WRIGHT の PEAK FLOW 値を用いた 都市学童生徒の肺換気能の一評価

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***

PULMONAL-VENTILATORY CAPACITY OF SCHOOL CHILDREN IN A CITY EVALUATED BY WRIGHT'S PEAK FLOW RATE

Takeo SUZUKI*, Kiyofumi ISHIKAWA*, Eiji YOKOYAMA*, Hiromasa KITA**,
Hiroshi MAEDA**, Toshio TOYAMA*** and Kenichi NAKAMURA***

The relation between air pollution and pulmonic ventilatory functions was studied.

The pulmonic-ventilatory functions of 1200 children in Tokyo and of 200 pupils in Amagasaki were examined from 1960 till 1962 by the Wright's peak flow meter. As to the evaluation of air pollution, suspended particles were estimated by the tape air sampler method, and sulfur dioxide by the "lead peroxide" method.

1. The negative correlation was found between the amount of suspended particles and the peak flow rate (P.F.R.).

2. In moderately polluted areas, great indi-

vidual differences was found in P. F. R.

3. The relation of P. F. R. and pollution was divided into three types, i.e. 1) high P. F. R. in the light polluted area, 2) low P. F. R. in the heavy polluted area, and 3) moderate P. F. R. in the moderately polluted area.

4. From the above mentions, long-term and mass examinations of P. F. R. were thought to be necessary for evaluating the effects of air pollution on health.

5. No difference of P. F. R. was observed between two areas in which pollutions differed by around 1 mg SO₂/day/100cm² PbO₂.

大気汚染の人間に及ぼす影響についての調査研究は、大気汚染の急性の影響及び慢性呼吸器疾患、とくに、その罹病率あるいは死亡率との関係を疫学的に明らかにした報告が数多く出されている。1~6) 一方、大気汚染の人間への影響を考える際には、慢性気管支炎、気管支喘息、肺気腫等の疾病にかからない以前の状態、即ち生理的反応乃至は可逆性の変化に止まっている状態で把握す

ることが必要であると考えられる。しかして、大気汚染によっておこり得べき呼吸器への影響は、汚染物質の共存による相加乃至相乗作用があるにせよ、まず気管支粘膜への反覆作用による、反射性気管支収縮または粘膜面への直接作用により、気管の気流抵抗の増加をきたすことである。また不均等ガス分布もおこり得る。これは、はじめ、可逆性であるが、漸次、不可逆性となるものと考えられる。従って大気汚染の影響を、これらの結果おきてくる呼吸機能の変化によって把握することは、大気汚染の健康への潜在的影響を、より客観的、数量的に把握し得るものと考えられる。

かかる観点から、大気汚染の呼吸機能に及ぼす影響を把握するために、種々の検査方法が行われ、ことに肺換気能検査方法が最も広く行われている。即ち時間肺活量、

* 国立公衆衛生院労働衛生学部, **東京医科歯科大学医学部衛生学教室, *** 慶応大学医学部衛生学公衆衛生学教室, 昭和38年6月17日受付, 普通掲載

* Department of Industrial Health, Institute of Public Health.

** Department of Hygiene, Tokyo Medical and Dental University School of Medicine.

***Department of Preventive Medicine and Public Health, School of medicine, Keio University. Received for publication June 17, 1963

最大換気量, 最大中間呼吸速度, 最大呼吸速度, 最大呼吸流量等の最大強制呼吸を行わせる方法によって, 気道の狭窄の状態を判定するものが広く行われている。⁷⁻¹³⁾ 就中, 操作が簡単で, 携帯に便利で, 被験者への負担が少なく, しかも再現性が高く, 容易に行えるものとして, Wright の Peak Flow 値の測定の有用性が認められ,¹⁴⁻¹⁹⁾ 最近, 多くの人達によって盛んに用いられるようになった。そして大気汚染の呼吸機能に及ぼす影響の判定を, この Peak Flow 値の変化によって行うことが, 普遍的となってきた。^{7,20,21)} しかしながら, 大気汚染の呼吸機能に及ぼす影響を把握する方法論は完成したわけではなく, 試行錯誤をくりかえしている現状においては, Wright の Peak Flow 値の測定によって, 大気汚染による呼吸機能への影響を, どの程度に, 評価し得るかを, 大気汚染の人間への影響を正しく把握することは重要なことであると考ええる。

