豫防醫學會誌 第12卷 第1號
Koren J. of Preventive Medicine
Vol. 12, No. 1, October, 1979

서울市 大氣中 有害 浮遊粉塵의 成分

— 浮遊粉塵의 重金属에 関하여 —

延世大學校 醫科大學 豫防醫學教室

權肅杓·鄭 勇·林東九

—Abstract—

Heavy Metals of the Suspended Particulate in Atmosphere of Seoul City

Sook Pyo Kwon, D.P.H., Ph.D.
Yong Chung, M.P.H., D.E.S.T., Ph.D. and Dong Koo Lim, M.S.

Department of Preventive Medicine & Public Health,
College of Medicine, Yonsei University

In order to investigate air pollution by heavy metals in Seoul city, the suspended particulates in the atmosphere were sampled with high volume air sampler in industrial area(Ku Ro Dong), commerical(Kwang Hwa Moon) and residential(Shin Chon Dong) from January to November, 1977.

The sampled suspended particulates were digested and extracted from suspended particulates with the acidic solution by reflux-extraction technique, and were measured by atomic absorption spectrophotometry. And mercury was measured by mercury analyzer applying the reducing sublimation technique.

Among heavy metals analyzed, the iron was identified at the highest level in the suspended particulates and the chromium was the least.

Through the surveyed area, the concentration of heavy metals of the industrial area was comparatively high among others and the commercial was the second.

It was detected that lead was the most concentrated in the suspended particulate of the commercial area, that might be caused of the traffic emissions.

The seasonal variations were analyzed and the correlations among heavy metals and total suspended particulate were also calculated. Especially, the iron was highly correlated with total suspended particulate in all the surveyed areas.

I. 序 論

大気의 浮遊粉塵은 大気汚染의 한 重要한 指標로서 利用되어진다. 또한 그 構成 成分中에는 人体 및 動植物에 被害를 주는 炭化水素類, 重金属類, 黃酸塩 및 窒酸塩等을 함유하므로 公衆保健学的 意味는 매우 크다. 大気中의 重金属은 浮遊状態에서 人間과 動物에 吸気되어 건강장해를 일으키며 植物의 成長을 妨害한다. 더우기 活性이 強한 Fe, Ni, Mn과 같은 重金属類는 空気中에서 亜黃酸가스를 黃酸煙霧質로 変化시키는 酸化触媒剤로 作用한다고 한다[1,2].

汚染된 大気中의 重金属類 및 그 化合物을 계속

本 研究는 延世大學校 醫科大學 1979年度 教授統合研究費로 이루어진 것임.

적으로 吸入하면 生体에 축척되어 急性 및 慢性中毒을 誘発시킬 것이다. Bridge[3] 및 Goldbalt[4]는 닉켈은 鼻癌 肺癌等의 呼吸器管의 癌을 誘発한다고 報告하였으며 크롬도 肺癌 発生의 原因이 된다고 報告하였다. Carrol[4]과 Hickey[5]는 大気中의 카드뮴 汚染 濃度와 心臟病 高血圧 및 動脈硬化症의 発病率과 比例한다고 報告하였다. 또한 Schroeder[6]와 Wada[7]等은 粉塵中의 鉛과 水銀의 毒性에 対하여 研究 報告하였다.

이러한 浮遊粉塵과 重金属의 大気排出은 石油, 石炭, 廃棄物焼却等의 燃焼過程에서 発生되거나 製品生産過程에서 또는 自動車 排気가스로부터 発生된다.

過去 서울市 大気中의 重金属 汚染度에 関하여는 1974年 및 1975年에 降下粉塵中에서 韓[8]等이 調査한 바 있으며 浮遊粉塵中의 含有 濃度는 金[9]等이 調査한 바 있다.

本 調査는 서울市 大気中의 浮遊粉塵에 含有된 各種 有害 重金属의 汚染 実態를 1977年 地域 및 季節別로 分析하여 그 結果를 報告하는 바이다.

Ⅱ. 研究方法

1. 対象地域 및 調査期間

서울特別市의 商業地域(光化門 4거리), 工業地域(永登浦区 九老洞) 및 住宅地域(西大門区 新村洞)에서 1977年 1月 13日부터 同年 11月 3日까지 다음 Table Ⅰ과 같이 試料를 採取하였다[10]

2. 試料 採取方法

調査対象地域에 High Volumn Air Sampler (日本 Kimoto Electric Co 製)를 地上에서 5m부터 10m사이에 設置하였다. 이때 使用한 濾紙는 Glass fiber filter (Gelman type 4)로 Dessicator에 常温으로 24시간 保存한 後 重量을 달고 High Volumn Air Sampler에 装着시켜 約 1.4 m^3/min의 空気吸引量으로 24時間 採取하였다.

