

한국 어린이 및 청소년의 폐환기능에 관한 연구 —특히 표준치 예측 수식에 관하여—

충남대학교 의과대학 생리학교실

박 해 근 · 김 광 진

=Abstract=

Studies on the Ventilatory Functions of the Korean Children and Adolescents, with Special References to Prediction Formulas

Hae Kun Park and Kwang Jin Kim

Department of Physiology, School of Medicine, Chungnam National University

The maximum breathing capacity (MBC) and the maximum mid-expiratory flow rate (MMF) are widely used in evaluation of the ventilatory function, among various parameters of pulmonary function. The MBC volume is the amount of gas which can be exchanged per unit time during maximal voluntary hyperventilation. Performance of this test, unlike that of single breath maneuvers, is affected by the integrity of the respiratory bellows as a whole including such factors as respiratory muscle blood supply, fatigue, and progressive trapping of air. Because of this, the MBC and its relation to ventilatory requirement correlates more closely with subjective dyspnea than does any other test. The MMF is the average flow rate during expiration of the middle 50% of the vital capacity. The MMF is a measurement of a fast vital capacity related to the time required for the maneuver and the MMF relates much better to other dynamic tests of ventilatory function and to dyspnea than total vital capacity, because the MMF reflects the effective volume, or gas per unit of time.

Therefore, it is important to have a prediction formula with one can compute the normal value for the subject and the compare with the measured value. However, the formulas for prediction of both MBC and MMF of the Korean children and adolescents are not yet available in the present. Hence, present investigation was attempt to derive the formulas for prediction of both MBC and MMF of the Korean children and adolescents.

MBC and MMF were measured in 1,037 healthy Korean children and adolescents (1,035 male and 1,002 female) whose ages ranged from 8 to 18 years. A spirometer (9L, Collins) was used for the measurement of MBC and MMF. Both MBC and MMF were measured 3 times in a standing position and the highest values were used.

For measurement, the CO₂ absorber and sadd valve were removed from the spirometer in order to reduce the resistance in the breathing circuit and the subject was asked to breathe as fast and deeply as possible for 12 seconds in MBC and to exhale completely as fast as possible after maximum inspiration for MMF. During the measurement, investigator stood by the subject to give a constant encouragement. All the measured values were subsequently converted to values at BTPS.

The formulas for MBC and MMF were derived by a manner similar to those for Baldwin et al (1949) and Im (1965) as function of age and BSA or age and height.

The prediction formulas for MBC (L/min, BTPS) and MMF (L/min, BTPS) of the Korean children and adolescents as derived in this investigation are as follows:

For male, $MBC = [41.70 + \{2.69 \times \text{Age}(\text{years})\}] \times \text{BSA} (\text{m}^2)$

$MBC = [0.083 + \{0.045 \times \text{Age}(\text{years})\}] \times \text{Ht} (\text{cm})$

For female, $MBC = [45.53 + \{1.55 \times \text{Age}(\text{years})\}] \times \text{BSA} (\text{m}^2)$

$MBC = [0.189 + \{0.029 \times \text{Age}(\text{years})\}] \times \text{Ht} (\text{cm})$

For male, $MMF = [0.544 + \{0.066 \times \text{Age}(\text{years})\}] \times \text{Ht} (\text{cm})$

For female, $MMF = [0.416 + \{0.064 \times \text{Age}(\text{years})\}] \times \text{Ht} (\text{cm})$

I. 서 론

최근에 이르러 심폐기능에 대한 관심도가 높아져서 폐기능 검사는 단순히 폐질환의 진단에 보조적인 역할을 할 뿐만 아니라 건강인에 있어서 생리적 기능의 판정에도 매우 중요한 의의를 갖고 있다. 그러므로 폐활량 뿐만 아니라 환기기능의 측정을 위한 최대환기능, 시간 폐활량 및 호기(呼氣)기류량 등에 관한 많은 보고가 있다. 특히 Gaensler(1950)에 의하면 최대환기능은 정적인 면의 폐활량보다 폐용적에 시간적인 개념을 가함으로써 기관지천식, 폐기종 및 기도의 중앙 등 폐쇄성 폐기능부전에 있어서 현저히 감소되므로 그 평가에 좋은 지표가 된다고 하였다.