この点に関して, 外山は, 川崎市の学童を対象とした Wright の Peak Flow Meter を用いての調査において, 大気汚染度を降下煤塵量で現わした場合, 汚染地区と清浄地区との間に, $30\text{t}/\text{km}^2/\text{月}$ 以上の差があれば, 両地区の学童の間で, Peak Flow 値に有意の差を見出し得ることを認めている。

我々は, 東京都の学童を対象として調査した結果と, 尼崎市の中学生を対象として調査した結果とから, 大気汚染度を浮遊粉塵濃度あるいは亜硫酸ガス濃度で現わした場合, 大気汚染の呼吸機能に及ぼす影響を, Wright の Peak Flow 値によって, いかに評価し得るかを検討した。

1) 調査方法

東京都における調査では, 都内において, 汚染地区にあると考えられる S 及び D の 2 小学校, 清浄地区にあると考えられる T 及び Y の 2 小学校, 及びそれらの中間の汚染状態にあると考えられる H 及び C の 2 小学校, 計 6 小学校を選定し, これら 6 小学校の 5 年生の学童, 男子女子ともに, それぞれ 60 名乃至 100 名ずつの全員を対象とした。この場合の汚染地区, 中間地区, 清浄地区の区別は, 確然と分離できるものではない。

尼崎市における調査では, 市内の汚染地区にあると考えられる中学校として J 中学校を, 清浄地区にあると考えられる中学校として S 中学校を選定し, それぞれの 1 学年の生徒男子女子ともに約 50 名ずつの全員を対象とした。

測定項目として選んだのは, Wright の Peak Flow 値, 及びバイタロメーターによる肺活量並びに 0.5 秒量

等であり, これらの測定は, 1 人につき 3 回の測定を行い, それらの測定値の最大値をとった。

調査期日は, 東京都における調査は, 昭和 36 年 11 月より同 37 年 3 月までで, 期間中, Peak Flow 値の測定は, 毎月 1 回計 5 回, 肺活量及び 0.5 秒量の測定は 3 月に 1 回実施した。尼崎市における調査は, 昭和 35 年 9 月より同 36 年 5 月までで, 期間中約 2 カ月おきに 4 回の検査を行った。しかし, ここには Wright の Peak Flow 値の測定結果のみについて報告する。

大気汚染度の示標としては, 東京都における調査では, テープエッサンプラーによる浮遊粉塵濃度指数をもって現わし, 測定器をそれぞれの小学校あるいはその附近に設置して測定した。尼崎市における調査では, 市の測定網によって得られた月別の降下煤塵量 ($\text{t}/\text{km}^2/\text{月}$) と亜硫酸ガス量 ($\text{SO}_2\text{mg}/\text{日}/100\text{cm}^2\text{PbP}_2$) をもってし, それぞれの中学校に対応する測定点での測定成績を利用した。

2) 調査結果並びに考察

東京都における調査結果から, 学校別, 測定月別の Peak Flow 値及び浮遊粉塵濃度指数の測定成績を示したのが表 1 である。Peak Flow 値は身長等で補正しないそのままの値について, 各小学校ごとの男女別の平均値で示した。浮遊粉塵濃度指数は毎月 1 回の肺機能検査当日における, 0 時より 24 時までの値を, 1 時間当りの平均値で示した。

表 1 からわかる如く, 各小学校ごとの測定月による Peak Flow 値の差についてみると, 男子においては, 汚染地区にあると考えられる D 小学校の 3 月におけるものを除き, 相異を認めることができなかった。この D 小学校にみられた相異は, 汚染の程度の相異によるものの如くであるが, 検査に対する練習効果の結果によるものとも考えられるので, 明らかな断定をくだすことはできないものと考えられた。

女子においては, 各小学校別の月別の相異は, 男子にくらべて変動が大きく, 逐月的に漸増の傾向がみられた。ここにみられた傾向は, 女子がかかる検査に対して, つねにみられるものと考えてよいのではないと思われる。