Table 1. Sampling Period (1977)

Season / Place	Winter	Spring	Summer	Autumn
Commercial Area (Kwang Hwa Moon)	13-19, Jan	12-18, May	26, July-4, Aug.	27, Oct.-2, Nov.
Industrial Area (Ku Ro Dong)	26, Feb-5, March	12-20, April	25-30, July	28, Oct.-3, Nov.
Residential Area (Shin Chon Dong)	24-30, Jan.	24, April 4, May	19-24, July	10-17, Oct.

Table 2. The concentrations of Heavy Metals in Suspended Particulate(T.S.P) in Seoul Atmosphere, 1977

(Unit, $\mu g/m^3$)

Item / Place	Ku Ro dong (Industial)	Shin Chon (Residential)	Kung Hwa Moon (Commercial)
T.S.P	325.9 ± 116.4	193.0 ± 54.9	275.4 ± 65.9
Cu	0.354 ± 0.293	0.103 ± 0.052	0.204 ± 0.153
Fe	6.519 ± 2.476	3.679 ± 1.710	4.816 ± 1.822
Mg	0.014 ± 0.014	0.007 ± 0.011	0.008 ± 0.011
Mn	0.254 ± 0.166	0.128 ± 0.008	0.157 ± 0.092
Cr	0.006 ± 0.010	0.003 ± 0.006	0.005 ± 0.016
Pb	1.091 ± 0.980	1.149 ± 0.681	2.252 ± 0.864
Cd	0.024 ± 0.026	0.011 ± 0.012	0.018 ± 0.014
Ni	0.102 ± 0.082	0.044 ± 0.051	0.063 ± 0.069

* Mean ± S.D

Table 3. The concentration of Heavy Metals of T.S.P. in Seoul Atmosphere, 1977

(Unit, $\mu g/m^3$)

Seasons	Sample site / Item	T.S.P.	Cu.	Fe.	Hg.	Mn.	Cr.	Pb	Cd	Nt
Winter (77. 1. 13 ~ 3. 5)	Ku Ro dong	381.0	0.531	6.940	0.015	0.339	0.001	1.284	0.026	0.133
		± 173.8	±0.466	±2.949	±0.014	±0.160	± 0.003	± 1.221	± 0.019	±0.098
	Shinchon dong	141.1	0.166	2.422	0.015	0.098	0.003	0.624	0.007	0.066
		± 51.3	±0.066	±0.578	±0.016	±0.023	± 0.003	± 0.378	± 0.013	±0.052
	Kwang Hwa moon	281.2	0.133	3.961	0.012	0.151	0.003	1.972	0.14	0.115
		±64.9	±0.049	±1.004	±0.015	±0.064	± 0.008	± 0.791	± 0.015	±0.089
Spring (77. 4. 12 ~ 5. 18)	Ku Ro dong	278.2	0.216	4.360	0.018	0.168	0.003	0.764	0.014	0.100
		± 43.4	±0.200	±0.607	±0.011	±0.149	± 0.008	± 0.631	± 0.010	±0.082
	Shin Chon dong	195.2	0.081	2.505	0.005	0.123	0.000	1.212	0.021	0.026
		±41.5	±0.033	±0.910	±0.002	±0.051	± 0.000	± 0.704	± 0.016	±0.024
	Kwang Hwa moon	289.5	0.71	4.052	0.015	0.189	0.000	1.558	0.021	0.051
		±59.0	±0.052	±1.836	±0.018	±0.146	± 0.000	± 0.405	± 0.012	±0.071
Summer (77. 7. 19 ~ 8. 4)	Ku Ro dong	312.4	0.366	8.642	0.003	0.216	0.06	1.634	0.025	0.077
		± 77.4	±0.055	±1.435	±0.001	±0.061	± 0.017	± 1.247	± 0.010	±0.070
	Shin chon dong	195.4	0.150	5.437	0.002	0.109	0.004	1.361	0.006	0.027
		±47.9	±0.039	±0.598	±0.002	±0.046	± 0.008	± 0.844	± 0.003	±0.026
	Kwang Hwa Moon	248.8	0.336	6.153	0.005	0.179	0.001	2.557	0.020	0.033
		± 14.1	±0.194	±1.047	±0.005	±0.133	± 0.001	± 0.824	± 0.015	±0.018
Autumn (77. 10. 10 ~ 11. 3)	Ku ro dong	329.9	0.303	6.438	0.018	0.288	0.004	0.742	0.032	0.093
		± 111.2	±0.225	±2.579	±0.019	±0.220	± 0.004	± 0.585	± 0.048	±0.080
	Shin chon dong	240.6	0.142	4.604	0.006	0.179	0.007	1.430	0.010	0.055
		±38.5	±0.049	±1.380	±0.013	±0.154	± 0.007	± 0.561	± 0.005	±0.078
	Kwang Hwa moon	284.0	0.170	4.987	0.003	0.115	0.016	2.821	0.016	0.053
		±93.7	±0.042	±2.864	±0.002	±0.086	± 0.029	± 0.964	± 0.015	±0.066

