

肺移植希望者（レシピエント）選択基準（案）

1. 適合条件

(1) ABO式血液型

ABO式血液型の一致 (identical) 及び適合 (compatible) の待機者を候補者とする。

(2) 肺の大きさ

肺の大きさは、臓器提供者（ドナー）及び移植希望者（レシピエント）の年齢区分に応じ、下記の方法で評価する。

1) 臓器提供者（ドナー）及び移植希望者（レシピエント）がいずれも18歳以上の場合

$$\left[\frac{\text{予測VCD}^{\text{注1}}}{\text{予測VCR}^{\text{注2}}} - 1 \right] \times 100$$
 の値 (%) で判断する。

① 片肺移植の場合 -30%~30%

② 両肺移植の場合 -30%~30%

注1) 予測VCD：臓器提供者（ドナー）の予測肺活量

注2) 予測VCR：移植希望者（レシピエント）の予測肺活量

予測肺活量の計算式

(男性) 予測肺活量 (L) = 0.045 × 身長 (cm) - 0.023 × 年齢 - 2.258

(女性) 予測肺活量 (L) = 0.032 × 身長 (cm) - 0.018 × 年齢 - 1.178

(日本呼吸器学会肺生理専門委員会 2001年4月)

2) 臓器提供者（ドナー）及び移植希望者（レシピエント）がいずれも18歳未満の場合

$$\frac{\text{臓器提供者（ドナー）の身長}}{\text{移植希望者（レシピエント）の身長} - 1} \times 100$$
 の値 (%) で判断する。

① 片肺移植の場合 -12%~15%

② 両肺移植の場合 -12%~12%

3) 臓器提供者（ドナー）及び移植希望者（レシピエント）の年齢が1)又は2)の場合に該当しない場合

$$\frac{\text{臓器提供者（ドナー）の身長}}{\text{移植希望者（レシピエント）の身長} - 1} \times 100$$
 の値 (%) で判断する。

① 片肺移植の場合 -12%~15%

② 両肺移植の場合 -12%~12%

(3) 前感染抗体

ダイレクト・クロスマッチを実施し、陰性であることを確認する。

パネルテストが陰性の場合、ダイレクト・クロスマッチは省略することができる。

(4) CMV抗体

CMV抗体陰性の移植希望者（レシピエント）に対しては、CMV抗体陰性の臓器提供者（ドナー）が望ましい。

(5) HLA型

当面、選択基準にしないが、必ず検査し、登録する。

(6) 虚血許容時間

臓器提供者（ドナー）の肺を摘出してから8時間以内に血流再開することが望ましい。

2. 優先順位

適合条件に合致する移植希望者（レシピエント）が複数存在する場合には、優先順位は、以下の順に勘案して決定する。

(1) 親族

臓器の移植に関する法律第6条の2の規定に基づき、親族に対し臓器を優先的に提供する意思が表示されていた場合には、当該親族を優先する。

(2) ABO式血液型

ABO式血液型の一致 (identical) する者を適合 (compatible) する者より優先する。

(3) 待機期間

待機期間の長い患者を優先する。

(4) 肺の大きさ

前提条件（2）肺の大きさの1）又は2）の場合を優先する。

(5) 術式による優先順位

術式は、片肺移植、両肺移植の2種類とし、第1術式、第2術式の2つまで登録可能とする。

術式による優先順位は次のとおりとする。

1) 臓器提供者（ドナー）の両肺が利用できる場合であり、第1優先順位の選択を行った結果、

- ① 第1術式に係る両肺移植希望者（レシピエント）が、第1優先順位となれば、当該両肺移植希望者（レシピエント）を選択する。

② 第1術式に係る片肺移植希望者（レシピエント）が第1優先順位となれば、第1術式に係る片肺移植希望者（レシピエント）で次の順位に位置する者とそれを分けあうこととする。次順位に位置する第1術式に係る片肺移植希望者（レシピエント）が選択されない場合には、第2術式に係る片肺移植希望者（レシピエント）の中で優先順位の高い者と分け合うこととする。

③ 第1術式に係る片肺移植希望者（レシピエント）が第1優先順位となり、第1術式、第2術式を考慮しても片肺移植希望者（レシピエント）が1名のみである場合、

○当該片肺移植希望者（レシピエント）が第2術式として両肺移植を希望していれば、当該移植希望者（レシピエント）を選択し（注1）、

○当該片肺移植希望者（レシピエント）が第2術式として両肺移植を希望していなければ、両肺移植希望者（レシピエント）の中で優先順位の高い者を選択する（注2）。ただし、当該片肺移植希望者（レシピエント）が優先すべき親族であるときは、当該移植希望者（レシピエント）を選択する。

（注1） 当該移植希望者（レシピエント）は必ずしも両肺移植を受ける必要はない。

（注2） この場合に限り、術式を優先し、片肺移植希望者（レシピエント）より両肺移植希望者（レシピエント）を優先する。

2) 臓器提供者（ドナー）の片肺のみが利用できる場合には、第1術式に係る片肺移植希望者（レシピエント）の中から優先順位の高い者を選択する。第1術式に係る片肺移植希望者（レシピエント）が選択されない場合には、第2術式に係る片肺移植希望者（レシピエント）の中から優先順位の高い者を選択する。

3) 1)、2)の結果、ABO式血液型が一致する移植希望者（レシピエント）が選択されない場合、ABO式血液型が適合するものについて1)、2)と同様の手順により移植希望者（レシピエント）を選択する。

3. その他

(1) 臓器提供者（ドナー）又は移植希望者（レシピエント）が6歳以上18歳未満の場合、その予測肺活量については、以下の計算式を参考とすることができる。

予測肺活量の計算式（6歳以上18歳未満の場合）

$$\begin{aligned} \text{(男性) 予測肺活量 (L)} = & 2.108 - 0.1262 \times \text{年齢} + 0.00819 \times \text{年齢}^2 \\ & - 3.118 \times \text{身長 (m)} + 2.553 \times \text{身長 (m)}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(女性) 予測肺活量 (L)} = & 1.142 - 0.00168 \times \text{年齢}^2 - 2.374 \times \text{身長 (m)} \\ & + 2.116 \times \text{身長 (m)}^2 \end{aligned}$$

(日本小児呼吸器疾患学会肺機能委員会 2008 年)

(2) 基礎疾患、重症度などによる医学的緊急度は、将来考慮されるべきである。

また、この基準は実績を踏まえて見直しを行う必要がある。

日本人小児スパイログラム基準値(6~18歳)

日本小児呼吸器疾患学会肺機能委員会2008年策定

	定数項	Aの係数	A ² の係数	AHの係数	Hの係数	H ² の係数	R ²	
	a	b	c	d	e	f		
男	FVC	2.108	-0.1262	0.00819	-	-3.118	2.553	0.9122
	FEV ₁	3.347	-0.1174	0.00790	-	-4.831	2.977	0.9189
	MMF	3.166	-0.6008	-	0.4744	-0.957	-	0.7604
	PEF	3.987	-0.9408	0.01313	0.5811	-	-	0.8201
	V ₅₀	2.043	-0.4953	-	0.4063	-	-	0.7440
	V ₂₅	4.709	-0.4459	-0.01330	0.5593	-3.888	-	0.6845
女	FVC	1.142	-	0.00168	-	-2.374	2.116	0.8421
	FEV ₁	1.842	-	0.00161	-	-3.354	2.357	0.8572
	MMF	4.148	-	0.00269	-	-6.488	3.636	0.6598
	PEF	4.545	-	0.00429	-	-7.343	4.637	0.6382
	V ₅₀	3.492	-	0.00309	-	-5.337	3.267	0.6355
	V ₂₅	3.076	-	0.00133	-	-5.010	2.656	0.5346

予測式

$$a + b \times A + c \times A^2 + d \times AH + e \times H + f \times H^2$$

A: 年齢(歳), H: 身長(m), R²: 自由度修正済み決定係数

日本呼吸器学会肺生理専門委員会報告

日本人のスパイログラムと動脈血液ガス分圧基準値

日本呼吸器学会肺生理専門委員会

佐々木英忠 ¹	中村 雅夫 ²
木田 厚瑞 ³	神辺 真之 ⁴
高橋 敬治 ⁵	藤村 政樹 ⁶
榊原 博樹 ⁴	堀江 孝至 ⁸
西村 正治 ⁹	高木 健三 ¹⁰
井上 洋西 ¹¹	荏原 順一 ¹²
有田 健一 ¹³	宮本 顕二 ¹¹
相澤 久道 ¹⁵	大井 元晴 ¹⁶
三嶋 理晃 ¹⁷	池田 東吾 ¹⁸
桑平 一郎 ¹⁹	

東北大学医学部¹
 東京都老人医療センター¹
 金沢医科大学³
 藤田保健衛生大学⁴
 北海道大学医学部⁹
 岩手医科大学¹¹
 広島赤十字原爆病院¹³
 国立療養所福岡東病院¹⁵
 京都大学医学部¹⁷
 東海大学医学部¹⁹

珪肺労災病院²
 広島大学医学部⁴
 金沢大学医学部⁶
 日本大学医学部⁸
 名古屋大学医学部¹⁰
 秋田大学医学部¹²
 北海道大学医療技術短期大学部¹⁴
 大阪回生病院¹⁶
 国立療養所南福岡病院¹⁸

日本呼吸器学会肺生理専門委員会

2001年4月

はじめに

スパイログラムと血液ガス測定は呼吸器疾患のみに限らず日常診療においてルーチン検査として行われている基本的検査項目である。利用に際して基準値が必要であるが本学会肺生理専門委員会より1993年2月基準値が発表されたが、この基準値は高齢者数が少ないこととスパイログラムの表示を身長で割った値として出しているため¹⁾、世界的に身長と年齢の関数として計算している出し方ではないことから、我が国のスパイロメーター各機器には採用されておらず、欧米人の基準値が採用されている。基準値は経年的に身長と寿命も変化しているため、1993年の基準値より、8年後の2000年の基準値を再検討して少しでも現在に近づけることを今回の目的とした。更に10年後新たな基準値を後進の人達が作成すると考えられる。

高齢者の診療が増えているが、高齢者で完全に健康である人はまれである。被験者が完全に健康であると申告をしても老年者では特に無自覚疾病があるかもしれない、腎機能低下もあるかもしれない、不顕性脳血管障害は65歳以上の約半分にみられるという。被験者をすべて検査してから正常者と診断する方法では千人単位の基準値を出すには不合理である。欧米の既報告の基準値でも同様の扱いをしている。本委員会ではスパイログラムと血液ガスに影響を与えると報告されている疾患を有している被験者を除いて、人間ドックや病院で呼吸器とは無関係

の部位の術前検査などで測定した値とした。この方法は1993年の本委員会が集積したと同様の基準でもある。このため欧米で既報告の基準値を作成した住民検診よりむしろ、過去に症状があった気管支喘息や気管支拡張症などを厳密に除外できた分被験者が医師の診察を通過している分今回の基準値では異常値を排除できている可能性が高いと考えられる。

