小児の呼吸抵抗に関する研究

第1編 学童の呼吸抵抗とそれにおよぼす大気汚染の影響について

安田 正

日士医科大学小児科学教室 (主任: 村上勝美教授)

緒言

大気汚染の人体におよぼす影響と呼吸器疾患との関連性については、すでに疫学的調査が行なわれ、さらに人体や動物的実験研究が進められてきた。その結果、現在では大気汚染が肺機能におよぼす影響の主なものは閉塞性障害の発症であるということが通念となった。

大気汚染の呼吸器への影響は、汚染物質も単一のものでなく、低濃度の複雑多岐な複合物の累積作用によるものであるために、その研究には急性の濃度上昇時の急性発症よりもむしろ潜在的影響、すなわち不顕性の異常状態を捉えることがより重要となり、現在はこの種の調査の場合には呼吸機能検査は必要不可欠なものとされている。たとえば Reid¹⁾ は集団調査にあたって大切な事項として診断基準の確立と規格化された調査法の使用のほかに呼吸機能検査法をあげている。また、長岡²⁾ は集団の場で、呼吸機能検査を使用する場合は、換気力学的検査、なかでも気道抵抗が第一の目標になるとしている。この目的にそって現在種々の器具、検索方法が用いられているが、小児においては、その社会的生活歴も短かく、侵襲に対する反応も軽微と考えられ、かつ発育途上にあるために、肺機能障害の明確な検索方法に乏しく、また対象児童の検査協力という難問題があり、簡便でしかも正確に測定することは至難であるために、肺換気能面からの報告は本邦ではきわめて少なく、外山³⁾、鈴木⁴⁾、中山⁵⁾、児玉⁶⁾、今井⁷⁾、香川⁸⁾の報告があるにすぎない。

著者は被検者への負担がほとんどなくかつ鋭敏に呼吸の抵抗を測定しうるオッシレーション法による呼吸抵抗と従来より用いられているピークフロメーターよりピークフロー値を、非汚染地区学童、汚染地区学童

YASUDA, TADASHI

について測定し、非汚染地区学童の測定より、標準値 (正常値の限界値) を設定し、両群を比較検討し、また呼吸抵抗値とピークフロー値との関係を検討して、大気汚染の潜在的影響を早期に発見する目的で本研究を行なった。

研究対象および方法

1) 研究対象

対象は非汚染地区として選んだ群馬県富岡市富岡小学校の学童 (1学年から4学年までの男女) 612名、汚染地区として選んだ川崎市の公害指定地区にある大島・東桜本・大師・四ツ谷小学校の学童 (1学年から4学年までの男女) 1,215名である。

その年齢および性別構成は表1に示すごとくである。

表1 検査対象

学年	富岡地区		川崎地区	
	男児	女児	男児	女児
1	44	42	122	137
2	87	70	126	115
3	102	77	129	120
4	94	96	242	224
計	327	285	619	596

標準値の設定のための対象として非汚染地区学童から問診、打聴診およびX線検査によって、心疾患、呼吸器疾患が認められない健康学童500名を選んだ。

2) 研究方法

オッシレーション法による呼吸抵抗測定装置はMRP-6 (日本光電製) とピークフロー値はピークフロメーター (Airmed 社製) を使用した。

検査前被検者に対して検査器具の説明を行なって不安感を極力除くように努力した。

呼吸抵抗は全例坐位で呼吸終末位における値を a.m

表 2 非汚染地区および汚染地区学童の身体計測値

			1 学年		2 学年		3 学年		4 学年	
			男児	女児	男児	女児	男児	女児	男児	女児
富 岡	身長 (cm)	平均値	115.0	113.9	120.3	119.4	126.1	125.2	130.7	130.4
		標準偏差	5.2	3.5	5.1	4.2	4.9	5.2	4.5	5.3
	体重 (kg)	平均値	21.0	20.0	23.1	22.2	24.1	24.3	27.3	26.7
		標準偏差	3.5	1.8	2.7	3.0	3.3	2.7	2.7	3.2
	体表面積 (m ²)	平均値	0.82	0.79	0.86	0.85	0.91	0.90	0.98	0.96
		標準偏差	0.057	0.036	0.042	0.045	0.042	0.041	0.052	0.049
川 崎	身長 (cm)	平均値	120.0	118.1	123.3	123.4	129.9	129.3	135.7	134.6
		標準偏差	4.9	5.1	3.9	4.4	5.2	5.0	5.9	6.7
	体重 (kg)	平均値	22.1	22.5	23.4	23.6	25.7	25.1	31.6	32.5
		標準偏差	2.7	4.3	2.4	3.6	2.5	2.1	5.3	6.0
	体表面積 (m ²)	平均値	0.85	0.84	0.88	0.89	0.97	0.96	1.09	1.07
		標準偏差	0.037	0.043	0.041	0.052	0.046	0.051	0.043	0.039

