

多群判別分析法を用いた呼吸機能の評価について

奈良県立医科大学第2内科学教室

阿 児 博 文, 春 日 宏 友, 森 川 暁, 水 本 保 子
藤 村 昌 史, 長 澄 人, 成 田 亘 啓

奈良県立医科大学中央臨床検査部

幸 道, 今 井 竜 子, 東 月 美, 間 瀬 忠

AN EVALUATION OF RESPIRATORY FUNCTION USING MULTIVARIANT DISCRIMINANT ANALYSIS

HIROFUMI AKO, HIROTOMO KASUGA, SATORU MORIKAWA, YASUKO MIZUMOTO,
MASASHI FUJIMURA, SUMITO CHO and NOBUHIRO NARITA

The Second Department of Internal Medicine, Nara Medical University

MICHI YUKI, TATSUKO IMAI, TSUKIMI AZUMA and TADASHI MASE

Central Clinical Laboratory Section, Nara Medical University

Received July 24, 1989

Summary: The usefulness of multivariant discriminant respiratory function findings and results were compared with 498 other atypical cases. Diseases studied include diffuse panbronchiolitis, idiopathic interstitial pneumonia, bronchial asthma, and asbestosis. Items of respiratory function tests which were proved to be of significance in discrimination were FEV 1.0 %, % VC, % DLco, % TLC, and % MMF. Of 89 cases, 81 were diagnosed correctly using this method. Although diagnostic accuracy was lower in atypical cases, a little device added has increased it enough to be useful in clinical practice.

Index Terms

respiratory function, multivariant analysis, discriminant analysis

I はじめに

最近呼吸機能検査法の進歩と共に、測定項目の増加がみられ、内容が充実する反面、情報量の過多から逆に本質的なデータを把握することが困難となっている。呼吸機能検査における測定項目の数を減少し、診断に最低必要なパラメータを求める試みとして、杉田ら¹⁾は相関係数などを参考にして6項目の検査を選び、レーダーグラムを作成して各種肺疾患を視覚的に評価している。今回われわれは多群判別分析法を用い、診断に最低必要な測定項目を変数選択法により最少化するとともに、確定診

断のついていない非定型例をどれだけ診断できるかについて検討したので報告する。

II 対象および方法

1) 対象

対象は昭和55年4月から63年3月まで中央臨床検査部で呼吸機能検査を施行した3200例のうち、臨床診断外が明らかな症例2600例を選び出した。次に、標準症例(内部データ)として肺気腫研究会のきつい基準を満たす肺気腫26例、厚生省研究班診断基準A群を満たすびまん性汎細気管支炎(以下DPB)9例、おなじく特発性間質

性肺炎(以下 IIP)13 例, 気管支喘息非発作時症例 24 例, および石綿肺症例 17 例計 89 例を選び出した.

呼吸機能の項目としては% VC, % FRC, % RV, % TLC, RV/TLC, FEV_{1.0}, FEV_{1.0}%, % MMF, % PEFR, % \dot{V}_{50} , % \dot{V}_{25} , % DLco, ΔN_2 を用いた. 予測値は, VC は Baldwin²⁾, FRC, RV, TLC, RV/TLC, DLco は西田ら³⁾, MMF は Schmidt⁴⁾, PEFR, \dot{V}_{50} , \dot{V}_{25} は Boushy⁵⁾の基準を用いた. なお肺気腫, DPB などの症例において closing volume 曲線上, IV 相が出現しないことがしばしばみられ, 欠損値が多いため CV/VC, CC/TLC は対象から外した.

2) 判別係数の算出

母集団分布の平均ベクトルが $\mu^{(1)}, \mu^{(2)}, \dots, \mu^{(g)}$, 分散共分散行列が各群共通で $\Sigma = (\delta_{ij})$ であるような g 個の群から, それぞれ大きさ n_1, \dots, n_g の標本が得られているとする. いま, どの群に属するかわからない 1 つの観測値 $x = (x_1, \dots, x_p)'$ を g 個の群のどれに判別するかを考える. 観測値 x と各群の重心 (平均ベクトル) $\mu^{(k)}$, ($k = 1, \dots, g$) との間のマハラビノスの汎距離

$$D_{(k)} = (x - \mu^{(k)})' \Sigma^{-1} (x - \mu^{(k)})$$

が最小となるような群に判別すればよい. そこで, 未知の平均ベクトルおよび分散共分散行列に対する推定値として

$$\bar{x}^{(k)} = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} x_i^{(k)}$$

$$S = \frac{1}{n-g} \sum_{k=1}^g \sum_{i=1}^{n_k} (x_i^{(k)} - \bar{x}^{(k)})(x_i^{(k)} - \bar{x}^{(k)})'$$