臨床検査の正常値の概念は平均値±2SDから外れた5%の人達を異常と認識する方法であるため不合理であると考えられるようになっている。むしろ、ある程度の間診や診察によって選別された被験者を対象とした検査値を基準値と呼称する方法がとられるようになっている。被験者が厳しく限定されたのが基準値とされている。本検査でも、この方法に従い基準値とした。

喫煙は諸々の呼吸器疾患を引き起こす。喫煙は約15%の人に慢性閉塞性肺疾患を生じさせ、残りの85%の人にも多かれ少なかれ閉塞性障害を引き起こす²⁾。従って、喫煙者の基準値は重症から軽症の閉塞性障害まで広く分布しているため作成しても意味がないため非喫煙者のみとした。過去に喫煙歴のある人も除外した。

1. 方法

被験者は日本呼吸器学会肺生理専門委員会の委員より集積した1,838名である。年齢は18歳から95歳まで分布している。非喫煙者で過去に喫煙既往歴のない以下の被験者を選択した。

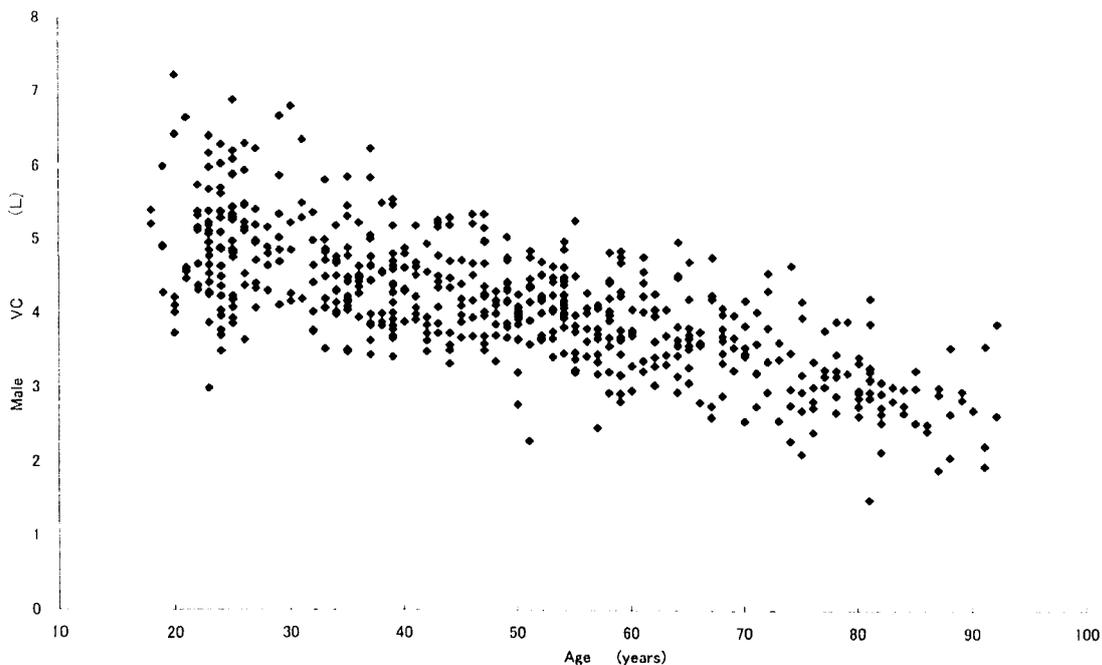


図1 男性における年齢と肺活量 (VC) の関係

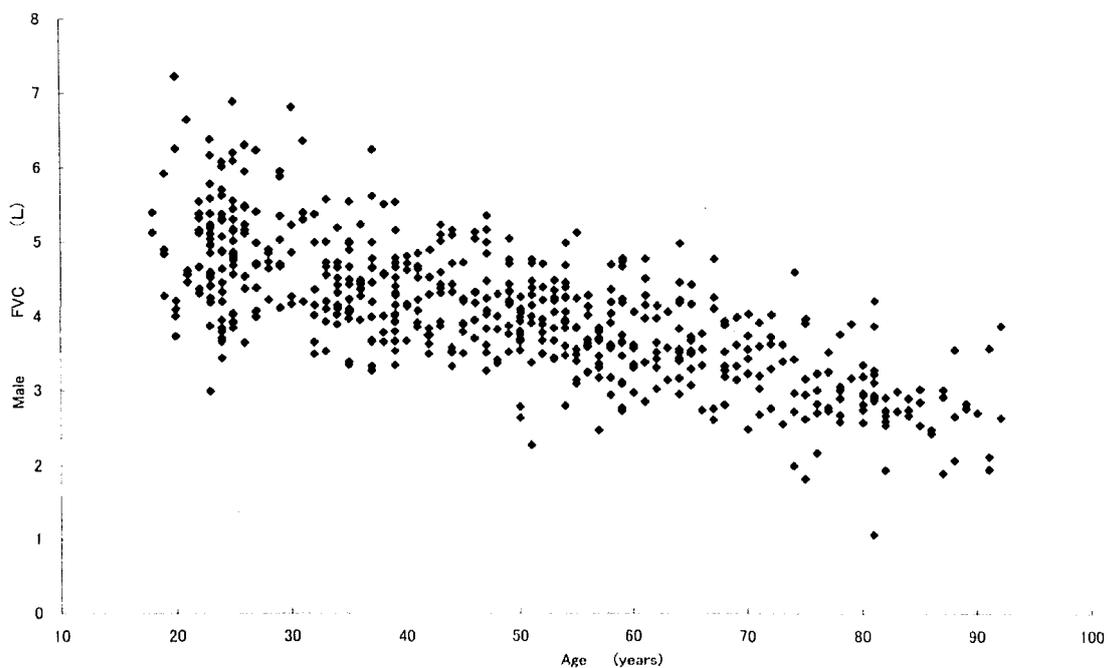


図2 男性における年齢と努力肺活量 (FVC) の関係

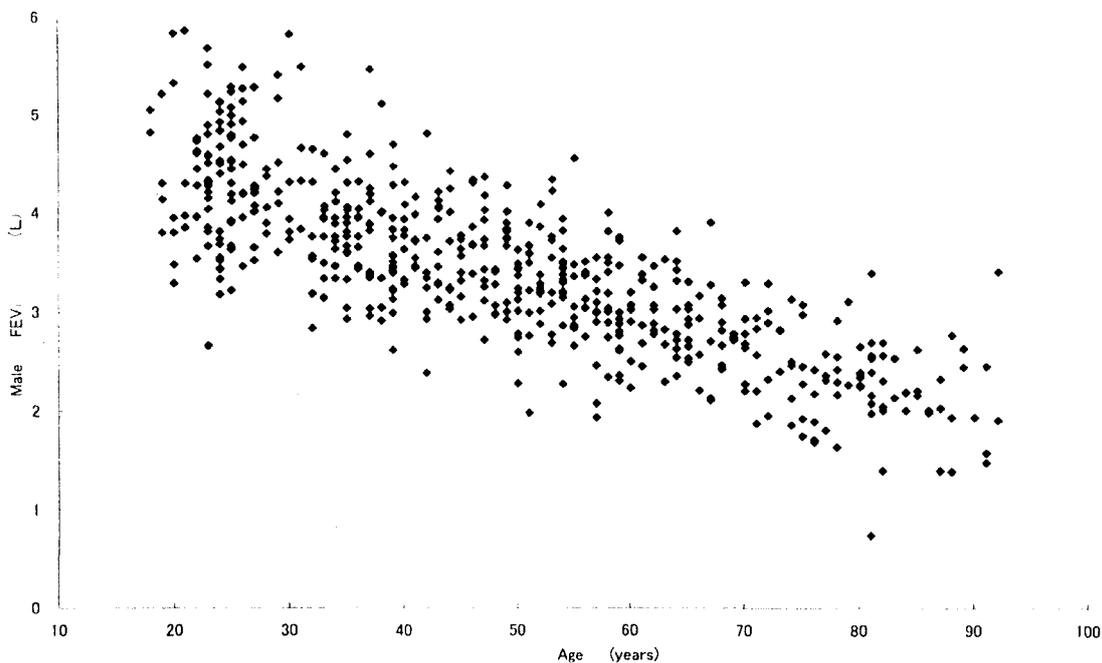


図3 男性における年齢と一秒量 (FEV₁) の関係

- 1) 過去及び現在において心肺疾患を有せず、現在呼吸器症状（喘鳴・咳・痰・労作時息切れ）のない人。
- 2) 肥満を除外する（標準式より120強を肥満という）。
- 3) 神経筋疾患や円背など胸郭障害を除外する。
- 4) 歩いて測定所（病院・施設・保健所）へ行ける人。
- 5) 重症の痴呆症なく、スパイログラムが出来る人。
- 6) 腎不全・肝不全などの重症例を除外する。
- 7) インシュリン治療中の糖尿病や症状のある副鼻腔