* Mean ± S.D.

이 実験 濾過紙는 Dessicator에서 常温으로 24時間 保存한 後 秤量하고 吸引空気量으로 空気 吸引 前後의 重量差를 나누어 総浮遊粉塵 濃度를 算出하였다.

3. 重金属의 分析

浮遊粉塵中의 重金属을 抽出하기 위하여 採取된 濾過紙를 4分割하여 (2 inch × 7 inch) 試料로 하였다. 分割된 濾過紙를 還流冷却 抽出装置의 프라스크에 넣고 濃窒酸과 次亜塩素酸(1 : 1)을 加하고 還流시킨 후 湿式抽出하였다[11]. 抽出 溶液을 一定한 量으로 調整하여 原子吸光分析機 (Rank Hilger 製)로 各 重金属을 測定하였으며 水銀은 還元気化法을 利用한 水銀分析器 (Colman 50, Perkin - Elmer 製)로 測定하였다.

本 調査의 原子吸光分析에 使用된 各 重金属의 標準溶液은 Standard Method 方法[16]에 準하여 調製하였다.

Ⅲ. 調 査 結 果

各 調査 地域의 浮遊粉塵中 重金属 汚染濃度는 다음 Table 2와 같다.

各 調査対象地域을 比較하여 보면 工業地域인 九老洞에서 Pb를 除外한 全重金属의 濃度가 높이 測定되었으며 商業地域(都市中心)인 光化門 그리고 住居地域인 新村의 順이었다. 工業地域인 九老洞의 重金属 汚染濃度는 居住地域인 新村보다 Pb를 除外한 各種 重金属類가 약 2倍의 높은 濃度였다. Pb은 光化門에서 濃度가 가장 높게 測定되었다.

또한 重金属의 浮遊粉塵量에 대한 含有 百分率을 보면 全重金属의 量은 2.57～2.73%였으며 Fe는 九老洞, 新村, 光化門이 2.0%, 1.191%, 1.75%로 각각 높은 含有率을 나타내었으며 Cr은 比較的 낮은 含有率을 나타내었다.

各 地域 및 季節에 따른 重金属 汚染濃度는 Table 3과 같다.

即 季節에 따른 濃度를 보면 Cu과 Cr은 九老洞에서 夏季에 0.366 $\mu g/m^3$ 및 0.016 $\mu g/m^3$로서 最大 濃度였으며 春季에 新村에서 0.081 $\mu g/m^3$와 neg.로서 最低를 나타내었다. 또한 Hg과 Cd은 九老洞에서 秋季에 0.018 $\mu g/m^3$와 0.032 $\mu g/m^3$로서 最大値를, 新村에서 夏季에 0.002 $\mu g/m^3$와 0.006 $\mu g/m^3$로 最低 濃度였다. 그리고 Fe는 九老洞에서 夏節에 8.64 $\mu g/m^3$, 新村에서 冬季에 2.422 $\mu g/m^3$로 各各 最大, 最低値를 나타내었다. Mn과 Ni는 九老洞에서 冬季에 0.339 $\mu g/m^3$, 0.133 $\mu g/m^3$으로 最大 濃度를 그리고 新村에서 冬季에 Mn이 0.098 $\mu g/m^3$와 春季에 Ni이 0.026 $\mu g/m^3$로 各各 最低 濃度였다. Pb은 光化門에서 秋季에 2.821 $\mu g/m^3$로 最大 濃度였으며 九老洞에서 秋季에 0.742 $\mu g/m^3$로 最低 濃度를 나타내었다.