그간 우리나라에서 金동(1960)이 성인의 폐기능, 박(1964)은 10대에서 60대까지의 남녀 폐기능 및朴 등(1965)은 성인남자 및 운동선수에 있어서의 폐기능에 대하여 각각 보고한 바 있으나, 정상 한국인의 표준치에 대한 수식이 없었으므로 미국인의 표준치 예측수식인 Baldwin 등(1946)의 식으로부터 폐활량 및 최대환기능의 표준치를 산출하여 비교하고 있었다. 한편 가까운 일본에서는 山田(1954) 및 田多井(1957) 등에 의하여 남녀 성인의 폐활량 및 최대환기능에 대한 예측수식이 보고되었고 구미에서의 연구도 대단히 많았으며(Lyong 및 Tanner, 1962; Morse et al, 1952; Ferris et al, 1952; Needman et al, 1952; Kory et al, 1961), 한국인에 있어서의 남녀 어린이 및 성인에 대한 폐활량 그리고 성인의 최대환기능에 대한 표준치 예측 수식은任(1965)에 의하여 연구 보고됨으로써 현재 정상치로 사용되고 있다.

최대환기능(maximum breathing capacity, MBC로 약)이란 단위 시간내에 호출할 수 있는 최대량의 환기능이며 폐기능을 동적으로 평가할 수 있는 가장 좋은

지표이고 이 기능을 좌우할 수 있는 요소로는 호흡근의 힘, 폐장과 흉곽의 탄력성, 기도의 저항 및 최대의 노력등 많이 있고 측정이 다소 복잡하나 spirometer를 사용하므로써 쉽게 측정되고 또 일반적으로 12초간의 환기량으로 부터 1분치로 환산하므로써 최대의 값을 얻을 수 있다. 그러나 아직도 한국 어린이 및 청소년에게 적용할 수 있는 표준치 예측 수식이 없으므로 이의 평가에 많은 지장을 초래하고 있다. 또한 최대중간 호기기류량(maximum mid-expiratory flow; 이하 MMF로 약칭)은 최근에 사용되고 있는 폐기능 측정항목으로 시간폐활량 측정시 최대호출곡선의 중간 즉 1/2에 해당하는 용적을 시간단위로 표시한 것인데 이를 1분 값으로 환산하여 L/min 단위로 나타내며 시간폐활량과 아울러 환기기능 검사법의 하나이다. 이것은 최대환기능의 측정보다 그 방법이 용이하나 유사한 능력의 평가를 할 수 있으므로 저자 등은 한국 어린이 및 청소년들에게 적용할 수 있는 최대환기능 및 최대중간 호기기류량의 표준치 예측수식을 동시에 구하여 널리 이용될 수 있도록 하고자 본 연구에 착수하였다.

II. 피검자 및 측정방법

본 연구의 피검자는 충남 대전시 및 근교의 어린이와 청소년을 대상으로 하였고 흉곽질환이 없고 건강한 국민학교부터 중·고등학교 남녀학생을 무작위로 추출하여 8세에서 18세까지 11개 연령군으로 나누어 매 연령군마다 약 100명씩을 추출하였는데 그 연령별 피검자의 수는 제 1 표에 기재한 바와 같다. 즉 남자는 8세군이 72명이었고 12세군이 가장 많아 127명이었으며 총 1,035명이었고 여자는 18세군이 73명으로 가장 적었고 15세군이 114명으로 가장 많았으며 총 1,002명으로 남녀 모두 2,037명이었다.