9.00～p.m 0.00 内に 5 回測定し、平均値をとった。

ピークフロー値は原則として 5 回測定したが最初から十分な努力性呼吸をすることができて、測定値の変動が小さいときには、すなわち測定値変動が±10%以内であったときは中止し、その最高値をとった。

呼吸抵抗値、ピークフロー値測定には同一器具を使用し、ピークフロメーターは検査対象 50 名を限度として、検査中ドライヤーを使用し、器具内を乾燥させるようにした。なお、測定は全例著者自身が行なった。

呼吸抵抗、ピークフロー値測定時に身長、体重を測定し、体表面積は Dubois のノモグラムより算出し、男女別に身長、体重、体表面積と呼吸抵抗、ピークフロー値との相関係数を算出し、一番相関が高いものから予測式を一次回帰方程式で求めた。なお、正常値の範囲として平均値±2SD(2σ)を用いた。

研究成績

1. 身体計測値

身長、体重、体表面積は表 2 に示すごとく、汚染地区の方が非汚染地区より平均身長は、各学年男女とも高く、体重も汚染地区が各学年男女ともやや多かった。

2. 呼吸抵抗値、ピークフロー値と身体計測値との相関

呼吸抵抗値、ピークフロー値の予測式設定のために、まず非汚染地区健康学童 500 名の身長、体重、体表面積と呼吸抵抗値、ピークフロー値との相関を求めた。それらの相関係数は表 3 のごとくであって、男女児とも呼吸抵抗値、ピークフロー値は身長との相関が

表 3 呼吸抵抗値およびピークフロー値と身体計測値との相関係数

	性別	身長	体重	体表面積
呼吸抵抗値	男児	-0.646	-0.289	-0.457
	女児	-0.693	-0.302	-0.402
ピークフロー値	男児	+0.685	+0.371	+0.480
	女児	+0.676	+0.294	+0.501

もっとも大でついで体表面積、体重の順であった。したがって身長をもって呼吸抵抗値とピークフロー値の予測式を求めた。

3. 予測式

i) 身長と呼吸抵抗との相関をみると図 1, 2 のごとくである。男児 $r = -0.646$ 、女児 $r = -0.693$ で女児の方がやや相関係数は大で、1%の危険率で有意の負の相関をしめした。

図 1 呼吸抵抗値と身長との相関(男児)

身長による呼吸抵抗値予測式は、

男児 $-0.025x + 6.8$ ($2SD = 0.59$)

女児 $-0.026x + 7.2$ ($2SD = 0.61$)

x は身長、単位 $\text{cmH}_2\text{O/L/sec}$

図 2 呼吸抵抗値と身長との相関 (女児)

図 3 ピークフロー値と身長との相関 (男児)

図 4 ピークフロー値と身長との相関 (女児)

ii) 身長とピークフロー値との相関は図 3, 4 のごとくで、相関係数は男児 0.685, 女児 0.676 で男児の方がやや相関性が高く、これらは 1 % の危険率で有意の

正の相関を認めた。

身長によるピークフロー値の予測式は

男児 $4.61x - 347$ (2 SD = 33.72)

女児 $4.55x - 345$ (2 SD = 35.14)

x は身長, 単位 L/min

4. 呼吸抵抗値とピークフロー値との相関

図 5 のごとくで、相関係数 r は -0.472 と 5 % の危

図 5 呼吸抵抗値とピークフロー値との相関

険率で有意の負の相関がみられた。

5. 呼吸抵抗値とピークフロー値の非汚染地区学童, 汚染地区学童の比較

i) 呼吸抵抗値について: 身長別平均値をみると表 4, 5 で、男女ともわずかに汚染地区の方が高い傾向を示し、統計学的に比較検定すると有意水準 1 % で男児

表 4 非汚染地区および汚染地区学童の身長別呼吸抵抗値の比較 (男児)

(単位 cmH₂O/L/sec)

身長 (cm)	富岡地区			川崎地区		
	例数	平均値	標準偏差	例数	平均値	標準偏差
105~110	11	4.12		2	4.00	
110~115	41	4.03	0.41	26	4.05	0.37
115~120	46	3.78	0.38	72	3.83	0.41
120~125	55	3.69	0.39	126	3.72	0.33
125~130	63	3.61	0.44	135	※3.79	0.29
130~135	65	3.63	0.45	131	3.73	0.38
135~140	31	3.44	0.32	111	※3.69	0.50
140 以上	5	3.27		10	3.47	