또한 各 地域別로 採取된 試料에 対하여 重金属 相互間 및 浮遊粉塵의 상관 관계를 보면 Fe와 浮遊粉塵, Fe과 Cu의 상관성이 높았으며 九老洞은 Cu와 浮遊粉塵, Cu과 Pb, Cd과 浮遊

	T.S.P	Cu	Fe	Hg	Mn	Cr	Pb	Cd	Ni
T.S.P	1.00								
Cu	0.074	1.00							
Fe	0.589	0.506	1.00						
Hg	0.187	-0.094	-0.028	1.00					
Mn	0.331	0.179	0.414	0.225	1.00				
Cr	0.357	-0.088	0.445	-0.126	0.030	1.00			
Pb	0.451	0.519	0.587	0.234	0.066	0.279	1.00		
Cd	0.185	0.066	0.107	0.170	0.354	-0.106	0.001	1.00	
Ni	0.466	0.048	0.188	0.432	0.220	-0.001	0.309	0.174	1.00

Table 4. Linear Correlation Coefficients of T.S.P. and heavy metals at Kwang Hwa Moon.

	T.S.P	Cu	Fe	Hg	Mn	Cr	Pb	Cd	Ni
T.S.P	1.00								
Cu	0.691	1.00							
Fe	0.814	0.556	1.00						
Hg	0.500	0.109	0.233	1.00					
Mn	0.379	0.453	0.397	0.120	1.00				
Cr	0.073	0.043	0.107	0.108	-0.120	1.00			
Pb	0.480	0.702	0.505	0.197	0.205	0.127	1.00		
Cd	0.835	0.491	0.495	0.363	0.200	0.008	0.434	1.00	
Ni	0.349	0.577	0.137	0.271	0.512	-0.139	0.289	0.144	1.00

Table 5. Linear Correlation Coefficients of T.S.P. and heavy metals at Ku Ro Dong.

	T.S.P	Cu	Fe	Hg	Mn	Cr	Pb	Cd	Ni
T.S.P	1.00								
Cu	0.435	1.00							
Fe	0.645	0.606	1.00						
Hg	0.177	0.146	0.260	1.00					
Mn	0.817	0.097	0.851	-0.325	1.00				
Cr	0.002	0.065	0.195	0.146	-0.450	1.00			
Pb	0.507	0.373	0.410	0.087	0.322	-0.096	1.00		
Cd	0.022	0.335	-0.181	-0.227	0.522	-0.053	0.046	1.00	
Ni	0.008	0.280	0.013	-0.334	0.113	-0.157	0.075	-0.266	1.00

Table 6. Linear Correlation Coefficients of T.S.P. and heavy metals at Shin Chon.

Table 7. The concentrations of Heavy Metals in various cities.

($\mu g / m^3$)

Place	Sampling year	T.S.P	Cu	Fe	Mn	Hg	Pb	Cr	Cel	Ni
Sourthern [14] Arizona	1974									
① Urban		111	0.19	2.9	0.055		0.69	0.004	0.0024	0.006
② Rural		29.1	0.11	0.66	0.012		0.067	0.0032	0.002	0.0032
New York [15][16]	72 ~ 75	73.0					1.3	0.0085	0.0057	0.039
City	76		0.05 ~ 0.1	> 0.5	0.025~0.05	0.05 ~ 0.1	> 0.5	0.025~0.05	0.001~0.025	
New Jersey [15][16]	72 ~ 74						1.390 ~ 1.540	0.0053 ~0.0146	0.0002 ~ 0.0064	0.0123 ~ 0.017
	76		< 0.1	0.2~0.7	0.001~0.025	< 0.01	< 0.3	0.001~0.025	0.001~0.010	< 0.01
Connecticut [15]	72 ~ 74						0.963	0.006	0.0047	0.0122
Seoul [9]	1972	274.6 (131.2 ~	1.036 0.545 ~ 2.114)	5.12 (2.27 ~ 9.54)	0.194 (0.008 ~ 0.568)		2.344 (0.525 ~ 4.387)		0.009 (0.003 ~ 0.027)	0.047 (0.012~ 0.164)
Seoul	1977	193 ~ 325.9	0.103 ~ 0.354	3.679 ~ 6.579	0.128 ~ 0.254	0.007 ~ 0.014	1.091 ~ 2.252	0.003 ~ 0.006	0.011 ~ 0.024	0.044 ~ 0.102

粉塵, Mn과 Fe의 상관성이 컸으며 光化門은 Cu과 Pb, Pb과 Fe의 상관성이 있었으며 各 地域別로 보면 Table 4～6과 같다.