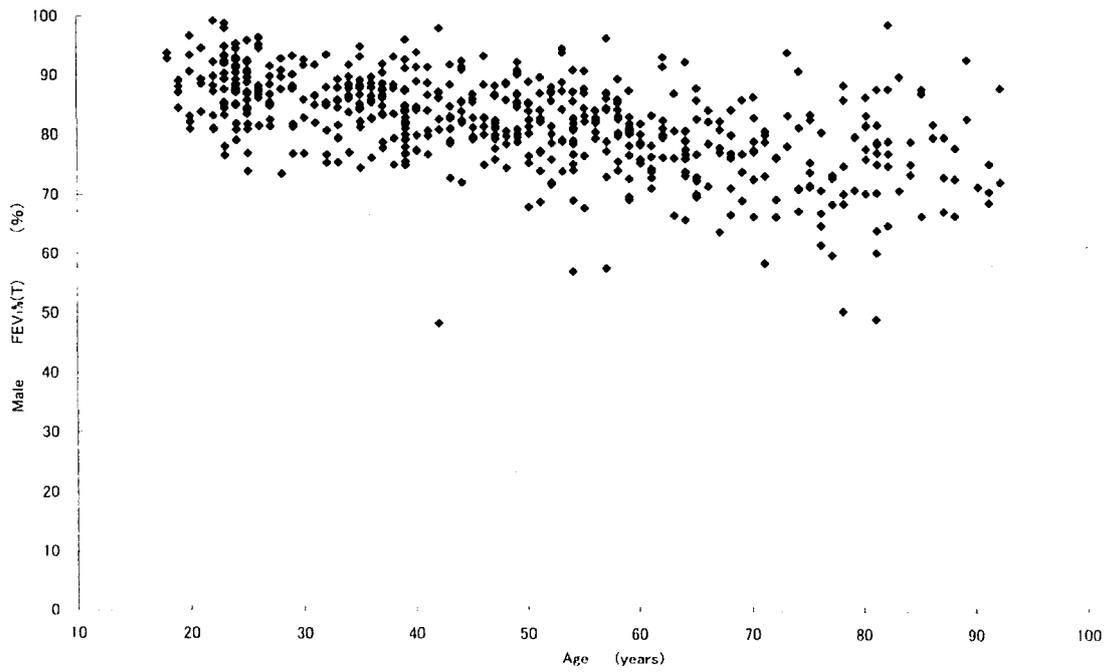


図4 男性における年齢とテフノーの一秒率 (FEV₁% (T))の関係

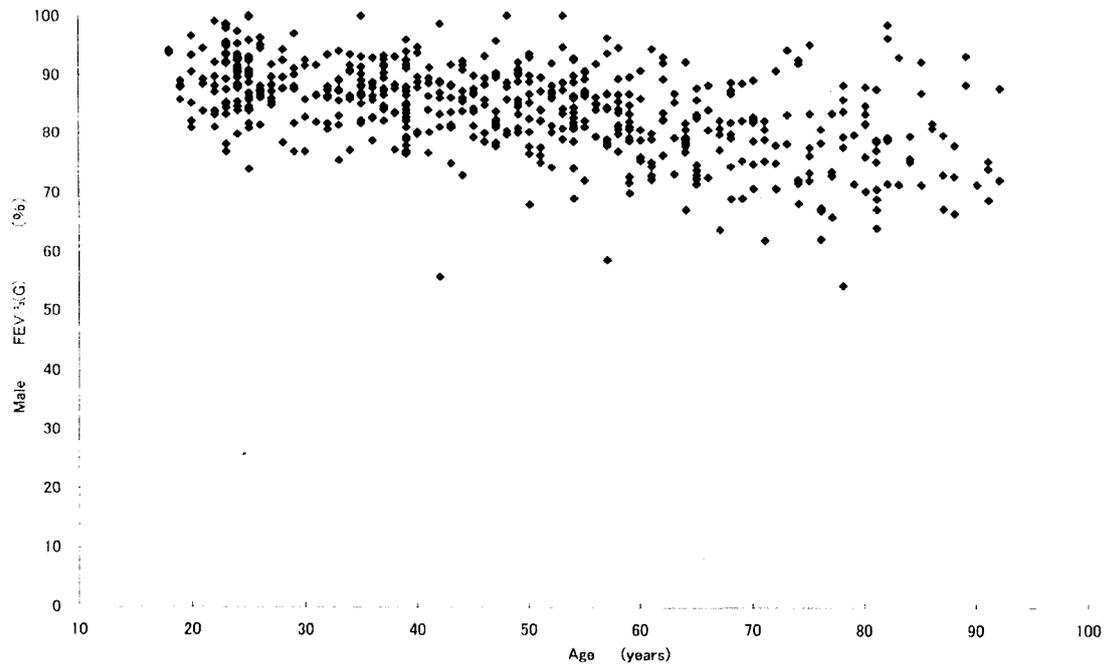


図5 男性における年齢とゲンズラーの一秒率 (FEV₁ (G))の関係

炎等肺機能に影響を及ぼすと考えられる疾患は除く。

8) ただし以下の者は入れる。高血圧・不全麻痺のない脳血管障害・耳鼻科・眼科・皮膚科領域疾患・その他の局所疾患・内分泌疾患・糖尿病・精神疾患・消化器疾

患・四肢障害・局所の癌。

これらの被験者は人間ドックや術前検査などで行った過去10年間のものとした。

プロトコールは医師又は検査技師が検査を実施した成

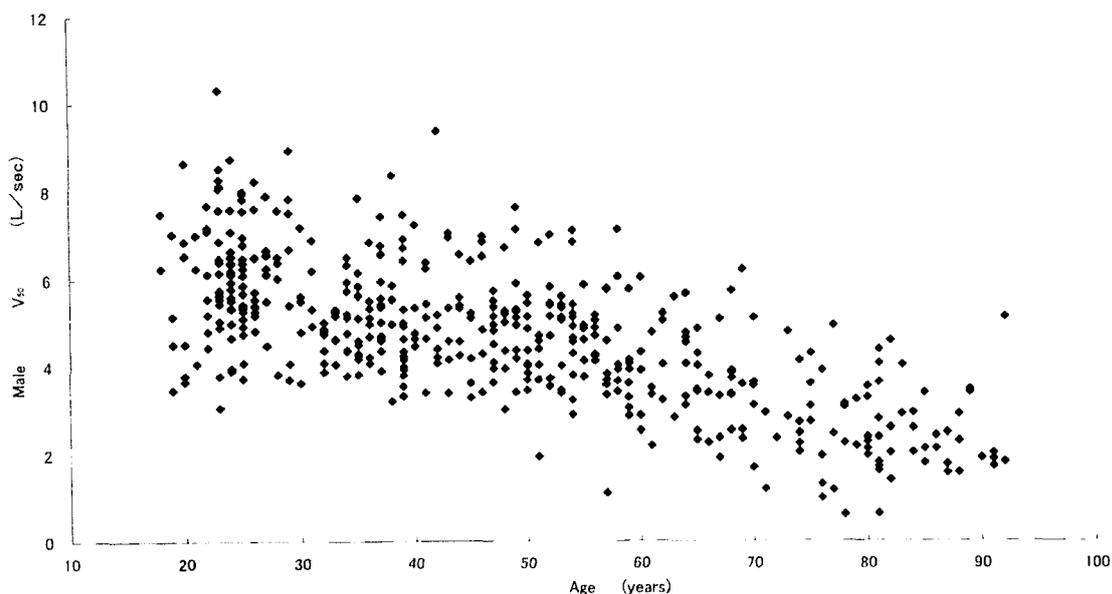


図6 男性における年齢と50% FVCにおけるフロー (\dot{V}_{50}) の関係

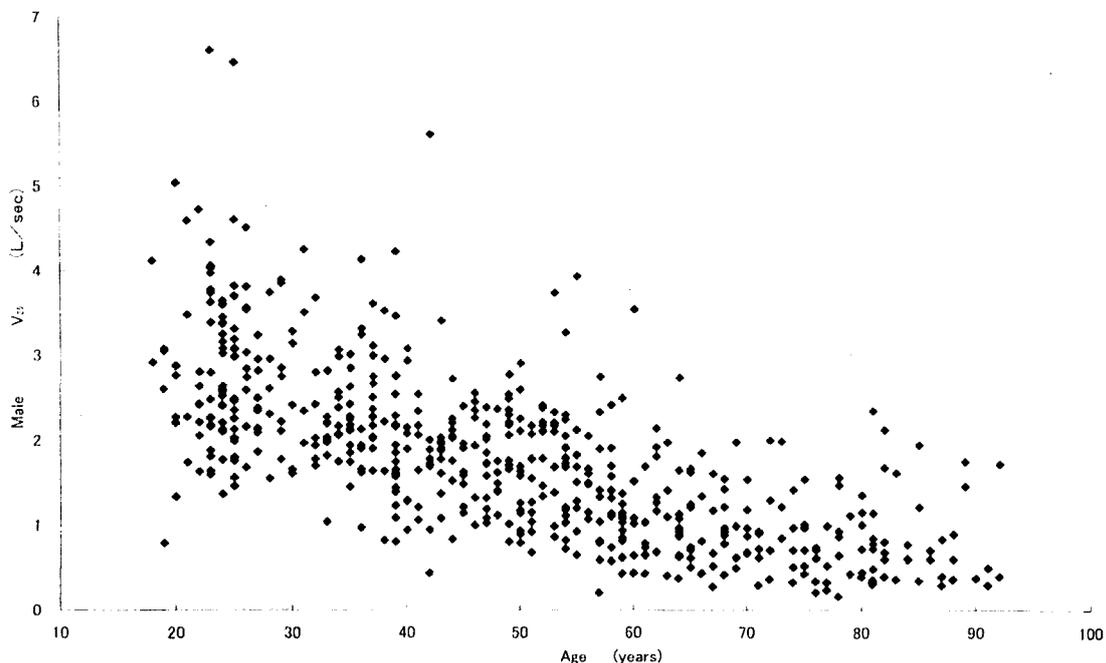


図7 男性における年齢と25% FVCにおけるフロー (\dot{V}_{25}) の関係

績とし、スパイログラムと血液ガス測定である。スパイログラムにはフローボリウム曲線も含まれる。測定は原則として座位、但し、スパイログラムは立位及び血液ガス分圧測定は仰臥位でも可とした。スパイログラムと血液ガス測定は同一人又は別々の被験者で測定した。スパイログラムは3回行い、その内の最大値を採用した。ス

パイログラムはボリウム型とフロー型いずれでもよく、血液ガス測定と共に JIS 規格検定合格済みで市販されている機器を用いた。測定は日中午前9:00から午後4:00までに行ったものとした。

スパイログラムは肺活量 (Vital capacity, VC) を3回行い、次いで努力肺活量(forced vital capacity, FVC)