を用いて

$$D_{(k)} = (x - \bar{x}^{(k)})' S^{-1} (x - \bar{x}^{(k)}) \quad (式 1)$$

を最小にする群 k に判別することにする. ここに $x_i^{(k)}$ は k 群の i 番目の観測ベクトル, n は総個体数である. 式 1 中の x の 2 次の項は, k によらず一定であるので, 式 1 を最小にする k を求めることは, 次のような線形関数 $U_k(x)$ を最大にする k を求めることと同じことになる.

$$U_k(x) = x'S^{-1}\bar{x}^{(k)} - \frac{1}{2}x^{(k)'}S^{-1}\bar{x}^{(k)} \quad (式 2)$$

観測値 x に対して, 式 2 より $U_k(x)$, ($k = 1, \dots, g$) を計算し, 最大値 $U_k(x)$ を与える k に判別することができる.

3) Wilks の Λ 統計量

g 変量を用いて, g 個の群がどの程度判別できるかを表わす 1 つの指標として Wilks の Λ 統計量がある.

これは, g 変量についての全体および群内の平方和積和行列

$$T = \sum_{k=1}^g \sum_{i=1}^{n_k} (x_i^{(k)} - \bar{x})(x_i^{(k)} - \bar{x})'$$

$$\left(\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^g \sum_{i=1}^{n_k} x_i^{(k)} \right)$$

$$W = \sum_{k=1}^g \sum_{i=1}^{n_k} (x_i^{(k)} - \bar{x}^{(k)})(x_i^{(k)} - \bar{x}^{(k)})'$$

の行列式の比

$$\Lambda = |W|/|T|$$

で定義される. Λ は 0 から 1 の間の値をとり, この値が 0 に近いほどよく判別されていることを示す.

3) 各変量の寄与の検定

いま, g 個の変量 x^* が g 群の判別に用いられているとする. x^* に含まれていない変量 X_j を追加したときの判別力の増加を, Λ 統計量を用いて

$$\Lambda(X_j|x^*) = \Lambda(x^*, X_j)/\Lambda(x^*)$$

で測定することができる. $\Lambda(x^*, X_j)$ は変量 x^* と X_j を両方用いたときの Λ , $\Lambda(x^*)$ は変量 x^* のみを用いたときの Λ を表し, その比で定義される $\Lambda(X_j|x^*)$ は偏 Λ 統計量と呼ばれる.

このとき

$$F = \frac{n-g-q}{g-1} \times \frac{1-\Lambda(X_j|x^*)}{\Lambda(X_j|x^*)}$$

は新しく加えた変量 X_j が判別に寄与しないという仮定のもとで, 自由度 ($g-1, n-g-q$) の F 分布にしたがうことが知られている.

4) 変量の選択

いま, 変量 x^* を用いて判別が行われているとする. x^* に含まれていないある変量 X_j を加えるべきか否かについて, $\Lambda(X_j|x^*)$ を計算して,

$$F_0 = \frac{n-g-q}{g-1} \times \frac{1-\Lambda(X_j|x^*)}{\Lambda(X_j|x^*)} \geq F_{in}$$

なら X_j を加え, そうでなければ加えないことにする. F_{in} はあらかじめ設定された限界値であり, 今回は 2.0 とした.

実際の手続きとして, まず Λ 統計量を求め, 12 の測定項目より Λ が最小となる項目を選び, 以下変数増加法で Λ が最小かつ $F_0 \geq 2.0$ となる間, 変量すなわち測定項目を加えていった. そして, 最大の判別効率を与える項目の組合せが決定したところで, 最初に述べた線形関数 $U_k(x)$ を導いた. そして各症例ごとに $U_k(x)$ を最大にする k を求め, 実際の診断名との一致率 (正答率) を求めた.