考　　察

人口의 都市集中 및 産業場 交通機関의 增加는 都市 大気의 汚染度를 悪化시킨다. 重要한 要因인 燃料의 使用量의 增加는 重金属類의 大気中에 放出을 또한 增加시키기도 한다.

九老洞의 汚染 濃度에 있어서 鉛을 除外하고 各種 重金属의 濃度가 높은 것은 工業地域으로서, Shelden, K. Friedlander[12]가 報告한 것과 같이 大量의 油類 使用에 따른 各種 汚染物의 排出이 많기 때문으로 생각되며 光化門에서 Pb의 汚染濃度가 높고 九老洞보다 新村이 또한 높은 것은 Pb의 主排出源이 車輛이며 交通量이 많기 때문으로 사료된다. 이는 自動車 燃料中에 含有된 Antiknock 剤에 의한 것으로 사료된다.

또한 調査 地域에서 Fe의 濃度가 매우 높은 것은 燃料中 Fe의 含有率[13]이 매우 높기 때문인 것으로 思料된다.

重金属 濃度의 季節的 変動이 큰 것은 各 地域의 汚染物 排出 状況과 気候 変化에 따른 大気汚染物 拡散이 각기 다르기 때문으로 생각된다. 浮遊粉塵中 重金属類의 相互 相関性이 있어서 工業地域인 九老洞이 높은 반면 住宅地域인 新村이 낮았다. 이는 九老洞은 産業場들이 계속적으로 汚染物質을 排出하기 때문으로 생각되며 新村은 地理的 気候与件에 따라 汚染物質의 排出量보다 土砂等의 発生에 의한 영향이 커서 그들의 상관성이 낮은 것으로 생각된다.

本 調査의 結果와 外国 및 서울市의 汚染 濃度를 比較하여 보면 Table 7과 같다. 金[9]等이 調査한 1972年보다는 Mn, Cd, Ni을 除外한 重金属 濃度는 낮아졌으나 Fe은 New York의 10倍 Pb은 4倍의 높은 汚染 濃度를 나타내었다. 이들 Fe等은 各種 보일러나 産業場의 除塵装置施設의 미비에 起因하는 것으로 思料된다.

重金属이 大気中에 汚染되어 人体에 미치는 영향등에 対한 許用 限界는 아직 設定되어 있지 않으나 環境中의 各種 重金属에 長時間 生体가 露出될 경우 이들의 吸収 蓄積에 依해 中毒作用을 일으킨다는 것은 많은 研究 報告가 있으나 本 調査結果 나타난 浮遊粉塵中의 重金属의 汚染濃度가 生体에 미치는 영향에 対하여는 보다 많은 研究가 있어야 할 것이다. 重金属에 대한 大気汚染 濃度의 基準의 設定은 常食하고 있는 食品 및 음료수等과 같이 体内에 吸収되는 重金属과 聯関시켜 各重金属의 축적성과 조직의 負荷量에 따라 決定되어져야 한다고 하는 報告[17]에 따라 重金属의 全般的인 汚染実態의 調査에 의하여 設定되어야 한다고 생각된다. 높은 重金属類의 汚染은 国民保健에 영향을 크게 미칠 것이 豫想되며 各種 汚染 防止 対策이 要望된다고 하겠다.

結　　論

서울市 大気中의 浮遊粉塵에 含有된 有害 重金属의 濃度를 測定하고저 光化門(商業地域), 九老洞(工業地域), 新村(住宅地域)으로 区分하고 1977年 1月 13日부터 同年 11月 3日까지 四季節에 각각 6～7回를 High Volumn Air Sampler로 浮遊粉塵을 採取하였다. 이 試料를 原子吸光分析器와 水銀分析器로 測定 分析하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 各 重金属의 汚染 濃度中 九老洞의 Fe의 汚染濃度가 6.519 $\mu g/m^3$로 最大였으며, 新村의 Cr이 0.003 $\mu g/m^3$로 最低濃度를 나타내었다.