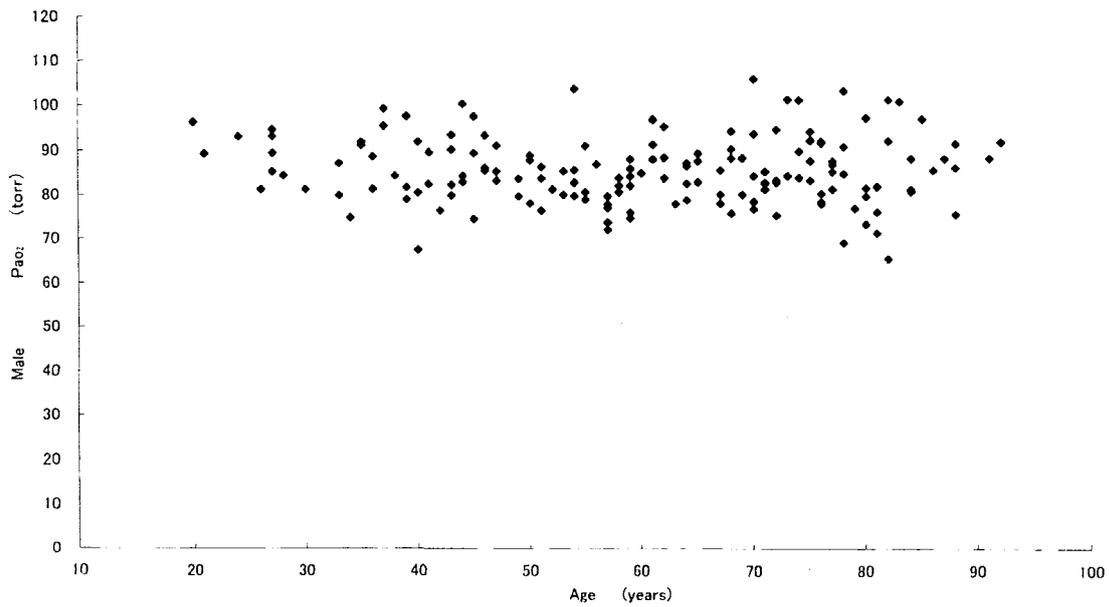


図8 男性における年齢と動脈血酸素分圧 (PaO₂) の関係

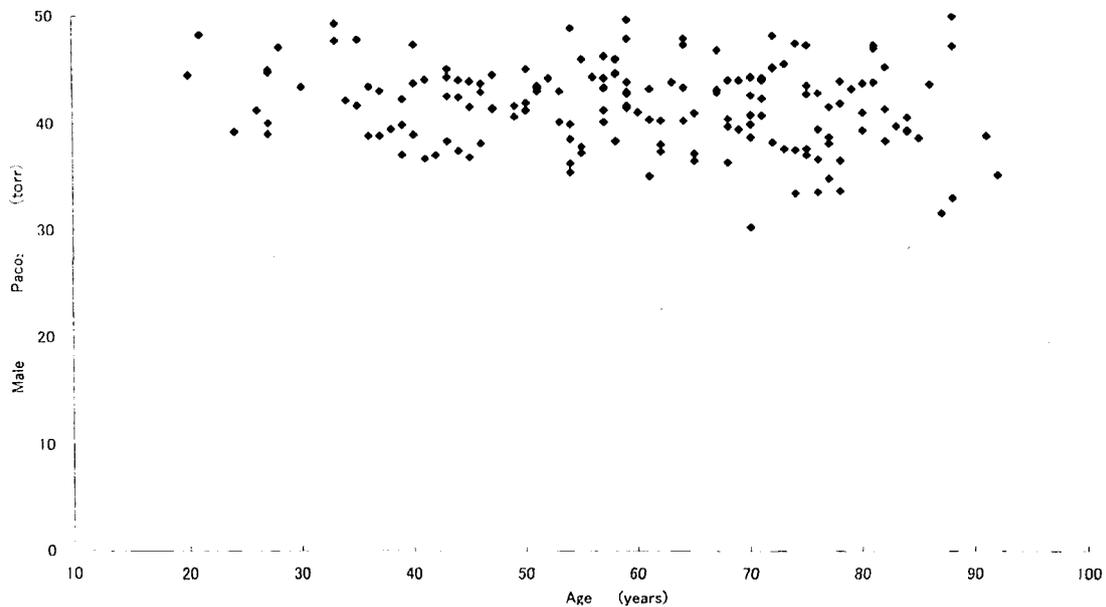


図9 男性における年齢と動脈血炭素ガス分圧 (PaCO₂) の関係

を3回行い、フローボリューム曲線の形を参考にして満足できる値から最大値を求めた。一秒量(forced expiratory volume at one second, FEV₁)も測定した。

血液ガス測定は被験者が30分以上安静を保ち、上腕動脈又は大腿動脈より採血した。肺胞気動脈血酸素分圧較差 (A-aDo₂) は $150 - (\text{PaO}_2 + \text{PaCO}_2 / 0.83)$ の簡便式より計算した。

予測式を得るために重回帰分析を行い、各変数の寄与

率を算出し、これに従って予測式を設定した。

2. 結果

スパイログラムの成績は男性584名、女性1,227名集計され、血液ガス測定は男性164名、女性769名集計された。スパイログラムでは閉塞性障害患者においてしばしば見かける現象はVCがFVCより大きいことが多い。しかし、健常者特に高齢者では手技の不慣れ等によ

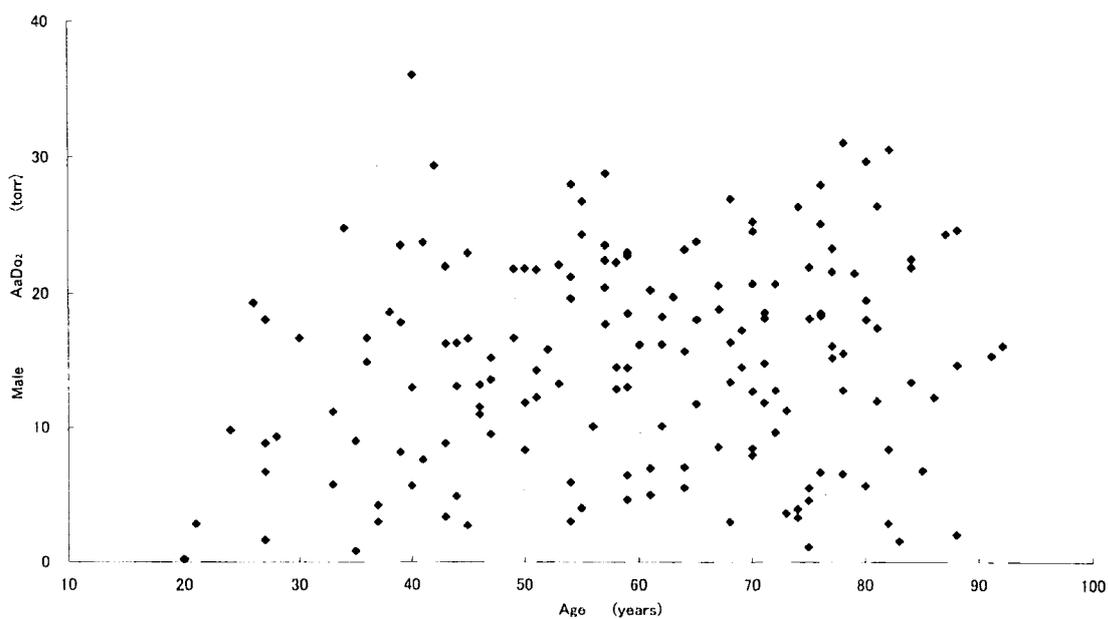


図 10 男性における年齢と肺泡気動脈酸素分圧の較差 (A-aDO₂) の関係

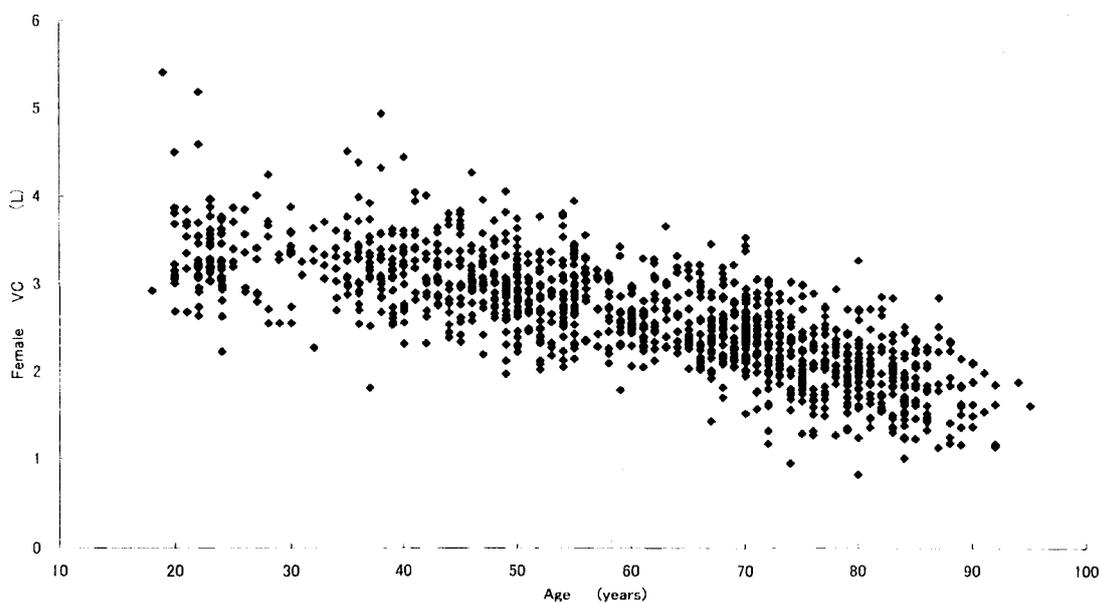


図 11 女性における年齢と肺活量 (VC) の関係

り FVC が VC より大きいことも少なくない。臨床的にはこのような時いかなる被験者の努力であれ値の大なる方をその人の VC ととる方が役立つことから、本委員会でも FVC が VC より大なる時は FVC を VC の値とした。逆に FVC が VC より小さい時はそのままの値とした。従って、FVC は一切補正をしなかった。FVC が VC を上回る値は男女共ほとんどが 0.2 L 以内にとどまり最

大でも 0.6 L 以内であった。男性ではこのような補正をした人が 84 名 (14%)、女性では 283 名 (23%) であった。

血液ガス値では A-aDO₂ を算出した際マイナスの値をとる例が男性 22 名 (13%)、女性 37 名 (5%) 見られた。A-aDO₂ マイナス例はほとんどが 10 torr 以内であり、最大で 30 torr であった。マイナス例は以後の成績より