5) 判別能力の算出

非定型的症例(外部データ)として臨床診断が上記 6 疾患と記載されているが呼吸機能上定型的でないと思われる症例を標準症例とは別に 498 例選び出し, 同じプロセ

スで判別能力を検討した。

なお、今回の統計解析は田中豊ら⁹⁾の共著によるパソコン統計解析ハンドブック・多変量解析編のソフトを用い、ハードウェアは NEC PC-9801 VX21 (CPU 80286 10MHz) を用いて行った。

III 成 績

1) 基本統計量

はじめに今回使用した標準データの各測定項目の平均、偏差、およびその比である F 値を示す (Table 2)。F 値では FEV_{1.0}% が 8.21 と最も高く、以下 % TLC, % FRC, % VC, RV/TLC, % RV, % DLco, FEV_{1.0}% PEFR, ΔN₂, % V̇₅₀, % MMF, % V̇₂₅ の順である。F 値からは FEV_{1.0}%, % TLC, % FRC などが判別に有力な変数と予測される。

次に、各変数間の相関係数を示す (Table 3)。FEV_{1.0}% に注目すると % VC や % DLco と FEV_{1.0}% との相関は弱く、FEV_{1.0}% の次にこれらが判別に有力な変数であることが示唆される。F 値が 2 番目に大きい項目は % TLC であるが、これに着目すると当然の如く % FRC や % RV との相関は高く、% FRC や % RV は % TLC と同時に変数として採用した場合、その判別能力に差がないことが予測される。

2) 変数選択

変数増加法による実際の変数選択プロセスを示す (Table 4)。最初に FEV_{1.0}% が取り込まれ、次いで % TLC, % DLco, % VC, % MMF の順に変数が採択されている。5 変数を用いた最終的な Λ 値は 0.008, F 値は 34.5 である。他の変数は偏 Λ 統計量が小さく採択されない。

3) 判別式

以上の変数を用いてもう一度内部データを用いて判別式を求めた (Table 5)。変数を 5 つに限定したため測定項目の欠損値が減り、各群の対象数が若干増加した。今

度は変数採択の順番が FEV_{1.0}%, % VC, % DLco, % TLC, % MMF と前回と若干変化したが、間違いなく 5 変数とも有意に判別能力を有することが確かめられた。

5 変数を用いた判別式 Z を示す (Table 6)。以下の内部データ及び外部データの判別は、この式に基づいて行った。

4) 標準症例の成績

標準症例の場合各群とも 75 % 以上の正答率で判別された。誤って判別された内容は、肺気腫を DPB と判定したもの 2 例、逆に DPB を肺気腫と判定したもの 2 例、IIP を石綿肺と判定したもの 3 例、石綿肺を肺気腫と判定したもの 1 例であった。最後の例を除いては、呼吸機能がほぼ類似しており、ある程度予想された成績であった (Table 7)。

5) 非定型症例 498 例の成績では標準症例とは異なり、判別率は最もよい気管支喘息の場合でも 63.5 % にとどまり、DPB や石綿肺では 30 % 台と殆ど判別できなかった。また誤判別の内容も大きく分けて閉塞性障害が主である肺気腫と DPB の 2 群と残りの 3 群に判別が分かれている傾向があったが、全体としては一定の傾向がみられなかった (Table 8)。

6) Z 値の再検討

Z 値を再検討し、最大値のみでなく 2 番目に大きい Z 値を与えた群も考慮し、診断名がいずれかに属したときに正答と定義すると、最低 50 % から最高 75.5 % と判別率が上昇し、特に石綿肺、IIP が著しかった (Table 9)。

IV 考 察

従来呼吸機能検査から診断する場合、ある限界値を境にして、原則として正常か否かによって 2 つに分けて、フローチャート図式的に鑑別を進める方法が一般的であった。しかし、典型的な場合は別として、限界値に近い値をとる検査値が得られた場合、単純に振り分けてしまうと、その検査値が持っている情報が過小評価される危

Table 1. Objects studied

| | Internal data | External data |
|-----------------------------------|---------------|---------------|
| Pulmonary emphysema | 26 | 162 |
| Diffuse panbronchiolitis | 9 | 40 |
| Idiopathic interstitial pneumonia | 13 | 124 |
| Bronchial asthma | 24 | 74 |
| Asbestosis | 17 | 98 |
| Total | 89 | 498 |