※ 富岡地区との比較で有意水準 1 % で有意差が認められた。

表 5 非汚染地区および汚染地区学童の身長別呼吸抵抗値の比較（女児）

（単位 $\text{cmH}_2\text{O/L/sec}$ ）

身長 (cm)	富岡地区			川崎地区		
	例数	平均値	標準偏差	例数	平均値	標準偏差
105～110	5	4.22		3	4.07	
110～115	32	4.02	0.41	24	3.98	0.44
115～120	44	3.73	0.31	59	3.96	0.39
120～125	51	3.71	0.39	121	3.74	0.31
125～130	56	3.58	0.46	142	3.71	0.35
130～135	62	3.62	0.43	136	3.67	0.46
135～140	39	3.49	0.37	92	3.68	0.39
140 以上	6	3.29		19	3.31	

△ 富岡地区との比較で有意水準 1% で有意差が認められた。
△ 富岡地区との比較で有意水準 5% で有意差が認められた。

身長 125～130 cm と 135～140 cm, 女児は身長 115～120 cm と 125～130 cm, の群で汚染地区の方が非汚染地区より高値を示し, 有意差が認められた。有意水準 5% では女児の身長 135～140 cm 群においても汚染地区の方が非汚染地区より高値を示し有意差が認められた。予測式からみると両地区とも平均値は正常値

表 6 非汚染地区および汚染地区学童の身長別ピークフロー値の比較（男児）

（単位 L/min）

身長 (cm)	富岡地区			川崎地区		
	例数	平均値	標準偏差	例数	平均値	標準偏差
105～110	11	140.3		2	165.0	
110～115	41	168.2	30.7	26	181.1	36.5
115～120	46	193.5	23.4	72	218.6	38.6
120～125	55	223.7	28.0	126	247.7	40.2
125～130	63	240.1	37.2	135	257.6	38.5
130～135	65	271.3	39.7	131	271.2	33.9
135～140	31	281.2	29.8	111	280.2	40.3
140 以上	5	325.5		10	338.4	

表 7 非汚染地区および汚染地区学童の身長別ピークフロー値の比較（女児）

（単位 L/min）

身長 (cm)	富岡地区			川崎地区		
	例数	平均値	標準偏差	例数	平均値	標準偏差
105～110	5	145.3		3	153.3	
110～115	32	162.7	30.6	24	160.1	45.5
115～120	44	187.6	27.0	59	188.9	34.2
120～125	51	202.9	35.7	121	196.5	42.9
125～130	56	238.3	32.1	142	233.8	40.2
130～135	62	256.3	30.6	136	263.1	38.3
135～140	39	276.7	29.3	92	282.7	30.6
140 以上	6	288.5		19	305.2	

の範囲にあったが, 汚染地区学童の方が高い傾向にあった。

ii) ピークフロー値について: 身長別にみると表 6.7 に示すように両地区とも同じ範囲内にあり, 有意の差は認められず, 予測式からも正常値の範囲にあった。

iii) 呼吸抵抗値増大例数の比較: 予測式より求めた平均値 ± 2 SD の範囲より高値を示す例数, すなわち呼吸抵抗値増大例数を両地区について比較すると表 8, 9 に示すように男児は汚染地区 105 名 (17.0%), 非汚

表 8 非汚染地区および汚染地区学童の呼吸抵抗値増大例数の比較（男児）

身長 (cm)	富岡地区		川崎地区	
	例数	%	例数	%
105～110	0		0	
110～115	4	9.8	3	11.5
115～120	6	13.0	10	13.8
120～125	8	14.5	17	13.5
125～130	10	15.9	23	17.0
130～135	12	18.5	28	21.4
135～140	3	9.7	22	19.8
140 以上	(2)		(2)	
計	45	13.8	105	17.0

表 9 非汚染地区および汚染地区学童の呼吸抵抗値増大例数の比較（女児）

身長 (cm)	富岡地区		川崎地区	
	例数	%	例数	%
105～110	(2)		(1)	
110～115	1	3.1	3	12.5
115～120	5	11.4	9	15.3
120～125	6	11.8	15	12.4
125～130	11	19.6	27	19.0
130～135	10	16.1	22	16.2
135～140	6	15.4	18	19.6
140 以上	(2)		(4)	
計	43	15.1	99	16.6