つぎに各小学校別に Peak Flow 値の相異についてみると, 表 1 からわかる如く, 男子においては, 清浄地区に所在すると考えられる T 及び Y 小学校は, つねに高い値を示し, 汚染地区に所在すると考えられる D 小学校は, つねに低い値を示していた。また汚染地区に所在すると考えられる S 小学校と, 汚染度が中間にあると考えられる地区に所在する H 及び C 小学校は, Peak Flow

Tab. 1. Index of Suspended Particles and the Peak Flow Rate

Area	Area of relatively low pollution						Area of relatively moderate pollution						Area of relatively heavy pollution					
	T-school			Y-school			H-school			C-school			R-school			D-school		
School	Air Pollution	Male	Female	Air Pollution	Male	Female	Air Pollution	Male	Female	Air Pollution	Male	Female	Air Pollution	Male	Female	Air Pollution	Male	Female
1961・11	10	300	298	16	298	290	20	293	296	23	281	270	24	288	248	29	265	252
12	—	301	296	10	302	303	—	284	291	41	280	273	—	288	259	23	263	251
1962・1	12	301	299	12	297	306	20	285	294	25	284	286	25	296	274	27	268	249
2	11	302	301	10	304	307	12	289	296	17	277	291	23	288	268	33	262	246
3	10	305	290	10	300	312	17	285	290	14	280	289	24	292	278	14	281	258
Number of subjects	—	96	87	—	72	86	—	72	80	—	60	59	—	74	70	—	71	69
Date tested																		

値も前二者の中間にあって、動揺の多い値を示していた。女子においても、男子においてみられたと同様の傾向を認めることができたが、分散が大きく、男子に比し動揺していた。

即ち、我々が調査対象として選んだ清浄地区、中間地

Fig. 1-1 The relation between peak flow rate and index of suspended particles. (male)

Fig. 1-2 The relation between peak flow rate and index of suspended particles. (female)

区、及び汚染地区の小学校においては、その環境の汚染度は、明らかに相異が認められた。そして大気汚染度と Peak Flow 値との間には、相関関係が認められた。従って、この点をさらに明らかにするため、浮遊粉塵濃度指数で表わした大気汚染度と Peak Flow 値との関係を、学校別、男女別に図示したのが図 1—1 及び図 1—2 である。

図 1—1 からわかる如く、男子においては、浮遊粉塵濃度指数と Peak Flow 値との間には、明らかな相関関係がみられた。相関式を求めると $y = 308.3 - 1.09x$ で、相関係数 $r = -0.686$ であって、ともに 5% の危険率で有意であった。女子においては、浮遊粉塵濃度指数と Peak Flow 値との間には、 $y = 316.5 - 1.82x$ なる関係式が得られ、5% の危険率で有意であったが、相関係数は $r = -0.228$ であって、有意性は認められなかったが、男子とほぼ同様の傾向が認められた。

従って、Wright の Peak Flow 値で大気汚染の影響の差を見出すとすると、外山は降下煤塵量で $30t/km^2/月$ であれば可能であるとし、汚染が激しければ、汚染地区児童の Peak Flow 値は低下することを認めたが、さらに浮遊粉塵濃度で見た場合、浮遊粉塵濃度指数と Peak Flow 値との間には、相関関係が認められ、浮遊粉塵濃度指数が高くなるにつれて、Peak Flow 値は低値を示すことがしめされた。

しかして、T 及び Y 小学校の汚染度が小で、つねに高い Peak Flow 値を示した群と、D 小学校の汚染度が大きで、つねに低い Peak Flow 値を示した群と、H、C 及び S の 3 小学校の汚染度がその中間にあって、Peak Flow 値も中間の値を示した群とに群別できるようなのである。そして中間に存在する群は、群として見た場合、Peak Flow 値に変動の大きいことが認められた。これらの関係は、月別の大気汚染度の変化と、Peak Flow 値の変化との関係を、学校別に示した図 2 から明らかなである。これらは、その変化をより明らかにするために、11月の値を 100 とした増減率で示したものである。即ち浮遊粉塵濃度指数の増減に一致して、Peak Flow 値が増減して、逆相関の関係が認められたのは、T、Y 及び D の 3 小学校であった。これらは汚染度の低い地区と高い地区とに所在する小学校であった。しかるに中間の汚染度であった H、C 及び S の 3 小学校では、汚染度の変化に対して、Peak Flow 値は必ずしも関係して変化せず、変動が多かった。このことは、これらの地区が中等度の汚染であるため、人体に及ぼす影響に変動の多い所にあたるものと考えられる。従って汚染の程

Fig. 2 The relation between peak flow rate and index of suspended particles.