2) 調査 세 地域中에서 Pb을 除外하고 各種 重金属汚染濃度는 九老洞, 光化門, 新村 順으로 汚染濃度가 낮아졌으며 Pb은 光化門 新村 九老洞 順이었다.

3) 浮遊粉塵中의 重金属의 含有 百分率은 全 金属에 対하여 2.57～2.73%을 나타내었다. 이중 Fe의 含有率이 1.75～2.00%로 제일 높았으며, Cr이 0.002%로 낮은 含有率을 나타냈다.

4) 季節에 따른 濃度 変化는 세地域 모두 컸으며 Ni은 세地域에서의 変化 様相은 같았다. 그리고 Fe와 Cu, Mn과 Cd는 地域別의 濃度 変化 様相이 各各 같았다.

5) 重金属間의 相関 및 重金属과 浮遊粉塵과의 相関性은 세 地域에서 共히 Fe와 浮遊粉塵 Fe과의 相関性이 높았으며, 九老洞은 Cd와 浮遊粉塵 Pb와 Cu의 相関性이 높았으며, 新村은 Mn과 浮遊粉塵 Mn과 Fe의 相関性이 높았다.

以上의 結果로 보아 서울市 大気中의 重金属의 汚染度가 높으며 汚染物의 排出을 減少키 為한 防止 対策이 세워져야 할 것이다.

REFERENCES

1. Bracewell and O. Gall : *1967. "Symposium on the Physico-chemical Transformation of Sulfur Compounds in the Atmosphere and Formation of Acid Smogs" Mainz, Germany.*
2. 大 喜多, 及川, 伊源, 1970. 公衆衛生院 研究 報告. 252 - 259.
3. 木村正己外 : 1977. 環境汚染物質の 生体 への 影響 (National Research Council 編) 3:二 ヲチノレ, 123 - 148. 東京化學同人. 東京
4. Carroll, R.E : *1966. "The relationship of cadmium in the air to cardiovascular disease death rates" JAMA, 198. 267.*
5. Hickey, R.J. Schoff, E.P. and Clelland R.C.: *1967. "Relationship between Air pollution and certain chronic disease death rates", Arch Environ. Health 15, 728.*
6. Schroeder et al : *1968. "The human Body Burden of Lead" Arch Environ. Health 17, 965-977.*
7. Osama, Wada et al : *1969. "Response to low Concentration of Mercury Vapor Arch. Environ, Health 19, 485-488.*
8. 한상욱, 최병기 : 1975. "대기오염 물질중 분진의 성상에 관한 연구 (제 1보), 국립보건연구원보, 12, 193 - 202.
9. 金旻永 李弘根 鄭文植 : 1974. "서울市內 大氣中 重金屬濃度 調査" 公衆 保健 雜誌 11, 130 - 141.
10. 權肅杓 鄭勇 林東九 : 1978. "서울市 大氣中 有害 浮遊粉塵의 成分에 關한 調査研究 " 豫防醫學會誌, 11, 65 - 74.
11. Thomas, Y. Kometani : *1972. "Dry Ashing of Air borne Particulate Matter on Paper and glass fiber filters for trace Metal Analysis by Atomic Absorption Spectrometry" Envir. Scien. Tech, 6, 617-620.*
12. Sheldon K, Friedlander : *1973, "Chemical Element Balances & Identification of Air Pollution Sources" Envir Sci. Tech. 7, 235-240.*
13. 松尾 行文 藤村 滿 樋口 雅 : 1978. "固定 發生源 力から排出されるはい粉じん中の 金屬成分および粒度分布, 14, 15 - 20.
14. J.L. Moyers, L.E. Ranweiler., S.B. Hopf and N.E. Korte : *1977, "Evaluation of Particulate Trace Species in Southwest Desert Atmosphere" Environ Sci. Tech. 11, 789-795.*
15. Paul J. Lioy and George T. Wollff : *1978, "Toxic Airborne Elements in the New York Metropolitan Area" & of Air Poll. Control Assoc. 28, 510-512*
16. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater APHA, AWWA, WPCF Ed 14th ed.
17. Elizabeth H. Rerpp, Dennis C. Parzych etc : *1978. "Composite Hazard Index for Assessing Liwiting Exposures to Environ mental pollutants 12, 802-807.*