染地区 45 名 (13.8%), 女児は汚染地区 99 名 (16.6%), 非汚染地区 43 名 (15.1%) で, これらは 1% の危険率で有意の差がみられた。すなわち, 汚染地区学童の方が呼吸抵抗値増大を示すものが多いことが認められた。

考察

閉塞性肺疾患の診断には, その気道閉塞状態を把握する必要がある。従来臨床的には, 時間肺活量などの努力性呼出曲線の分析によっていたがこれには種々の

問題があり⁹⁻¹¹⁾、気道抵抗の直接測定の必要性は認められながらも、body plethysmography、食道内 balloon 法は、一般臨床的にはまだ応用され難かった。

オッシレーション法による呼吸抵抗の測定は Du-bois 氏¹²⁾によって考案され、わが国では田辺ら¹³⁾によって開発された。オッシレーション法によって測定される呼吸抵抗は気道抵抗と、肺・胸廓系の組織抵抗の総和である。本法による呼吸抵抗の測定は軽度な気道閉塞性障害の検出が可能なることから、成人においては生理学的、病態生理学的研究のみならず、臨床的、公衆衛生的方面に応用され、すぐれた呼吸機能検査法であることが報告されている¹³⁻¹⁹⁾。

小児科領域における気道抵抗の測定は、body plethysmography を用いて Cook 氏²⁰⁾が、1957 年に新生児の気道抵抗を測定して、新生児では成人に比して高値を示すことを報告したのに始まり、その後 Swyer 氏²¹⁾、Polgar²²⁾、Kalberg 氏²³⁾、Krieger²⁴⁾、Burnard 氏²⁵⁾、Mary 氏²⁶⁾も新生児あるいは乳児について気道抵抗を測定した。

気道抵抗の測定に関して、新生児、乳児の報告が多いのは body plethysmography、食道内 balloon 法による測定はすぐれた検査法であるが、実用という面で装置の大きさ、可動性、手技の面で臨床的应用には問題があり実験室的研究の色彩が強く、かつ検査対象のこれら気道抵抗検査に対する協力もかなり必要であるためである。小児を対象としたものには Bachoten 氏²⁷⁾、Godfrey 氏²⁸⁾、Gaultier 氏²⁹⁾による報告しかなく、これらによると健康小児の気道抵抗は、測定器具の装置によっても異なるが、成人に比して一般に高値である。一方、わが国での小児科領域からの気道抵抗測定については、body plethysmography によるものは今井³⁰⁾の報告のみであり、オッシレーション法による呼吸抵抗測定では、著者ら³¹⁾は喘息様症状を呈する小児について、安部³²⁾、古庄³³⁾は喘息小児について、隅田³⁴⁾、菅原³⁵⁾は都市学童について報告しているが、本法による小児呼吸抵抗値の標準値（正常値の限界）の設定や予測式を求めている報告は隅田³⁴⁾の第3学年と第6学年の学童についての測定以外にない。

そこで著者は健康学童の呼吸抵抗をオッシレーション法によって測定し、正常値を設定し、かつ相関度のもっとも高い身長をもって予測式を算出した。この予測式を隅田の求めたそれと比較すると、男児ではほぼ同値であるが、女児ではわずかに低い値である。この差は対象集団の選び方、すなわち都市学童と農村地区学

童の差異が考えられることと、著者は第1学年から第4学年の低学年を対象とし、隅田は第3学年と第6学年の学童のみを対象としていることのためであろうと考えられる。

一般に呼吸機能検査を行なう場合、測定値の再現性が問題となるが、杉山³⁶⁾はオッシレーション法はスパイロメトリー、body plethysmography のように被検査者の自発的努力を必要とせず、まったく他動的な検査である点から再現性がきわめて高いことを述べている。小児科領域での他の呼吸機能検査では、その測定値の10%前後の誤差は一般に容認されているが³⁷⁾、著者は測定にあたって極力誤差を防ぐため測定前の諸注意以外に、呼吸抵抗は5回測定して測定値はその平均値をとった。なお、異常値を示したものは再度検査を行なったところ同一対象の測定値の変動値は4%以下であった。また、対象が低学年学童であるため測定可能かどうか測定時間の点で懸念があったが、本測定法は特別な努力は不要で、無理なく測定できるという利点から1人に約3~5分内で測定を完了した。このことより呼吸抵抗測定には臨床的应用としてオッシレーション法は年少児においてもかなり正確に測定しうるものであり、かつ集団的検査にさいしても適当なものであることが立証された。