Table 2. Basic statistics

| | Total | P.E. | D.P.B. | I.I.P. | Br. Asthma | Asbes. |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|
| FEV _{1.0} % (AVE.) | 64.75 | 41.60 | 52.00 | 88.79 | 79.92 | 79.96 |
| (S.D.) | 7.88 | 6.40 | 11.23 | 6.25 | 7.22 | 11.69 |
| (AVE./S.D.) | 8.21 | 6.50 | 4.63 | 14.21 | 11.07 | 6.58 |
| %TLC | 96.75 | 116.61 | 93.20 | 61.46 | 105.86 | 63.95 |
| | 11.86 | 14.93 | 12.13 | 9.68 | 7.96 | 10.96 |
| | 8.16 | 7.81 | 7.68 | 6.35 | 13.30 | 5.84 |
| %FRC | 113.84 | 154.35 | 117.44 | 69.24 | 105.13 | 68.71 |
| | 18.14 | 20.97 | 11.31 | 14.70 | 17.71 | 16.02 |
| | 6.28 | 7.36 | 10.38 | 4.71 | 5.94 | 4.29 |
| RV/TLC | 47.71 | 65.28 | 62.54 | 35.77 | 31.19 | 39.57 |
| | 7.75 | 5.60 | 6.70 | 11.28 | 7.76 | 8.86 |
| | 6.16 | 11.66 | 9.33 | 3.17 | 4.02 | 4.46 |
| %VC | 77.54 | 19.71 | 54.14 | 65.11 | 107.26 | 62.57 |
| | 13.58 | 14.89 | 9.44 | 10.57 | 13.56 | 14.03 |
| | 5.71 | 4.68 | 5.73 | 6.16 | 7.91 | 4.46 |
| %RV | 138.69 | 206.31 | 188.16 | 61.19 | 109.22 | 74.59 |
| | 31.05 | 31.13 | 66.69 | 19.78 | 26.47 | 23.06 |
| | 4.47 | 6.63 | 2.82 | 3.09 | 4.13 | 3.23 |
| %DLco | 56.65 | 39.12 | 70.82 | 36.54 | 90.36 | 47.86 |
| | 14.83 | 15.83 | 17.74 | 12.02 | 14.43 | 13.87 |
| | 3.82 | 2.47 | 3.99 | 3.04 | 6.26 | 3.45 |
| FEV _{1.0} | 1.63 | 0.81 | 0.93 | 1.83 | 2.85 | 1.50 |
| | 0.44 | 0.25 | 0.25 | 0.43 | 0.67 | 0.32 |
| | 3.69 | 3.25 | 3.75 | 4.21 | 4.27 | 4.68 |
| %PEFR | 67.92 | 40.64 | 53.44 | 77.57 | 99.29 | 73.72 |
| | 18.82 | 10.66 | 17.14 | 19.68 | 19.15 | 31.46 |
| | 3.61 | 3.81 | 3.12 | 3.94 | 5.18 | 2.34 |
| ΔN ² | 4.24 | 7.17 | 7.14 | 2.41 | 0.96 | 3.61 |
| | 1.72 | 1.78 | 1.11 | 1.71 | 0.53 | 2.99 |
| | 2.47 | 4.04 | 6.46 | 1.41 | 1.82 | 1.21 |
| %V ₅₀ | 37.66 | 8.02 | 8.34 | 80.90 | 61.87 | 37.71 |
| | 18.08 | 3.69 | 2.73 | 38.37 | 17.64 | 15.08 |
| | 2.08 | 2.18 | 3.05 | 2.11 | 3.51 | 2.50 |
| %MMF | 45.18 | 11.12 | 12.24 | 103.79 | 70.20 | 41.58 |
| | 24.28 | 4.65 | 5.12 | 56.03 | 20.60 | 14.69 |
| | 1.86 | 2.39 | 2.39 | 1.85 | 3.41 | 2.83 |
| %V ₂₅ | 34.87 | 11.70 | 19.82 | 87.90 | 46.98 | 25.41 |
| | 33.52 | 6.35 | 22.43 | 83.75 | 19.91 | 7.34 |
| | 1.04 | 1.84 | 0.88 | 1.05 | 2.36 | 3.46 |