A. 최대환기능의 측정

전술한 바와 같이 최대환기능은 단위 시간내에 호출할 수 있는 최대의 기체량으로 일반적으로 12초간의 호출량으로부터 1분간 값으로 환산하나 너무 어린 어린이에서는 측정이 곤란하였기에 8세 어린이부터 측정하였다. 본 기능의 측정은 식후 3시간이상 경과된 후에 Collins spirometer(9L, Collins)를 사용하여 곧게 선 자세에서 측정하였는데 측정하기 전에 피검자를 편안히 앉게하여 본 기능 측정의 의의와 방법에 대하여 충분히 이해시키고 시범을 통해 습득케 하였으며 Knowles(1959) 및 Cournand et al(1939)등의 방법으로 측정하였다. 그리고 spirometer 내의 회로저항을 최소로 줄이기 위해 soda lime 판 및 sadd 판막을 완전 제거하였고 측정시에는 미리 신장과 체중을 측정(計測)한 후 피검자의 코를 막고 spirometer의 mouth piece를 입에 물려 입으로만 호흡시키되 피검자의 입 및 코에서 공기의 누출(漏出)이 없는 것을 확인한 후에 가급적 깊고 빠르게 호흡시켰으며 그 빈도는 1분간 60~80회 정도로 12초 동안 실시 하였다. 한편 본 기능은 피검자의 노력 여하에 대단히 큰 영향을 받게 되므로 검사자는 측정중 시종 피검자 옆에서 최대의 노력을 발휘할 수 있도록 격려했다.

각 피검자의 최대환기능은 이상의 조작을 3회 실시하여 얻은 성적중 가장 큰 값을 취하였고 12초간의 값을 5배하여 1분 값으로 표시하였다.

B. 최대중간 호기기류량의 측정

본 기류량은 Leullen과 Fowler(1955)의 방법으로 spirometer를 사용하여 측정하였다. 즉 측정시에는 최대환기능의 측정시와 같게 하고 호흡을 보통으로 하게 하여 검사자의 지시에 따라 폐활량 측정시와 같이 최대로 흡입시킨 후 kymograph(drum)를 최대속도(32 mm/sec)로 회전시키면서 최대의 힘으로 완전히 호출케 하여 얻은 곡선(노력성 최대 호출곡선, forced expiratory volume curve; FEV)으로 부터 산출하였다. 즉 위의 곡선에서 중간 50%에 해당하는 곡선의 기울기로부터 구하였는데 Morè et al(1967)에 의하여 보고된 계산법을 적용하여 spirogram에서 최대호출곡선을 4등분하고 그 중간 2등분의 기울기를 구하였다 이상과 같은 조작을 3회 반복하여 빠른 곡선을 택하였고 측정치는 1분 동안의 호출량(L/min)으로 표시하였으며 최대환기능과 더불어 BTPS(Body temperature, pressure and saturated with water vapor)로 환산하여 신장 체중 및 DuBois(1924)의 nomogram에 의해 산출된 체표면적(BSA)으로 각각 나누어 비(比)도

구하였다.

이상과 같은 성적을 토대로 하여 8세부터 18세까지의 남녀에게 적용할 수 있는 최대환기능 및 최대중간 호기기류량에 대한 표준치의 예측수식을 각각 구하였으며 보고된 성적과 비교하였다.

Ⅲ. 측정성적

피검자의 체격은 제 1 및 제 2 표에 기재한 바와 같다

Table 1. Physical characteristics of male subjects (Mean±S.E)

Age (yrs)	Number of Subjects	Height (cm)	Weight (kg)	BSA (m ²)
8	72	124.6±0.55	22.4±0.43	0.91±0.01
9	82	129.6±0.62	24.8±0.38	0.97±0.02
10	95	133.6±0.60	27.1±0.57	1.02±0.01
11	87	138.9±0.78	29.8±0.54	1.09±0.02
12	127	142.7±0.61	32.7±0.47	1.15±0.02
13	109	150.0±0.89	38.2±0.75	1.26±0.02
14	126	155.7±0.67	43.9±0.59	1.40±0.02
15	98	162.5±0.72	50.4±0.62	1.53±0.02
16	83	165.5±0.81	51.8±1.07	1.58±0.02
17	82	168.1±0.62	55.7±0.67	1.59±0.03
18	74	167.7±0.55	56.1±0.79	1.64±0.02
Total	1,035			