大気汚染の人体におよぼす影響は呼吸器疾患との関連性が問題にされ、肺機能におよぼす主なる影響は個人的、職業的および一般社会生活的条件によって異なるが、小児においては一般社会生活と host としての関連がほとんどであり、小児の社会生活歴の短いことから成人の汚染による影響と異なっており潜在的障害状態、すなわち疾患にまでは至らぬ発症前段階的異常状態であることが予想される。この状態を捉えるために呼吸機能検査が有力な方法であろうと考える。しかし、従来より使用されているスパイロメトリー、バイテラー、ピークフロメーターなどの努力性呼出曲線の分析では理論的にも種々の問題があり、かつ小児における検査協力という問題もあり、感度も十分でなく、測定値の解釈には慎重でなければならない^{9-11,38)}。

そのために軽度な閉塞性気道障害を検出するには気流抵抗の直接的測定の必要が強調されており、オッシレーション法による呼吸抵抗の測定は簡便で臨床検査としてもすぐれており集団的検査に適している。

予測式、標準値（正常値の範囲）の設定に対して長岡³⁸⁾はとくに大気汚染の影響を調査する場合に呼吸機能検査の正常値の範囲、異常値との境界を設定するこ

とはむずかしい問題としている。また、対象集団の選び方によっても影響されることは当然であり、これらのことを考慮の上で著者は予測式、正常値の範囲の設定の対象集団として、公害が問題となっていない地方農村地区学童で呼吸器疾患、心疾患が認められない健康児の測定より求めたが、この対照群として選択した富岡地区は現在のわが国では本研究に適したものであると考える。

呼吸抵抗値、ピークフロー値と身体計測値との相関関係を身長、体重、体表面積について検討してみると、男女とも身長と相関度が高く、これは Gaultier³⁸⁾ の成績と一致している。ピークフロー値も Nairn³⁹⁾、Murry⁴⁰⁾、Rivera⁴¹⁾ の成績と同様であった。従来肺換気能検査のあるものは身長との相関が高いといわれていたが呼吸抵抗値、ピークフロー値とも身長と相関があることが確認された。

小児期においては呼吸機能検査成績は性別的には成人のごとくには考慮する必要はないであろうといわれている⁴²⁾。しかし、現在までの小児呼吸機能検査の報告では、それぞれ性別の報告があり⁴³⁻⁴⁶⁾、ある程度の差は認められているようである。著者の成績では呼吸抵抗に関しては女兒がやや高値を示す傾向があった。しかし、その差は比較的小であり、性差よりも小児の発育過程を考慮に入れた身長を問題にすべきであると考ええる。

近年、産業経済の高度成長にもなつて、京浜地区、中京地区、阪神地区、北九州地区で日本の工業生産の8割が生産され、これによる大気汚染は増大した。川崎地区では降下ばいじん量、イオウ酸化物濃度などの大気汚染が多く、昭和46年には国の公害指定地区に指定され⁴⁷⁾、疫学的、臨床的調査によっても気管支炎、気管支喘息、反復性気管支炎などの有症率が高いことが報告されている⁴⁸⁾。著者の当地区における呼吸抵抗測定と同時に行われたアンケート調査においても、気管支喘息は1.37%で全国平均0.45%とくらべると約3倍で、気管支喘息の疑い、喘息性気管支炎、喘息性気管支炎の疑いも含めると2.19%と高率であった。このような傾向は他の工業都市においてもみられ大気汚染と呼吸器疾患既往症率とは相関があることが報告されており^{49,50)}、小児においてもこのような環境下では呼吸器疾患、閉塞性気道障害をきたすことは論ずるまでもない。

しかし、現在まではオッシレーション法によるこれらの地区における検索は少なく³⁵⁾、かつ、その正常値

予測式のないままの比較検討であつて、気道の閉塞状態の程度については明らかでなかった。著者は身長因子からみた呼吸抵抗値の平均値を両地区で比較すると男女ともわずかに汚染地区学童の方が呼吸抵抗値が高い傾向を示し、統計学的に比較検討すると1%の危険率では男児の身長125~130 cm 群、135~140 cm 群において、女児では身長115~120 cm 群、125~130 cm 群において有意差が認められた。5%の危険率では女児135~140 cm 群においても有意差が認められた。しかし、この抵抗値増加群の平均値は著明ではなく、予測正常値の範囲内の変動であつた。

なお、ピークフロー値では身長の因子よりの比較では両地区ともその平均値は同様の値で統計学的に有意の差は認められなかった。このことがピークフロー値の測定では、潜在的な軽度気道閉塞状態児の検出には不適当であるという結果がえられ、地区対象の集団の検査にはオッシレーション法がすぐれていた。