Table 3. Correlation matrix

| | FEV _{1.0} % | %TLC | %FRC | RV/TLC | %VC | %RV | %DLco | FEV _{1.0} | %PEFR | ΔN ₂ | %V ₅₀ | %MMF | %V ₂₅ |
|----------------------|----------------------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-----------------|------------------|-------|------------------|
| FEV _{1.0} % | 1.00 | -0.56 | -0.75* | -0.79* | 0.28 | -0.75* | 0.40 | 0.72* | 0.71* | -0.78* | 0.87* | 0.83* | 0.59 |
| %TLC | | 1.00 | -0.87* | 0.43 | 0.42 | 0.76* | 0.20 | -0.56 | -0.17 | 0.25 | -0.40 | -0.40 | -0.33 |
| %FRC | | | 1.00 | 0.73 | 0.00 | -0.23 | 1.00 | -0.38 | -0.49 | 0.56 | -0.59 | -0.55 | -0.36 |
| RV/TLC | | | | 1.00 | -0.59 | 0.86* | -0.44 | -0.56 | -0.17 | 0.86* | -0.73* | -0.64 | -0.33 |
| %VC | | | | | 1.00 | -0.23 | 0.60 | 0.76* | 0.60 | -0.63 | 0.37 | 0.30 | 0.09 |
| %RV | | | | | | 1.00 | -0.12 | -0.53 | -0.55 | 0.66 | -0.67 | -0.62 | -0.42 |
| %DLco | | | | | | | 1.00 | 0.60 | 0.54 | -0.55 | 0.54 | 0.26 | 0.32 |
| REV _{1.0} | | | | | | | | 1.00 | 0.80* | -0.82* | 0.72* | 0.64 | 0.39 |
| %PEFR | | | | | | | | | 1.00 | -0.74* | 0.38 | 0.61 | 0.38 |
| ΔN ₂ | | | | | | | | | | 1.00 | -0.75* | -0.69 | -0.45 |
| %V ₅₀ | | | | | | | | | | | 1.00 | 0.96* | 0.75* |
| %MMF | | | | | | | | | | | | 1.00 | 0.86* |
| %V ₂₅ | | | | | | | | | | | | | 1.00 |

* p<0.05

Table 4. Forward method process No. 1

| | Partial F statistics (Fo) | | | | | Wilks Λ | F value |
|----------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
| FEV _{1.0} % | 107.11 | 62.67 | 37.17 | 21.22 | 12.63 | 0.133 | 107.1 |
| %TLC | | 34.20 | 22.88 | 15.11 | 14.34 | 0.043 | 62.1 |
| %DLco | | | 22.35 | 18.00 | 16.07 | 0.018 | 50.5 |
| %VC | | | | 11.35 | 11.57 | 0.010 | 41.7 |
| %MMF | | | | | 5.30 | 0.008 | 34.4 |

Table 5. Forward method process No. 2

| | Partial F statistics (Fo) | | | | | Wilks Λ | F value |
|----------------------|---------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|
| FEV _{1.0} % | 117.64 | 113.56 | 110.95 | 21.30 | 15.92 | 0.151 | 117.6 |
| %VC | | 46.67 | 36.09 | 17.40 | 18.18 | 0.047 | 60.8 |
| %DLco | | | 26.40 | 24.19 | 22.10 | 0.020 | 60.8 |
| %TLC | | | | 13.37 | 12.51 | 0.012 | 50.0 |
| %MMF | | | | | 6.97 | 0.009 | 41.6 |

Table 6. Discriminant function

| | |
|-----------------------|---|
| 1. (Pul emphysema) | $1.4705 \times X_1 + 0.1739 \times X_2 + 0.0924 \times X_3 + 0.9068 \times X_4 - 0.2657 \times X_5 - 89.8478$ |
| 2. (D.P.B.) | $1.6680 \times X_1 + 0.1607 \times X_2 + 0.2386 \times X_3 + 0.8154 \times X_4 - 0.3060 \times X_5 - 06.9940$ |
| 3. (I.I.P.) | $2.1015 \times X_1 + 0.3936 \times X_2 + 0.1301 \times X_3 + 0.5047 \times X_4 - 0.2625 \times X_5 - 10.6010$ |
| 4. (Bronchial asthma) | $2.2628 \times X_1 + 0.5901 \times X_2 + 0.2922 \times X_3 + 0.6847 \times X_4 - 0.3505 \times X_5 - 59.5080$ |
| 5. (Asbestosis) | $2.1468 \times X_1 + 0.3881 \times X_2 + 0.1859 \times X_3 + 0.4998 \times X_4 - 0.3646 \times X_5 - 09.2020$ |