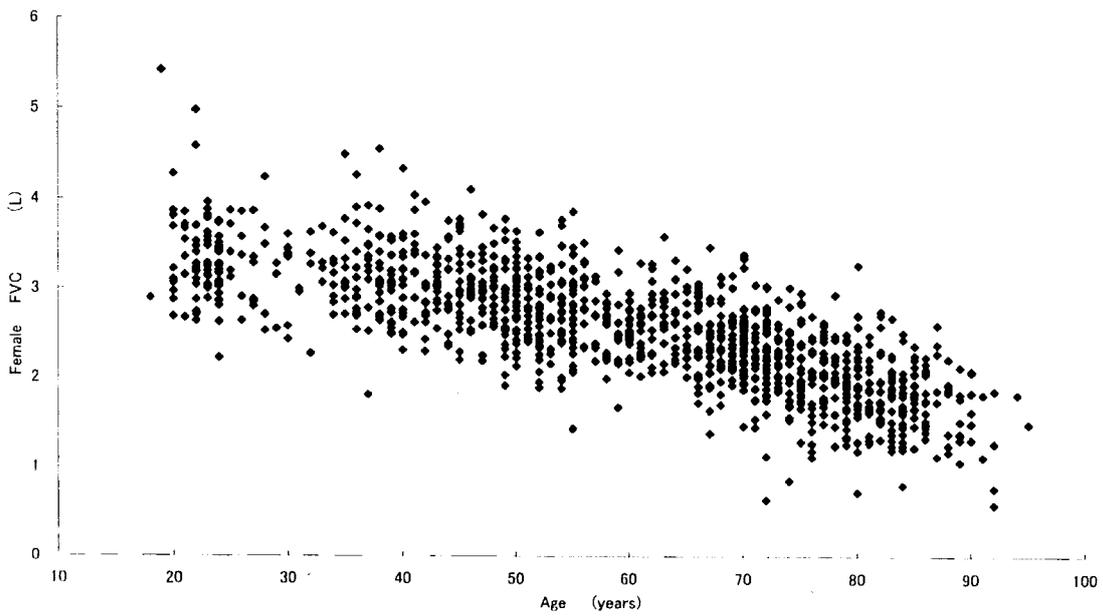


図 12 女性における年齢と努力肺活量 (FVC) の関係

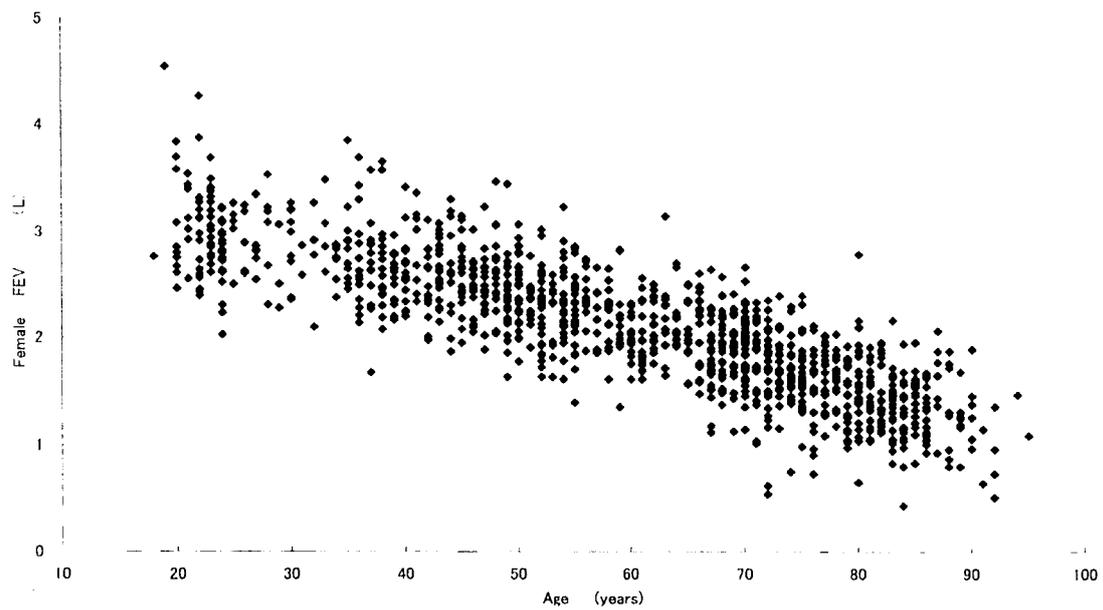


図 13 女性における年齢と一秒量 (FEV₁) の関係

消去した。

成績の合計集積名は延べ1,897名であるが、A-aDO₂のマイナス値を示した人数男女合計59名を除いた1,838名について解析した。

以後、スパイログラムと血液ガスの成績を男性、女性の順に年齢に対してどのように分布しているのかを示す。図1は男性VCと年齢の関係を示す。図2は男性

FVCと年齢の関係を示す。図3は男性FEV₁と年齢の関係を示す。一秒率 (Forced expiratory volume at one second, FEV₁%) は FEV_1/VC (%) で求めるテフノーの一秒率 (Tiffeneau, Tの一秒率, FEV₁%(T)) と FEV_1/FVC (%) で求めるゲンズラーの一秒率 (Gaensler, Gの一秒率, FEV₁%(G)) がある。図4は男性のFEV₁%(T)と年齢の関係を示す。図5は男性のFEV₁%(G)と

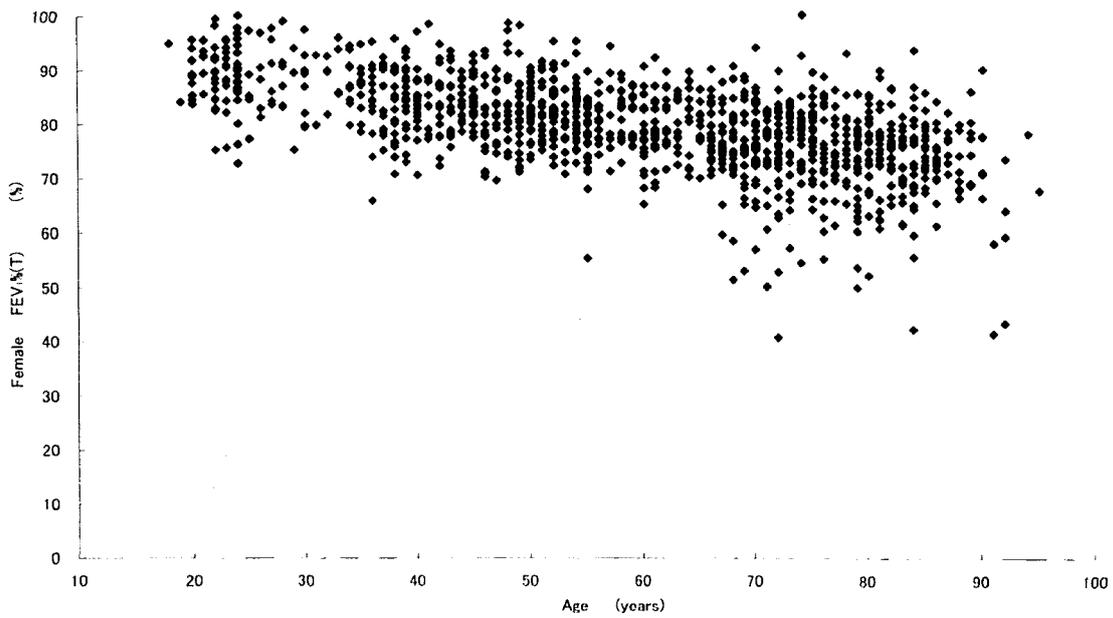


図 14 女性における年齢とテフノーの一秒率 (FEV₁% (T))の関係

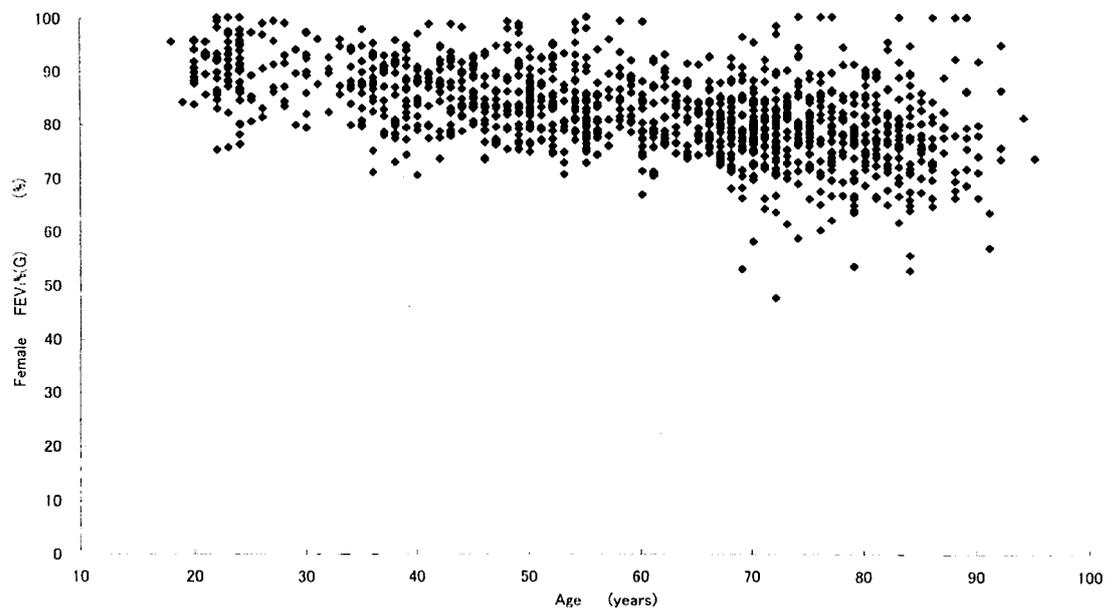


図 15 女性における年齢とゲンズラーの一秒率 (FEV₁% (G))の関係

年齢の関係を示す。図 6 は男性のフローボリューム曲線の 50% 肺活量でのフロー (\dot{V}_{50}) と年齢の関係を示す。図 7 は同じく 25% 肺活量でのフロー (\dot{V}_{25}) と年齢の関係を示す。図 8 は男性の動脈血酸素分圧 (PaO_2) と年齢の関係を示す。図 9 は男性の動脈血炭素ガス分圧 (PaCO_2) と年齢の関係を示す。図 10 は男性の $\Lambda\text{-aDO}_2$ と年齢の関係を示す。

図 11 は女性の VC と年齢の関係を示す。図 12 は女性の FVC と年齢の関係を示す。図 13 は女性の FEV₁ と年齢の関係を示す。図 14 は女性の FEV₁% (T) と年齢の関係を示す。図 15 は女性の FEV₁% (G) と年齢の関係を示す。図 16 は女性の \dot{V}_{50} と年齢の関係を示す。図 17 は女性の \dot{V}_{25} と年齢の関係を示す。図 18 は女性の PaO_2 と年齢の関係を示す。図 19 は女性の PaCO_2 と年齢の関