予測値の標準値の上限を逸脱する例数を比較すると、男児、女児とも1%の危険率で有意差があり、汚染地区学童の方に呼吸抵抗の増大を示したものが多かった。

オッシレーション法での呼吸抵抗測定で全般的に汚染地区学童の呼吸抵抗値がいちじるしく高く明らかに大気汚染の影響を受けて気道閉塞状態を示しているという値はえられなかったが、身長別の平均値では汚染地区の方が高い傾向を示し、統計学的に有意差が認められるグループも存在した。

予測式の標準値の範囲より高値を示す例数が汚染地区学童の方に多いということは同時に行われた川崎地区のアンケート調査とを総合して考察するに大気汚染がhost側の因子にある影響を与えていると考えられる。

今回の成績をもって、汚染地区学童は大気汚染の影響をうけて明らかな気道閉塞状態を呈しているとはいえないが、その中であるものはなんらかの影響をうけていることを示唆している。このことは大気汚染の影響は疾病の発症にかなり長期間の曝露が必要なこと、つまり時間的因子が発症のきわめて重要な因子の一つであろうと考えられることから、学童の地区生活歴が短いことや年令差を考慮するべきであろう。いずれにしろこの研究によって汚染地区学童の一部にしろ呼吸抵抗増大傾向が明らかになったうちは、今後大気汚染の増強する可能性がある地区では社会医学的に小児に対して早急なる対策をたてる必要があるとともに、現

在その原因に対して採用的方法で対処しなければなら
ない段階にきていると考える。

結論

非汚染地区学童 612 名, 汚染地区学童 1,215 名を対
象として, オッシレーション法による呼吸抵抗値とピー
クフロー値を測定して, つぎの結果をえた。

1) 呼吸抵抗値, ピークフロー値と身長, 体重, 体
表面積の相関度は, 身長が一番高く, 呼吸抵抗とは負
の相関, ピークフロー値とは正の相関が認められた。

2) 非汚染地区学童のうち検査時まったく健康な
500 名を選別し, 身長から予測式を求め, つぎの数値
をえた。

呼吸抵抗値: 男児 $-0.025 \times \text{身長} + 6.8$
 $2SD = 0.59 \quad r = -0.646$

女児 $-0.026 \times \text{身長} + 7.2$
 $2SD = 0.61 \quad r = -0.693$

ピークフロー値: 男児 $4.61 \times \text{身長} - 347$
 $2SD = 33.72 \quad r = 0.685$
女児 $4.55 \times \text{身長} - 345$
 $2SD = 35.14 \quad r = 0.676$

3) 呼吸抵抗値とピークフロー値の性別差では, 呼
吸抵抗は女児の方が男児よりわずかに高い傾向に, ピー
クフローは男児の方が女児よりわずかに高い傾向にあっ
たが, いずれも統計学的に有意差は認められなかった。

4) 大気汚染地区学童と, 非汚染地区学童とを比較
して, 呼吸抵抗は身長別平均値は両地区とも予測値の
正常の範囲内にあったが, 汚染地区学童の方が男女と
もわずかに高い傾向にあり, 統計学的に有意差を認め
たグループもあった。

5) 両地区学童の呼吸抵抗値増大例数の比較 (正常
値の範囲より異常高値を示す例) では汚染地区学童の
方が多く, 統計学上有意差が認められた。

6) ピークフロー値による両地区学童の比較におい
ては有意差は認められなかった。

7) 呼吸抵抗値とピークフロー値とは統計学上負の
相関が認められたが, 潜在的, 軽度気道閉塞障害の
検査にはピークフロー法は不適當であった。

8) オッシレーション法による呼吸抵抗測定は年少
児においても, 被検者は平静呼吸のみでよく, 負担が
皆無という点で, 簡便で正確に敏感に測定できる呼吸
機能検査法である。

9) 汚染地区学童の中には, 気道に閉塞状態をもた
らすような影響をうけていると考えられる呼吸抵抗増

大例が, 非汚染地区学童に比してやや多く検出されて,
その原因として大気汚染がその一つであろうというこ
とが示唆された。

稿を終るに当たり, 終始ご親切なるご指導を賜った吉田豊
講師に深謝します。また, 本研究にご協力下さいました富岡
市新井康弘博士, 川崎市学校医会, 教室の山本正生博士, 後
藤靖徳博士に感謝します。