X1: FEV_{1.0}% X2: %VC X3: %DLco X4: %TLC X5: %MMF

Table 7. Result of discrimination of standard data

| | No. of cases | No. of correct | Percent of correct | Contents of judgement | | | | |
|-----------------------|--------------|----------------|--------------------|-----------------------|-----|-----|----|-----|
| | | | | PE | DPB | IIP | BA | ASB |
| Pul. emphysema (PE) | 26 | 24 | 92.3 | 24 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| D.P.B. | 9 | 7 | 77.8 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| I.I.P. | 13 | 10 | 76.9 | 0 | 0 | 10 | 0 | 3 |
| Bronchial Asthma (BA) | 24 | 24 | 100.0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 |
| Asbestosis (ASB) | 17 | 16 | 94.1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| TOTAL | 89 | 81 | 91.0 | | | | | |

Table 8. Result of discrimination of atypical data

| | No. of cases | No. of correct | Percent of correct | * Contents of judgement | | | | |
|------------------|--------------|----------------|--------------------|-------------------------|-----|-----|----|-----|
| | | | | PE | DPB | IIP | BA | ASB |
| Pul. emphysema | 162 | 71 | 43.8 | 71 | 37 | 1 | 45 | 8 |
| D.P.B. | 40 | 13 | 32.5 | 1 | 13 | 0 | 15 | 11 |
| I.I.P. | 124 | 57 | 46.0 | 0 | 1 | 57 | 42 | 24 |
| Bronchial Asthma | 74 | 47 | 63.5 | 3 | 18 | 0 | 47 | 6 |
| Asbestosis | 98 | 36 | 36.7 | 8 | 4 | 14 | 36 | 36 |
| TOTAL | 498 | 224 | 45.0 | | | | | |

* Each values show number of cases with the greatest z value
(i.e. number of cases which computer diagnosed)

Table 9. Result of discrimination of atypical data(revised)

| | No. of cases | No. of correct | Percent of correct | * Contents of judgement | | | | |
|------------------|--------------|----------------|--------------------|-------------------------|------|------|------|------|
| | | | | PE | DPB | IIP | BA | ASB |
| Pul. emphysema | 162 | 108 | 66.7 | (71) | 31 | 0 | 3 | 3 |
| D.P.B. | 40 | 20 | 50.0 | 1 | (13) | 0 | 23 | 3 |
| I.I.P. | 124 | 94 | 75.8 | 0 | 0 | (57) | 20 | 17 |
| Bronchial Asthma | 74 | 53 | 71.6 | 0 | 5 | 0 | (47) | 1 |
| Asbestosis | 98 | 71 | 72.4 | 0 | 1 | 10 | 24 | (38) |
| TOTAL | 498 | 346 | 69.5 | | | | | |

* Each values show number of cases with the greatest z value
(parentheses) or with the second greatest z value
(i.e. computer diagnosed them as the second possibility)

険性がある。一方呼吸機能検査の進歩に伴い測定項目数が著増し何が一番本質的なデータであるかを判断するのが困難になっている。近年、コンピューター、特にパーソナル・コンピューターの普及に伴い、従来手計算では困難であった多変量解析が、臨床の場でしばしば用いられるようになってきている。今回われわれは以上の点を改良すべく、測定値をできるだけ連続量のままで採用し、かつ必要最小限の項目で判定し、さらに従来の診断基準

にあてはまらない非定型症例の診断に役立つことを目的に判別分析法を試みた。

判別分析とは、与えられた個体の持つ情報をいくつかの要素に分解し、それらの要素を重み付けることによって、その個体がどの群に属するかを分析する方法である⁹⁷⁾。判別分析法では予測される項目が順的で、説明する変数が量的に測定されている場合に相当し、予測される項目が量的な場合は多変量回帰分析法が、説明する変