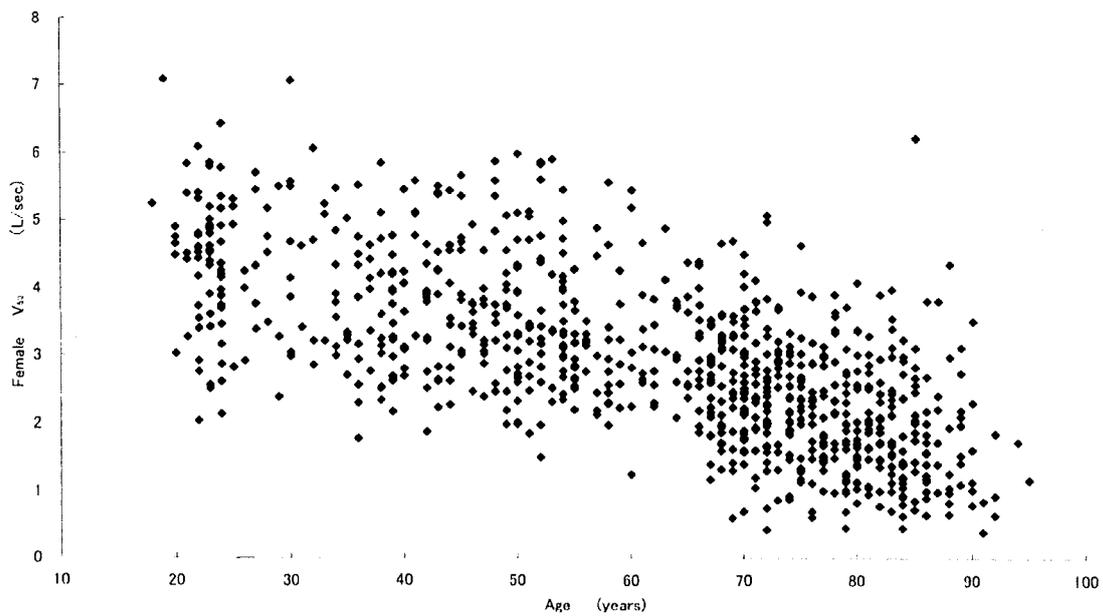


図 16 女性における年齢と 50% FVC におけるフロー (V50) の関係

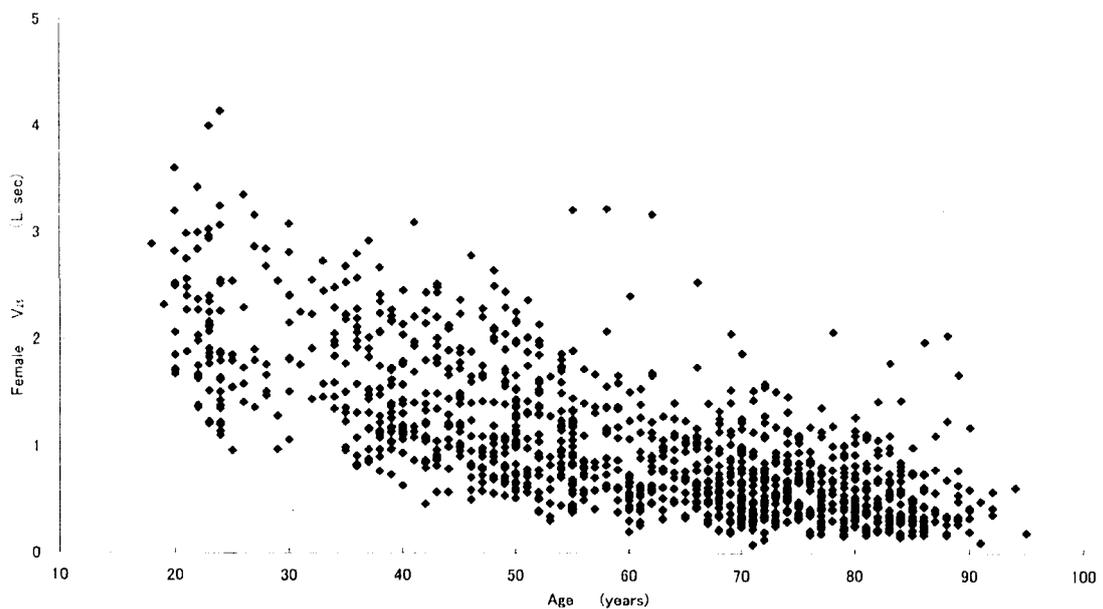


図 17 女性における年齢と 25% FVC におけるフロー (V25) の関係

係を示す。図 20 は女性の A-aDO₂ と年齢の関係を示す。

以上の図 5 から図 20 までの平均値±SD を表 1 に示す。18 歳と 19 歳は人数も少ないため 29 歳以下の群に含め、90 歳から 95 歳までは人数も少ないため 80 歳以上に含めた。

各値に、年齢と身長を加え各指標間の相関係数を表 2 にした。表 2 は男女を一緒にみたものである。PaCO₂

を除いて各値は有意な相関を示した。又、身長はスパイログラムの各値とは有意な相関を示したが、血液ガス各値とは相関は低かった。

性、年齢、身長を独立変数とした重回帰分析を表 3 に行った。性 (男性を 1, 女性を 0 とするダミー変数) ・年齢・身長を独立変数とし、各値を従属変動として重回帰分析をすると表 3 の如くで性別はスパイログラムに寄

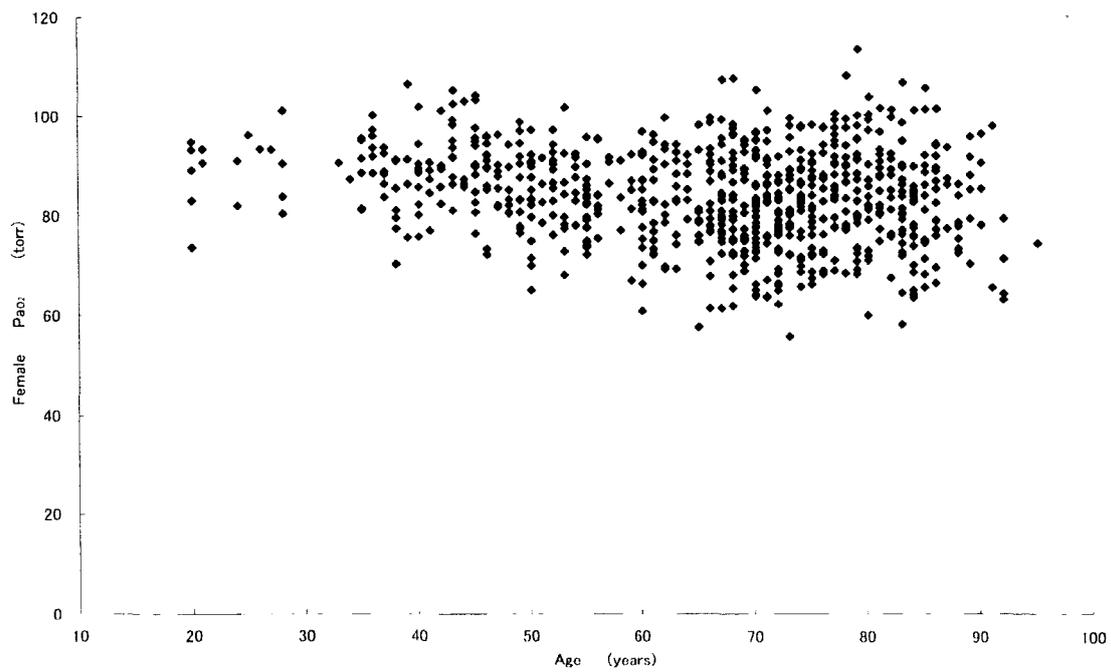


図 18 女性における年齢と動脈血酸素分圧 (PaO₂) の関係

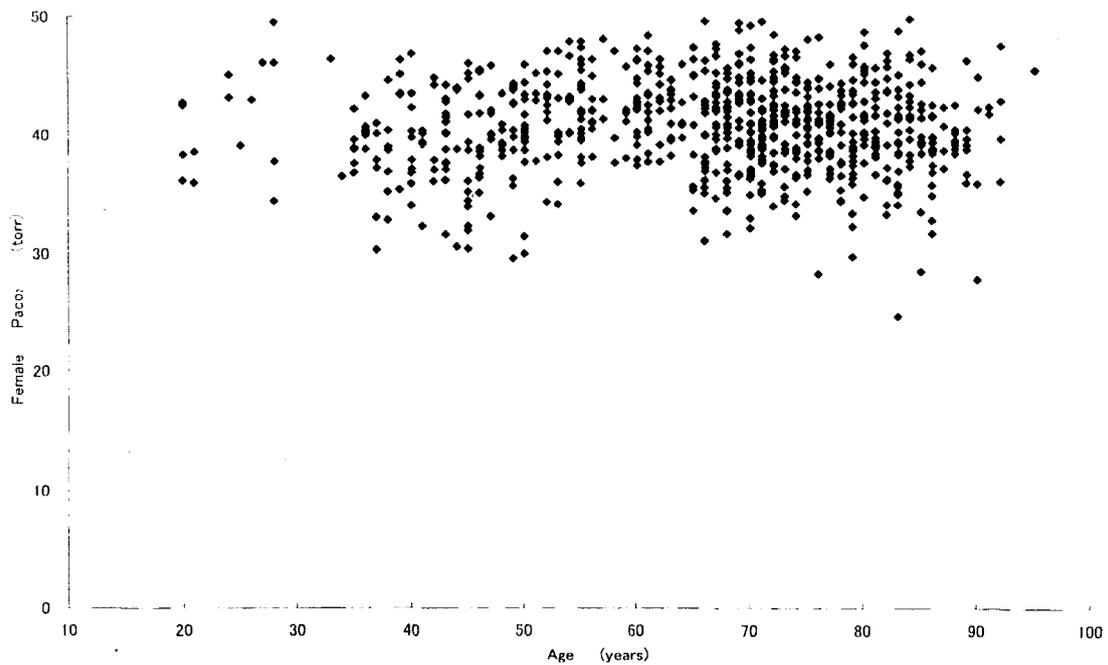


図 19 女性における年齢と動脈血炭酸ガス分圧 (PaCO₂) の関係

与率が高く、年齢と身長も比較的寄与率も高かった。血液ガス値はスパイログラム程性別・年齢・身長に寄与率は高くなかった。）

表 3 の寄与率を基に肺機能検査予測式を作成し、表 4

に示した。スパイログラムに関しては性の寄与率が高く、ついで身長・年齢の順であった。そのため、性別に身長と年齢の 2 変数の重回帰式で予測式を作成した。即ち $y = a \times \text{身長 (cm)} + b \times \text{年齢} + \text{定数}$ から表 4 より求めるス

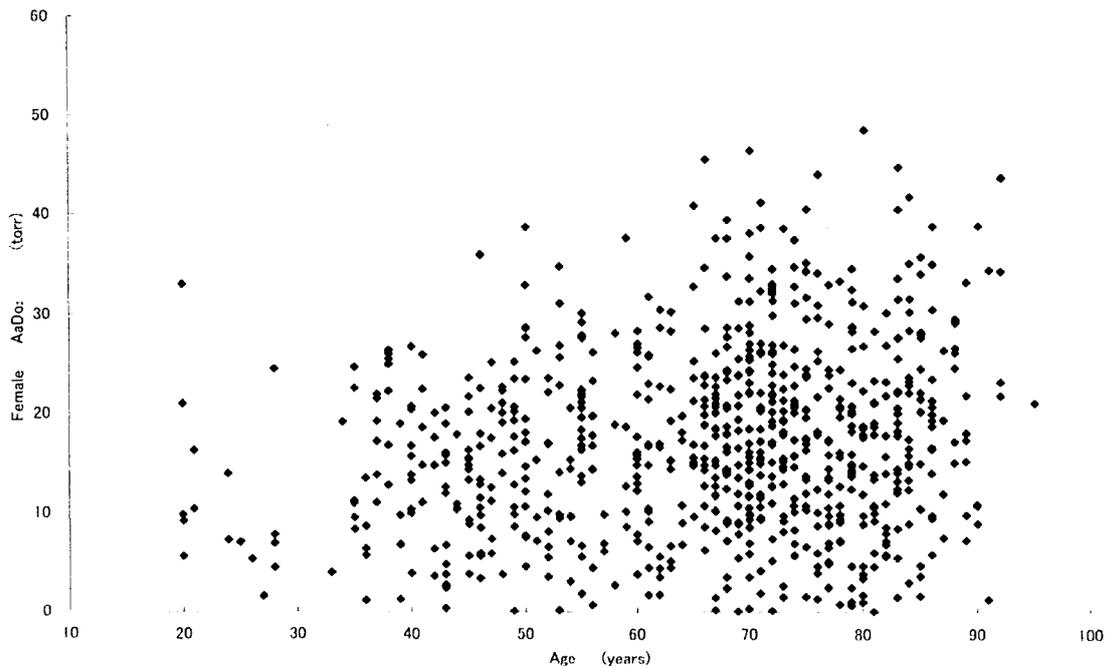


図20 女性における年齢と肺胞気動脈血酸素分圧の較差 (A-a)DO₂ の関係

パイログラムの値を得る方法である。一方血液ガスでは年齢と身長との寄与率が低かったが、同様の予測式を求めた。図21は、表4の成績を肺活量と一秒量のノモグラムにした図である。非喫煙者の男女別に年齢と身長から予測値を知ることができる。

