Pulmonary insufficiency I. Physiological classification, clinical methods of analysis, standard values in normal subjects. *Medicine* 27: 243-278, 1949.
- 3) 花本澄夫, 大杉隆史・他: 日本人の肺機能正常値予測式; 線形形式と指数形式. 日胸疾会誌 30 (12): 2051-2059, 1992.
- 4) 金上晴夫, 桂 敏樹・他: 日本人肺機能の標準値に関する研究; 第1報「肺活量, 最大換気量」. 呼吸と循環 6 (7): 533-535, 1958.
- 5) 藤本順子, 畑美智子・他: 総合呼吸機能自動解析システムを使用した呼吸機能検査測定値の標準値および予測式. 呼吸と循環 34 (3): 281-290, 1986.
- 6) 宮沢正治, 矢内千鶴子・他: 肺気量, 肺換気能力, 肺拡散量の正常値; 高齢者を含む328名の検討. 臨床病理 19 (6): 415-422, 1971.
- 7) 西田修実, 瀬分典雄・他: “健康者”の肺機能とその予測式; その4. 成人の肺気量分画. 臨床病理 24: 837-841, 1976.
- 8) 和才嘉昭, 嶋田智明: 測定と評価. 医歯薬出版, 東京, 1987, pp 467-468.
- 9) 徳田哲男, 林 玉子: 体格よりみた高齢者の経年変化に関する研究; 10年間の縦断面的研究. 人間工学 21 (1): 61-69, 1988.
- 10) Withers RT, Bourdon PC, *et al.*: Lung volume standards for healthy male lifetime nonsmokers. *Chest* 92 (1): 91-97, 1988.
- 11) 千葉一雄: 胸郭拡張に対する胸部 mobilization の有効性. 理学療法学 15 (2): 159-163, 1988.

〈Abstract〉

**The Study on Equations for Predicting Pulmonary Function Using Chest
Expansion Scores in Middle and Old Aged Persons**

Kazuyuki TABIRA, RPT, Ryo KOZU, RPT

Department of Rehabilitation Medicine, Seirei Mikatabara General Hospital

Hideaki SENJU, RPT

Department of Physical Therapy, Nagasaki University School of Allied Medical Science

The objectives of this paper were to propose equations for predicting pulmonary functions (PF) from chest expansion scores and other important examination results, and to study the relationship between PF and the chest expansion.

Subjects were 200 normal persons aged between 40 and 86. Linear regression equations were obtained for predicting PF from age, height, body weight, body mass index, chest girth on the maximum expiration, chest girth on the maximum expansion, and chest expansion.

The equations obtained were as follows;

$$\begin{array}{ll}
 \text{V C} & \text{male: } 35.2 \text{ H} + 118.0 \text{ CX} - 9.06 \text{ A} + 25.7 \text{ EA} - 4144 \quad [\text{mL}] \\
 & \text{female: } 19.4 \text{ H} + 74.0 \text{ CX} - 15.1 \text{ A} \quad + 353.9 \quad [\text{mL}] \\
 \text{MVV} & \text{male: } 1.21 \text{ H} + 4.37 \text{ PCA} - 1.12 \text{ A} \quad - 40.9 \quad [\text{l/min}] \\
 & \text{female: } 1.06 \text{ H} + 0.478 \text{ EA} \quad - 128.6 \quad [\text{l/min}]
 \end{array}$$

(VC: vital capacity, MVV: maximal voluntary ventilation, H: height [cm], CX: chest expansion on xiphisternum [cm], A: age [year], EA: the maximum expired chest girth on axilla [cm], PCA: percentage of chest expansion on axilla [%]).

The contribution of chest expansion to the equations was marked in both males and females. The obtained equations were confirmed more accurate those already proposed in literatures. The equations will be useful to estimate the effect of chest physical therapy or to estimate PF of those whose PF are difficult to test directly.