数が質的な場合は林の数量化 I 類が用いられる。一般に判別分析法の場合、2 群の鑑別に用いられることが多いが、今回はそれを多群に拡張したものである。判別分析法、回帰分析などで一番重要なのは、必要最小限な説明変数を選び出すことである。すなわち予測される値と最も相関が高く、かつそれぞれの変数が独立でなければならぬ。今回われわれが用いた方法は、Wilks の Λ 統計量をもとに変数増加法により判別効率が最もよくなるような必要最小限の変数を決定するものである。

杉田ら¹⁾は必要最小限のデータから総合的に被検者の肺機能的な病態を把握する試みをしている。彼らは % VC, FEV_{1.0}%, MMF, PEFR/height, $\dot{V}_{50}/\text{height}$, $\dot{V}_{25}/\text{height}$, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$, RV/TLC %, Zrs, IDI の 10 項目間のそれぞれについて求められた個々の相関係数を基にして、相関度の低い 6 項目 (% VC, Zrs, IDI, FEV_{1.0}%, RV/TLC %, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$) を軸とするレーダーグラムを作成し、肺気腫、気管支喘息、肺線維症、DPB の症例を視覚的に鑑別している。この方法の場合、呼吸機能上典型的なレーダーグラムを呈する例は把握しやすいが、非定型例の場合の評価が困難であると思われる。

今回われわれが行った多群の判別分析法では、FEV_{1.0}%, % VC, % DLco, % TLC, % MMF が有効な変数として残った。杉田らと同じくやはり FEV_{1.0}% と % VC が重要であり、この古典的なパラメータがやはり重要であることが多変量解析でも裏付けられた。杉田らと異なるのは % MMF を除いていわゆるフローボリューム曲線上の諸値が採用されなかった点であり、一般には細気道障害を示唆するといわれる \dot{V}_{25} などは、今回対象とした疾患の鑑別には情報量が少ないと考えられた。一般に細気道障害が特徴である DPB や石綿肺においてこのような成績が出たのは意外であったが、これらの検査値のばらつきが大きいことに起因するかもしれない。

診断率の点からみた場合、今回の方法は非定型例を対象にした場合の解析結果は必ずしも高いとはいえない。ただし呼吸機能検査自体、再現性の問題や、疾患をどこまで反映できるかという感度を念頭においた場合、あえて診断名を 1 つにしぼらずに Z 値のうち 2 つぐらいを候補に挙げておいた方が実際のであり、またそれが限界だと思われる。本法はレーダー・チャートのように視覚

的にとられ難い点に問題があると思われるが、Z 値をグラフ表示することなどである程度改良できると思われる。

V 結 語

多群判別分析法を用いて、呼吸機能検査の評価を行った。

- 12 項目のうち判別に有効であったのは FEV_{1.0}%, % VC, % TLC, % DLco, % MMF の 5 項目であった。
 - 内部データを用いた結果、5 群は 75 % 以上の正答率で判別できた。
 - 外部データを用いた場合、正答率は 30 % から 65 % と、判別率は低かった。しかしながら 2 候補法を用いることで、判別率は 50 % から 75 % へと上昇した。
- 多群判別法は呼吸機能検査に有用であると思われる。

文 献

- 1) 杉田實, 林文明, 斉藤ゆかり: レーダーグラムによる肺疾患の病態生理学的パターン認識の検討. 日胸. 47: 305, 1988.
- 2) Baldwin, E. D., Fry, D. L. and DuBois, A. B.: Pulmonary insufficiency. I. physiological classification, clinical methods of analysis, standard values in normal subjects. *Medicine* 27: 243, 1948.
- 3) 西田修実, 神辺真之, 瀬分典雄: 健康者の肺機能とその予測式. *臨床病理* 24: 941, 1977.
- 4) Schmidt, C. D., Dickman, M. L., Gardner, R. M. and Brough, F. K.: Spirometric standards for healthy elderly men and women. *Am. Rev. Resp. Dis.* 108: 933, 1973.
- 5) Boushy, S. F.: Prognosis in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Resp. Dis.* 108: 1373, 1973.
- 6) 田中豊, 垂水共之, 脇本和昌: パソコン統計解析ハンドブック II 多変量解析編. 共立出版, 東京, 1986.
- 7) 奥野忠一, 久米均, 芳賀敏郎, 吉澤正: 多変量解析法. 日科技連., 東京, 1988.