3. 考察

基準値で本稿ではとり上げないもう一つは個人の基準値である。同一人を対象とした値は狭い範囲で変動している。例えば集団から求められた基準値内に個人の値があっても個人の以前に測定した基準値より大きく逸脱して異常値となっていることもある。肺は腎と共に最も加齢の影響を受けやすい臓器のため20歳代のとき個人の基準値をとっておくことはその人の異常検出に役立つことは明らかであろう。このように集団の基準値から個人の異常を検出するには大いなる限界がある。

測定時の体位の影響は呼吸器疾患のない被験者では小さい。スパイログラムでは仰臥位で測定した一秒量と一秒率は立位での測定値に比較して小さいことが知られている。又、肺活量・努力肺活量は仰臥位で立位よりも7~8%低値を示し、更に座位では立位よりも1~2%低い値をとるとの報告がある⁹⁾。患者を対象としたスパイログラムでは、立位での検査が困難あるいは危険な場合もあるので米国胸部疾患学会は、立位あるいは座位のいずれかで検査しても良いとしている。ただし仰臥位のみは特別の理由を付し7~8%の差を考慮に入れる必要があ

る⁹⁾。

肺気量の測定機器の精度は0.5Lから8Lの範囲で測定できる事と、測定誤差は±3%以内又は±0.05L以内に設定されている。立位と座位の差1~2%は測定機器の誤差範囲内であり、スパイログラムの基準値を立位と座位とを別々に測定することの特に老年者での困難上からも立位か座位であれば同一の基準値を用いた方が臨床上実用化できると考えられ、本稿ではいずれでもよいとした。

体位の影響は血液ガス測定においても起こりうる。立位や座位から仰臥位にすると、安静呼吸位が小さくなり、末梢気道が閉塞する可能性が指摘されている。特にこの影響は肥満者で大きい。この分PaO₂が低下する場合は閉塞性障害を持つ被験者には指摘されている。しかし、血液ガス採血は立位では一般に採血せず、安静を重視することから座位又は仰臥位で採血されているのが現状である。本基準値でも、これまでの慣習に従い座位または仰臥位で採血した値とした。臨床上、血液ガス採血時の体位を座位と仰臥位との微妙な差を問題にすることはほとんど生じず、特別な場合のみ体位を付記して考慮する必要がある。

A-aDO₂は臨床上計算式を用いて求めることになっているが、マイナス値が男性12%女性4%に見られた。あくまでも定常状態で採血するのが原則であるが、採血時の痛みから息苦しさや過換気などがあるとマイナスも生じうる。これらの値は少なくとも異常に大きい値とは

表1 性別・年齢別肺機能検査平均値と標準偏差値(±SD)

スパイログラム

年齢階層 歳	人数	%	年齢 歳	身長 cm	VC L	FVC L	FEV ₁ L	FEV ₁ %(T) %	FEV ₁ %(G) %	VC ₅₀ L/sec	L ₂₅ L/sec
男性											
18~29	119	20.4	24.13 (2.54)	171.64 (6.20)	4.96 (0.79)	4.89 (0.78)	4.35 (0.64)	87.96 (5.54)	89.25 (5.55)	6.02 (1.37)	2.84 (0.98)
30~39	100	17.1	35.42 (2.75)	171.54 (5.38)	4.52 (0.68)	4.43 (0.68)	3.85 (0.58)	85.22 (4.57)	87.06 (4.24)	5.08 (1.08)	2.34 (0.67)
40~49	92	15.8	44.99 (2.96)	170.21 (5.79)	4.29 (0.53)	4.20 (0.53)	3.62 (0.43)	84.59 (4.85)	86.41 (4.95)	5.07 (1.08)	1.98 (0.67)
50~59	112	19.2	54.33 (2.87)	167.82 (6.92)	3.93 (0.54)	3.81 (0.54)	3.22 (0.49)	82.05 (6.36)	84.65 (6.12)	4.49 (1.08)	1.64 (0.66)
60~69	66	11.3	64.66 (2.83)	163.73 (4.83)	3.68 (0.54)	3.57 (0.55)	2.88 (0.39)	78.49 (5.88)	80.96 (6.72)	3.73 (1.14)	1.19 (0.62)
70~79	48	8.2	74.58 (2.84)	160.82 (7.05)	3.22 (0.58)	3.11 (0.62)	2.39 (0.48)	74.42 (9.57)	77.43 (9.78)	2.75 (1.14)	0.85 (0.44)
80~	47	8.0	84.47 (3.88)	156.80 (8.60)	2.84 (0.53)	2.79 (0.56)	2.19 (0.49)	76.57 (9.28)	78.25 (8.30)	2.53 (0.95)	0.79 (0.52)
女性											
18~29	101	8.2	23.52 (2.31)	157.86 (6.21)	3.38 (0.52)	3.33 (0.52)	2.99 (0.44)	88.68 (6.00)	89.83 (5.92)	4.34 (1.03)	2.09 (0.69)
30~39	108	8.8	35.51 (3.00)	158.07 (5.42)	3.23 (0.45)	3.15 (0.43)	2.74 (0.37)	85.07 (6.64)	87.20 (6.34)	3.80 (1.05)	1.77 (0.58)
40~49	178	14.5	44.82 (2.89)	156.89 (5.58)	3.04 (0.41)	2.97 (0.41)	2.56 (0.36)	84.40 (5.44)	86.47 (5.95)	3.75 (0.97)	1.43 (0.56)
50~59	196	16.0	53.66 (2.78)	154.00 (4.62)	2.80 (0.37)	2.69 (0.40)	2.29 (0.29)	82.20 (5.84)	85.57 (6.29)	3.40 (0.98)	1.24 (0.54)
60~69	194	15.8	65.86 (2.69)	150.67 (4.99)	2.52 (0.39)	2.45 (0.40)	1.99 (0.34)	79.06 (6.69)	81.33 (6.38)	2.87 (0.89)	0.88 (0.46)
70~79	264	21.5	74.16 (2.98)	147.42 (5.79)	2.18 (0.43)	2.11 (0.44)	1.65 (0.35)	75.42 (8.18)	78.44 (8.03)	2.32 (0.87)	0.66 (0.34)
80~	186	15.2	84.17 (3.32)	143.58 (6.50)	1.86 (0.38)	1.77 (0.39)	1.36 (0.33)	72.96 (9.28)	77.05 (9.72)	1.88 (0.89)	0.54 (0.34)

() 内は±SD

血液ガス分圧

年齢階層 歳	人数	%	年齢 歳	身長 cm	Pao ₂ TORR	Paco ₂ TORR	HCO ₃ mEq/l	AaDO ₂ TORR
男性								
18~29	9	5.5	24.57 (2.99)	171.09 (5.91)	89.51 (5.17)	42.43 (3.50)	25.25 (2.10)	9.37 (7.15)
30~39	14	8.5	35.85 (2.76)	172.20 (8.03)	86.02 (7.69)	42.02 (3.48)	24.36 (1.29)	13.35 (7.06)
40~49	24	14.6	44.17 (2.68)	169.48 (6.89)	85.20 (7.45)	41.58 (2.99)	24.75 (1.92)	14.71 (8.13)
50~59	33	20.1	55.27 (3.07)	164.64 (5.03)	82.22 (5.98)	42.51 (3.43)	25.34 (2.21)	16.57 (7.20)
60~69	24	14.6	64.75 (2.85)	162.33 (4.57)	85.59 (5.69)	41.17 (3.51)	25.09 (1.62)	14.81 (6.40)
70~79	38	23.2	74.05 (2.85)	159.16 (5.59)	86.09 (8.23)	40.55 (4.31)	24.47 (1.75)	15.05 (7.81)
80~	22	13.4	84.05 (3.64)	158.44 (7.11)	84.95 (9.63)	41.01 (4.64)	24.91 (2.11)	15.64 (8.70)
女性								
20~29	16	2.1	23.47 (3.34)	156.27 (4.43)	89.51 (7.07)	40.42 (3.82)	23.57 (2.32)	11.79 (8.59)
30~39	32	4.2	36.77 (1.63)	154.70 (5.36)	88.08 (7.23)	39.26 (3.88)	23.54 (1.90)	14.61 (7.47)
40~49	91	11.8	44.79 (2.89)	155.13 (5.09)	88.61 (7.44)	39.42 (4.00)	24.06 (1.89)	13.89 (7.04)
50~59	87	11.3	53.72 (2.64)	152.74 (4.99)	83.53 (7.57)	41.54 (3.52)	25.34 (2.09)	16.42 (9.02)
60~69	155	20.2	65.15 (3.07)	150.73 (5.17)	82.48 (9.69)	41.59 (3.82)	25.07 (1.99)	17.42 (8.76)
70~79	239	31.1	74.02 (2.99)	147.64 (5.80)	82.69 (9.73)	40.59 (3.67)	24.80 (1.98)	18.41 (9.60)
80~	149	19.4	84.30 (3.20)	143.85 (6.43)	82.85 (10.32)	40.32 (4.13)	24.94 (2.60)	18.57 (10.20)

() 内は±SD

表2 年齢・身長・肺機能検査の相関係数および有意水準

スパイログラム (n=1,811)									
	年齢	身長	VC	FVC	FEV ₁	FEV ₁ %(T)	FEV ₁ %(G)	V ₅₀	V ₂₅
年齢		-0.642***	-0.716***	-0.721***	-0.780***	-0.594***	-0.531***	-0.701***	-0.739***
身長			0.863***	0.846***	0.842***	0.376***	0.321***	0.672***	0.633***
VC				0.993***	0.972***	0.373***	0.306***	0.757***	0.692***
FVC					0.974***	0.406***	0.285***	0.751***	0.679***
FEV ₁						0.564***	0.480***	0.848***	0.802***
FEV ₁ %(T)							0.868***	0.700***	0.703***
FEV ₁ %(G)								0.683***	0.728***
V ₅₀									0.851***
V ₂₅									