度によって群別された夫々の群は、影響の受け方が量的のみならず、質的にも異なっているのではないかと考えられる。またこのことは、大気汚染の影響を Wright の Peak Flow 値の測定によってみる場合、短期間の調査のみでは誤った判断を下す恐れがあり、長期間にわたって観察すべきであることを示しているものと考えられ、注意を要することと思われる。

また一方、汚染度によって群別されるが如き結果を得たことは、Wright の Peak Flow 値によって大気汚染の影響を判断する場合、個人診断としてではなく、集団として診断すべきであることを示しているものと考えられる。

つぎに尼崎市における調査において得られた結果から、学校別、男女別の Peak Flow 値の月別平均値と降下煤塵量 ($t/km^2/月$) 及び亜硫酸ガス量 ($SO_2 mg/日/100cm^2 PbO_2$) の逐月変化とを表わしたのが、表 2 であり、それを図示したのが、図 3 である。図 3 における Peak Flow 値は、両校とも男女合計の平均値で示した。また Peak Flow 値は前述の如き理由によって、身長等で補正しないそのままの値を用いた。

表 2 及び図 3 から明らかな如く、降下煤塵量においては、両校地区の間に、ある期間差がみられるのみで、ほ

Tab. 2. Air Pollution and Mean Values of Peak Flow Rate

School	J-school				S-school			
	Air Pollution		Male		Female		Male	
	Deposited matter (t/km ² /month)	Average sulfur dioxide concentration (SO ₂ mg/B/100 cm ² PbO ₂)	Number of subjects	Mean values	Number of subjects	Mean values	Number of subjects	Mean values
1960	9	28.26	0.84	340	49	346	50	323
	10	12.12	0.96	—	—	—	—	—
	11	16.00	1.23	371	46	385	56	356
	12	14.84	1.32	—	—	—	—	—
1961	1	14.01	1.25	—	—	—	—	—
	2	20.11	1.00	363	47	368	42	342
	3	30.79	1.28	—	—	—	—	—
	4	18.66	1.33	—	—	—	—	—
	5	34.15	1.91	389	49	390	53	372
	6	28.05	1.21	—	—	—	—	—

Date Tested

Fig. 3 Average values of air pollution and mean values of peak flow rate.

とんどの状態を示しており、しかもピーク時においてさえもなお、30t/km²/月をこえる程度の汚染状態であった。それに反して、亜硫酸ガス量では、両校地区の間に平均約1.0mgSO₂/日/100cm²PbO₂の差が、つねに見られたのである。一方、Peak Flow値についてみると、両中学校の間に有意の差異を認めることができず、両校とも大気汚染の程度とはなら関係なく、ほぼ直線的に発育と併行して同様の経過を示していた。従って亜硫酸ガス量のみで1.0mgSO₂/日/100cm²PbO₂程度の相異が認められても、2地区間のPeak Flow値には差が認められなかったのである。外山は、川崎市における調査において、約1.5mgSO₂/日/100cm²PbO₂程度の相異が認められた2地区間に、Peak Flow値の有意差を認めているが、外山の場合、2地区間の降下煤塵量に相当の差が認められたものと思われる。燃焼過程によるガス汚染の指標として、亜硫酸ガス濃度が広く用いられている現在、亜硫酸ガス濃度を過酸化鉛円筒法で現わした場合のPeak Flow値との関係、及

び亜硫酸ガス濃度の時間的変動と Peak Flow値との関係等について、さらに調査を進めねばならない。また同時に大気染汚の影響をより敏感に発見し得る方法が現場で応用されねばならないと思う。