Table 2. Physical characteristics of female subjects (Mean±S.E)

Age (yrs)	Number of Subjects	Height (cm)	Weight (kg)	BSA (m ²)
8	75	124.0±0.61	21.9±0.46	0.89±0.01
9	77	127.5±0.67	23.7±0.45	0.93±0.01
10	103	132.4±0.67	27.1±0.43	1.01±0.02
11	104	138.8±0.72	30.4±0.48	1.10±0.02
12	91	144.7±0.69	34.6±0.63	1.19±0.02
13	96	149.1±0.69	38.8±0.58	1.28±0.01
14	93	153.0±0.55	42.9±0.61	1.35±0.02
15	114	154.4±0.41	46.5±0.51	1.41±0.05
16	102	156.5±0.48	47.9±0.58	1.46±0.02
17	74	156.7±0.58	50.5±0.57	1.49±0.01
18	73	155.7±0.47	49.9±0.64	1.47±0.01
Total	1,022			

즉 남자의 체격(제 1 표)은 8세에서 신장 124.6cm, 체중 22.4kg 그리고 체표면적은 0.91m²이었으며 연령이 증가함에 따라 모두 증가되어 15세에서 각각 162.5cm, 50.4kg, 및 1.53m²이었고 그 이후에는 증가도가 낮아 18세에서 각각 167.7cm, 56.1kg 및 1.64m²로써 17세와 거의 일치하였다. 한편 여자의 체격(제 2 표)은 8세에서 남자의 체격과 유사하여 신장 124cm 체중 21.9kg 및 체표면적 0.89m²였으며 14세까지는 각 연령에서 남자의 체격과 일치하였으나 15세에서 각각 154.4cm, 46.5kg 및 1.41m²로써 남자에서 보다 낮았고 그 이후에는 거의 일정하게 유지됨을 볼 수 있었으며 18세에서 각각 155.7cm 49.9kg 및 1.47m²로써 15세와 큰 차이가 없었다. 또한 남자는 12세 이후에 급격한 발육을 나타내었고 여자는 10세 이후에 현저한 발육의 증가를 나타내고 있어서 12세 13세에서 여자의 체격은 남자에서 보다 우수하였다.

연령별 최대환기능(MBC) 및 최대중간 호기기류량(MMF)의 성적은 제 3 표에 표시하였다. 즉 8세에서 MBC는 남녀 각각 56.7±1.3 및 49.3±1.2 L/min 이었고 MMF는 131.1±2.9 및 117.4±3.7 L/min으로써 남녀 각각 MMF는 MBC의 2.31 및 2.38배에 해당하였다.

모든 기능은 연령과 더불어 향상되었는데 MBC는 남자에서 18세까지 그리고 여자는 17세까지 거의 직선적인 증가를 나타내었으며 17세에서 남녀 각각 141.6±3.1 및 109.1±2.0 L/min, 18세에서 144.4±2.3 및 104.0±2.2 L/min으로 남녀를 비교하면 8세와 17세에

서 각각 여자는 남자의 87 및 77% 정도의 능력을 가지고 있어서 연령이 증가함에 따라 MBC의 증가도가 여자에서 낮았다. 한편 MMF에 있어서도 연령이 증가함에 따라 증가되어 17세에서 최대로 남녀 각각 281.8±6.3 및 239.3±5.5 L/min이었으며 18세에서는 17세와 일치하였다. 또한 남녀를 비교하면 8세와 17세에서 각각 여자가 남자의 89.5 및 84.9%로서 연령이 증가함에 따라 남녀의 차이가 증가되는 경향이 있었으나 MBC의 경우보다는 적었고 연령에 의한 저하도 또한 낮았다.