血液ガス分圧 (n=933)						
	年齢	身長	PaO ₂	Paco ₂	HCO ₃ ⁻	AaDO ₂
年齢		-0.531***	-0.167***	-0.017	0.089**	0.179***
身長			0.066*	0.077*	-0.027	-0.107**
PaO ₂				-0.285***	-0.252***	-0.868***
Paco ₂					0.721***	-0.228***
HCO ₃ ⁻						-0.118***
AaDO ₂						

***: p<0.0001 ** : p<0.001 * : p<0.05

とれず、A-aDO₂はゼロに近い正常値と考えられるが血液ガスに関する本基準値から除いた。これはA-aDO₂を計算式から求めた限界を示しておりPaO₂の臨床上の意義を考える上での参考値と考えられる。

スパイログラムでは国際的には身長と年齢の一次式で基準値が設定されている。本稿でも一次式を用いた。しかし、V₂₅は図7と図17から明らかなように老年者では低い値のまま推移し、年齢と一次関数では表し得ないように見える。65歳以上を見ると男性では(図7) V₂₅ ≤ 0.5 L/sの人が30人おり、65歳以上の被験者126人中24%に達している。同様に女性では図17より563人中244人と43%に達している。

気流量の測定誤差は±5%あるいは±0.2 L/s以内である。65歳以上の老年者で異常値を検出するために測定誤差の2.5倍である0.5 L/s以内に24%から43%も含まれる集団から異常と断定することは不可能であることは臨床指摘されている。

従って、V₂₅は直線回帰式では表せないし、例え二次式で表したとしても65歳以上で基準値から異常値を判別出来ないため意味が少ないと考えられる。従来、V₂₅を直線回帰式で表現する方法も採られてきた。それらは1972年²⁾と1983年⁶⁾において発表されたが、今日の高齢化社会ではなく80歳以上の症例はほとんど含まれていなかった。実際、一秒量及び一秒率はある年齢以上の高齢者になると、選ばれた老年者のみになるためむしろ上昇してくるという報告もあった⁷⁾。しかし、これら

の報告も1975年の成績であり、今日の日本のように高齢化率17%の超高齢化社会では一秒量も一秒率も経年的に変化しており多くの老年者が長寿をうける時代では選ばれた老年者のみではないのが一つの理由かもしれない。しかし、V₂₅の基準値も参考値として用いられることもあることを予想して一次式を記した。

従来、日本においてどの基準値が採用されてきたのかは定まっていない。多くの基準値予測式があり施設によりまちまちに用いられてきた⁸⁾。中でもBaldwinらの式⁹⁾が最も広く用いられており、自動化された測定装置のコンピューターにもほとんどBaldwinらの式が用いられている。Baldwinらの式は男性16歳から69歳、女性16歳から79歳の被験者より得られている。しかも、仰臥位のスパイログラムの成績である。仰臥位の肺活量は座位又は立位の肺活量に対して7~8%に低いことと、恐らくは日本人の人種的体型の差もあり、本稿の基準値はBaldwinらの予測値より10ないし15%高値を示す。

それでは、異常値はどこから境界線を引いたらよいのであろうか。一般にはある集団の95%が含まれる値を基準値としている。表4から回帰式が得られており残差標準偏差(RSD)は60%信頼限界を示し、2RSDをとれば95%信頼限界を示すことになる。

平均±2SDを基準値とする考え方はあり得るが一方では切りの良い数字で平均値の何%を異常とするという考え方も臨床的には使用されている。VCの80%以下を拘束性障害とする。FEV₁%の70~80%以下を閉塞

表3 重回帰分析

スパイログラム		(n=1,811)			
項目			標準偏回帰係数	相関係数	寄与率
VC	性別	***	0.376	0.71363	0.525
	年齢	***	-0.020	-0.71642	0.014
	身長	***	0.037	0.85295	0.031
	重相関係数		0.907		
FVC	性別	***	0.740	0.70688	0.523
	年齢	***	-0.020	-0.72059	0.015
	身長	***	0.035	0.84586	0.030
	重相関係数		0.904		
FEV ₁	性別	***	0.652	0.68128	0.444
	年齢	***	-0.024	-0.78012	0.019
	身長	***	0.027	0.8423	0.023
	重相関係数		0.922		
FEV ₁ %(T)	性別		0.728	0.19664	0.143
	年齢	***	-0.257	-0.59397	0.153
	身長		-0.034	0.37645	-0.013
	重相関係数		0.595		
FEV ₁ %(G)	性別		0.402	0.15652	0.063
	年齢	***	-0.226	-0.531	0.120
	身長		-0.040	0.3212	-0.013
	重相関係数		0.532		
V ₅₀	性別	***	0.780	0.51571	0.402
	年齢	***	0.041	-0.70086	0.029
	身長	***	0.025	0.67226	0.017
	重相関係数		0.774		
V ₂₅	性別	***	0.334	0.4458	0.149
	年齢	***	-0.027	-0.73896	0.020
	身長	***	0.010	0.63347	0.006
	重相関係数		0.776		
血液ガス分圧		(n=933)			
項目			標準偏回帰係数	相関係数	寄与率
PaO ₂	性別		2.012	0.05217	0.105
	年齢	***	-0.121	-0.16714	0.020
	身長		0.099	0.06642	0.007
	重相関係数		0.180		
PaCO ₂	性別		0.447	0.07889	0.035
	年齢		0.005	-0.01735	0.000
	身長		0.027	0.0772	0.002
	重相関係数		0.088		
HCO ₃	性別		0.122	0.01579	0.002
	年齢	*	0.013	0.0894	0.001
	身長		0.003	-0.02738	0.000
	重相関係数		0.094		
AaDO ₂	性別	*	-2.552	-0.09385	0.239
	年齢	***	0.114	0.17878	0.020
	身長		0.066	-0.10744	-0.007
	重相関係数		0.197		

*** : p<0.0001 ** : p<0.001 * : p<0.05

性障害とする。PaO₂ 70~80 torr 以下を低酸素血症とする。PaCO₂ 40±5 torr 以上又は以下を異常とする等である。これらの異常値の目安は平均値がいくらであるかに

よることは当然である。又、図1から20をみても明らかのように年齢と身長を考慮した切り方があることも当然である。表4はあくまでも60%信頼限界2RSDであ

表4 肺機能測定値と年齢・身長との回帰式より算出する基準値

スパイログラム										
項目	男性(n=584)					女性(n=1,227)				
	a	b	定数	R	RSD	a	b	定数	R	RSD
VC L	0.045	-0.023	-2.258	0.786	0.560	0.032	-0.018	-1.178	0.829	0.370
FVC L	0.042	-0.024	-1.785	0.778	0.573	0.031	-0.019	-1.105	0.827	0.378
FEV ₁ L	0.036	-0.028	-1.178	0.842	0.470	0.022	-0.022	-0.005	0.873	0.315
FEV ₁ %(T) L	0.000	-0.215	93.216	0.555	6.246	-0.063	-0.283	106.223	0.583	7.292
FEV ₁ %(G) L	0.028	-0.190	89.313	0.527	6.147	-0.090	-0.249	111.052	0.514	7.441
V ₅₀ L/sec	0.043	-0.046	-0.385	0.701	1.146	0.014	-0.038	3.150	0.668	0.923
V ₂₅ L/sec	0.021	-0.031	-0.073	0.710	0.710	0.003	-0.025	2.155	0.736	0.474

血液ガス分圧										
項目	男性(n=164)					女性(n=769)				
	a	b	定数	R	RSD	a	b	定数	R	RSD
Pao ₂ TORR	0.084	0.014	70.489	0.070	7.461	-0.139	-0.152	114.690	0.206	9.276
Paco ₂ TORR	0.012	-0.032	41.344	0.157	3.751	0.029	0.014	35.382	0.049	3.879
HCO ₃ ⁻ mEq/L	0.015	0.000	22.340	0.062	1.890	-0.001	0.017	23.865	0.119	2.148
AaDO ₂ TORR	0.099	0.024	29.695	0.138	7.518	0.104	0.135	-7.324	0.191	9.090

R: 重相関係数 RSD: 残差標準偏差

れば95%信頼限界を示す基準値であり、患者の呼吸機能検査成績を判別する際には、本人の様々な要因を加味して本基準値を用いるべきである。

本稿は日本呼吸器学会からの助成金を得て1998年度から2000年までの3年間をかけてまとめられた。

文 献

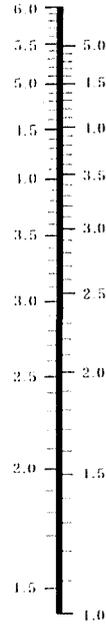
- 1) 日本胸部疾患学会肺整理専門委員会, 日本臨床肺機能検査指標基準値. 日本胸部疾患学会雑誌 31巻3号, 1993.
- 2) Fletcher C, Peto R: The natural history of chronic airflow obstruction. Br Med J 25: 1645-1648, 1977.
- 3) American Thoracic Society: Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. Am Rev Respir Dis 144: 1202-1218, 1991.
- 4) American Thoracic Society: Standardization of spirometry. Am J Respir Crit Care Med 152: 1107-1136, 1995.
- 5) Cherniack RM, Rabin MB: Normal standards for ventilatory function using an automated wedge spirometer. Am Rev Respir Dis 106: 38-46, 1972.
- 6) Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B: Change in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. Am Rev Respir Dis 127: 725-734, 1983.
- 7) Ashley F, Kannel WB, Sorlie PD, Masson R: Pulmonary function: relation to aging, cigarette habit, and mortality. Ann Intern Med 82: 739-745, 1975.
- 8) Cotes JE: Lung Function, 5th Ed., pp 386-387, Blackwell Science Publications, London, 1993.
- 9) Baldwin EF, Cournand A, Richards DW: Pulmonary insufficiency. I. Physiological classification, clinical methods of analysis, standard values in normal subjects. Medicine 27: 243-278, 1948.

肺活量

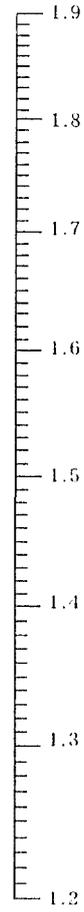
年齢(才)



予測肺活量(L)
(男性) (女性)



身長(m)

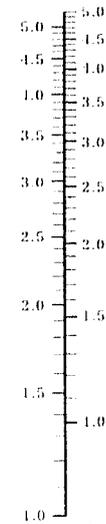


一秒量

年齢(才)



予測一秒量(L)
(男性) (女性)



身長(m)

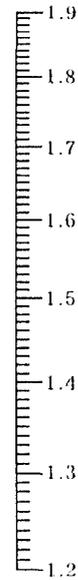


図 21 肺活量と一秒量のノモグラム