なお, 本論文は第 5 回小児呼吸器研究会, 日本医科大学医
学会第 18 回例会において発表した。

本研究の一部は昭和 47 年度文部省科学研究奨励研究費に
よった。

文献

- 1) Reid, D.: Diagnostic standardization in geographic comparisons of morbidity. *Am. Rev. Resp. Dis.*, **86**, 850, 1962.
- 2) 長岡滋: 大気汚染と肺機能, *診療と保険*, **11**, 1784, 1969.
- 3) 外山敏夫, 伴野義郎: 大気汚染地区学童の肺換気機能について, *日公衛誌*, **8**, 659, 1961.
- 4) 鈴木武夫, 石川清文, 横山栄二, 北博正, 前田博, 外山敏夫, 中村健一: Wright の peak flow 値を用いた都市学童生徒の肺換気能の一評価, *産業医学*, **5**, 13, 1963.
- 5) 中山昌子, 田村望: 宇部市の大気汚染と児童の肺換気機能との関係, *山口医大産研年報*, **11**, 36, 1963.
- 6) 児玉武伊知, 増田節雄, 西川満, 林正人, 服部多計三, 石田晟: 大気汚染の小児に及ぼす影響, 第 1 報 児童の換気機能に及ぼす影響 (四日市市における調査成績), *日児誌*, **70**, 1299, 1966.
- 7) 今井正之: 大気汚染の人体におよぼす影響 (I), *三重医学*, **11**, 222, 1967.
- 8) 香川順, 外山敏夫, 石田尚之, 中島英彦: 3 才児の呼吸器有症率とピークフロー値, *日公衛誌*, **17**, 375, 1970.
- 9) 藤本淳, 田辺玄三: 閉塞性換気障害, 呼吸と循環, **14**, 903, 1965.
- 10) 滝島任: 1 秒率低下の意味づけ, *Medicina*, **9**, 2123, 1972.
- 11) Stein, M., Tanabe, G., Rege, V., and Khan, M.: Evaluation of spirometric methods used to assess abnormalities in airway resistance, *Am. Rev. Resp. Dis.*, **93**, 257, 1966.
- 12) Dubois, A.B., Brody, A.W., Lewis, D.H., and Burgess, B.F.: Oscillation mechanics of lungs and chest in man, *J. Appl. Physiol.*, **8**, 587, 1955.
- 13) 田辺玄三, 高橋久雄, 藤本淳, 山本一, 一之沢昭夫, 外村舜治, 谷博子, 松山忠子: Oscillation 法による呼吸抵抗測定法, 呼吸と循環, **14**, 45, 1966.
- 14) Tanabe, G., Yamabayashi, H., Tonomura, S., Fujimoto, K., Takahashi, H., Ichinosawa, A., and Tani, H.: The measurement of respiratory resistance by oscillation technique, *Annual report of the center for adult diseases*, **5**, 83, 1965.
- 15) Tanabe, G., Yamabayashi, H., Tonomura, S., Fujimoto, K., Ichinosawa, A., and Takahashi,