3) 結論

我々は、東京都の6小学校の学童を対象として、昭和36年11月より同37年3月までの間に行った調査結果と、尼崎市の2中学校の生徒を対象として、昭和35年9月より同36年5月までの間に行った調査結果とから、大気汚染度をテープエッサンプラーによる浮遊粉塵濃度、あるいは過酸化鉛円筒法による亜硫酸ガス濃度で現わした場合、大気汚染の肺換気機能に及ぼす影響を、WrightのPeak Flow値によっていかに評価し得るかを検討したが、つぎの如く結論し得るものと考えた。

(1) 浮遊粉塵濃度指数と Peak Flow値との間には、相関関係がみられ、浮遊粉塵濃度が高くなるにつれて、Peak Flow 値は低値を示すことが明らかにされた。

(2) 中間の汚染度であった所は、Peak Flow値に変動が多く、また汚染度の変化と Peak Flow値の変化とが一致して変化しなかった。これは生体の防御機構と大気汚染との関係を示唆する一つの所見と思われた。

さらに、浮遊粉塵濃度指数で現わした汚染度が小で、つねに高い Peak Flow値を示した群と、汚染度が大で、つねに低い Peak Flow値を示した群と、汚染度がその中間にあって、Peak Flow値も中間の値を示した群とに群別されるが如き所見を得た。

以上のことから、WrightのPeak Flow 値の測定によって、大気汚染の影響をみる場合、長期にわたって観察すべきであり、また個人診断としてではなく、集団として診断すべきであると思われた。

(3) 亜硫酸ガス濃度のみでは、 $\text{mgSO}_2/\text{日}/100\text{cm}^2$ PbO_2 程度の相異が認められても、2地区間の Peak Flow値には差が認められなかった。

本論文の要旨は昭和38年4月、第36回日本産業医学会において発表された。

本研究は、一部 昭和38年度東京都大気汚染調査委託費によって行われ、また尼崎市衛生局の御協力をいただいたことに深く感謝の意を表す。

主要参考文献

- 1) Pemberton, J., C. Goldberg: Brit. Med. J., 2: 567, 1954
- 2) Lawther, P. J.: Proc. Roy. Soc. Med., 51: 262, 1958
- 3) Pemberton, J.: in "Air Pollution" edited by Thring, M. W., P. 49, Butterworth Scientific Publ. London, 1957
- 4) 野瀬善勝: 公衆衛生, 24: 1, 1960
- 5) 野瀬善勝: 最新医学, 15: 44, 1960
- 6) 馬場勝二: 生活衛生, 5: 1, 1961
- 7) 外山敏夫, 伴野義郎: 日本公衆衛生雑誌, 7: 134, 1960
- 8) Arnott, W. M.: Lancet, 1, 1, 1960
- 9) Donald, K. W.: Brit. Med. J., 1: 415, 1953
- 10) Hadorn, W.: Schweiz. Med. Wschr., 23: 946, 1942
- 11) Wyss, F.: Helv. Med. Acta, 17: 516, 1950
- 12) Goldsmith, J. R., Young, A. C.: J. Appl. Physiol., 8: 562, 1956
- 13) Shephard, R. J.: Thorax, 10: 258, 1955
- 14) Higgins, I. T. T.: Brit. Med. J., 2: 1198, 1957
- 15) Wright, B. M., McKerrow, C. B.: Brit. Med. J., 2: 1041, 1959
- 16) Lockhart, W., Smith, D. H., Mair, A., Willson, W. A.: Brit. Med. J., 1: 37, 1960
- 17) Olsen, H. C., Gilson, J. C.: Brit. Med. J., 2: 1041, 1959
- 18) E. Yokoyama, K. Ishikawa, S. Koike: Bull. Inst. Publ. Health, 10: 197, 1961
- 19) 伴野義郎: 産業医学, 3: 77, 1961
- 20) 外山敏夫, 伴野義郎: 日本公衆衛生雑誌, 8: 659, 1961
- 21) Goldsmith, J. R.: Amer. Rev. Tuberc. Pul. Dis., 78: 180, 1958