- H.: Evaluation of indirect tests to assess the airway obstruction. Annual report of the center for adult diseases, **5**, 75, 1965.
- 16) 杉山吉彦, 今岡薫: Oscillation 法による呼吸抵抗の測定. 呼吸と循環, **12**, 27, 1969.
 - 17) 富田友幸: Oscillation 法. 総合臨床, **19**, 12, 1970.
 - 18) 田辺玄三, 細井香: Oscillation 法による呼吸抵抗測定. 呼吸と循環, **10**, 145, 1970.
 - 19) 横山哲郎, 三藤信, 立川壮一, 杉山吉彦, 今岡薫: スクリーニングのための肺機能検査体系におけるオシレーション法の評価. 日胸誌, **10**, 47, 1972.
 - 20) Cook, C.D., Sutherland, J.M., Segal, S., Cherry, R.B., Mead, J., Mellroy, M.B., and Smith, C.A.: Studies of respiratory physiology in the newborn infant. III. Measurements of mechanics of respiration. J. Clin. Invest., **36**, 440, 1957.
 - 21) Swyer, P.R., Reiman, R.C., and Wright, J.J.: Ventilation and ventilatory mechanics in the newborn. J. Pediatr., **56**, 612, 1960.
 - 22) Polgar, G.: Airway resistance in the newborn infant. J. Pediatr., **59**, 915, 1961.
 - 23) Kalberg, P., and Koch, G.: Respiratory studies in newborn infants. III. Acta Paediatr., (Suppl. 135), 121, 1962.
 - 24) Krieger, I.: Studies on mechanics of respiration in infancy. Am. J. Dis. Child., **105**, 439, 1963.
 - 25) Burnard, E.D., Grattan-Smith, P., Picton-Warlow, C.G., and Grauaug, A.: Pulmonary insufficiency in prematurity. Aust. Paediatr. J., **1**, 12, 1965.
 - 26) Mary, E. B. W., Luisa, C. S., and Jere, M.: Resistance of the total respiratory system in healthy infants and infants with bronchiolitis. Pediatrics., **43**, 495, 1969.
 - 27) Bachoten, H., and Duc, G.: Lung tissue resistance in healthy children. Pediatr. Res., **2**, 119, 1968.
 - 28) Godfrey, S., Kamduroff, P.I., and Nairn, J.P.: Lung volume and airway resistance in normal children aged 5-18 years. J. Dis. Chest., **64**, 15, 1970.
 - 29) Gaultier, C.L., Allaire, Y., et Girard, F.: Intérêt de la mesure de la résistance pulmonaire totale pour apprécier la liberté des voies aériennes. Arch. Fr. Pédiatr., **30**, 685, 1973.
 - 30) 今井正之: 大気汚染の人体におよぼす影響について. 三重医学 (II), **11**, 227, 1967.
 - 31) 安田正, 後藤靖徳, 井上博基, 吉田豊, 村上勝美: 山形県酒田市における大気汚染と小児喘息様疾患について. 第18回日本小児保健学会, 1971.
 - 32) 安部俊孝: 肺機能検査を指標とした気管支喘息患児の誘発について. 第7回小児アレルギー研究会, 1970.
 - 33) 古庄巻史, 村石喜邦, 吉田省吾: 喘息児における epinephrine の好酸球減少効果と呼吸抵抗について. 第21回日本アレルギー学会総会, 1971.
 - 34) 隅田展広: 学童の肺機能正常値について. 第6回小児呼吸器疾患研究会, 1973.
 - 35) 菅原猛行: 大阪市学童の呼吸抵抗と大気汚染との関連について. 第6回小児呼吸器疾患研究会, 1973.
 - 36) 杉山吉彦: 呼吸機能検査機器の問題点. 呼吸と循環, **21**, 23, 1973.
 - 37) Turner, J. A., and Mclean, R. L.: Spirometric measurements of lung function in healthy children. Pediatr., **7**, 360, 1950.
 - 38) 長岡滋: 大気汚染と呼吸機能検査. 総合臨床, **19**, 2616, 1970.
 - 39) Nairn, J.R., Bennett, A.J., Andrew, J.D., and MacArthur, P.: A study of respiratory function in normal schoolchildren; the peakflow rate. Arch. Dis. Child., **36**, 253, 1962.
 - 40) Murry, A.B., and Cook, C. D.: Measurements of peak expiratory flow rate in 220 normal children from 4.5 to 18.5 years of age. J. Pediatr., **62**, 186, 1963.
 - 41) Rivera, L.M., and Snider, G.L.: Ventilatory studies in preschool children. 1. Peak expiratory flow rate in normal and abnormal preschool children. Pediatr., **30**, 117, 1962.
 - 42) Enrstom, I., Kariberg, and Kraepelien, S.: Respiratory studies in children. 1. Lung volumes in healthy children, 6-14 years of age. Acta Paediatr., **45**, 277, 1956.
 - 43) 石田尚之: 小児の肺気量及び換気量に関する研究. 結核診療, **9**, 735, 1955.
 - 44) 櫻川広太郎: 小児の肺機能に関する研究. 第1編 正常小児の肺内ガス分布と肺気量各分画. 日児誌, **63**, 2994, 1959.
 - 45) 中嶋英彦: 正常幼児の肺機能, 機能的残気量, 肺内混合を中心として. 日児誌, **71**, 1362, 1967.
 - 46) 入枝幸三郎: 小児期気管支喘息およびアレルギー性気管支炎における肺機能. 第1編 正常予測式と健康小児の肺機能. アレルギー, **20**, 24, 1971.
 - 47) 川崎市衛生公害部: 川崎市の公害. 1970.
 - 48) 川崎市学校医会: 川崎市公害地区における児童, 生徒の健康診断について. 1973.
 - 49) 野瀬善勝: 大気汚染と小児呼吸器疾患. 小児科臨床, **23**, 471, 1970.
 - 50) 伊藤助雄: 大気汚染と小児喘息様疾患. 小児科臨床, **23**, 969, 1970.

(受付: 1974 年 2 月 13 日)