측정된 MBC 및 MMF의 신장에 대한 비율을 보면 제 1 도에 표시한 바와 같다. 즉 MBC에서 남녀 모두 8세에서 연령과 더불어 증가되었으며 좋은 상관성이 있었는데 남자는 r=0.768, 여자는 r=0.631로서 유의하는 (P<0.001)상관성이었다. MMF에서도 그 신장비율은 MBC에서와 같이 연령이 증가됨에 따라 증가되었고 남녀 모두 16세 이후에는 거의 일정하게 유지되었으며 연령과의 상관관을 보면 남자는 r=0.594, 여자는 r=0.66으로써 유의하는 상관관계를 나타내었다.

한편 MBC 및 MMF의 체표면적에 대한 비율은 제 2 도에 도시한 바와 같다. 즉 제 2 도에서 볼 수 있듯이 MBC의 체표면적 비율은 연령이 증가함에 따라 남녀 모두 증가하여 그 상관계수가 남자는 r=0.534, 여자는 r=0.40으로 유의한 상관성이 있었고 MMF는 16세

Table 3. Maximum breathing capacity (MBC) and maximum mid-expiratory flow (MMF) in various ages of subjects (Mean±S.E)

Age (yrs)	MBC(L/min)		MMF(L/min)	
	Male	Female	Male	Female
8	56.7±1.3	49.3±1.2	131.1±2.9	117.4±3.7
9	64.5±1.4	56.3±1.5	145.7±2.7	120.4±4.3
10	65.9±1.2	62.0±1.6	146.1±2.8	138.5±3.1
11	80.6±1.8	70.9±1.4	176.6±3.8	150.0±3.6
12	85.2±1.4	77.0±1.8	187.0±3.6	171.6±4.4
13	97.6±3.3	84.6±1.8	207.5±4.7	181.3±4.0
14	101.8±2.1	92.6±1.8	223.1±4.1	194.5±4.2
15	128.1±2.6	95.4±1.5	255.4±4.8	212.4±3.9
16	130.0±3.1	101.6±1.6	276.2±6.2	228.9±4.7
17	141.6±3.1	109.1±2.0	281.8±6.3	239.3±5.5
18	144.4±2.3	104.0±2.2	281.4±4.9	237.3±5.4

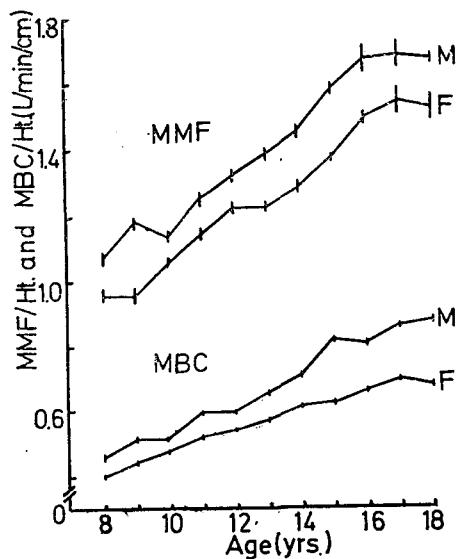


Fig. 1. Changes of MBC and MMF ratio to body height in various ages.

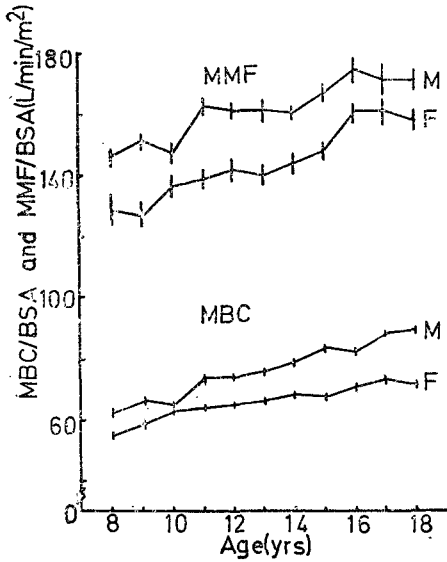


Fig. 2. Changes of MBC and MMF ratio to body surface area in various ages.

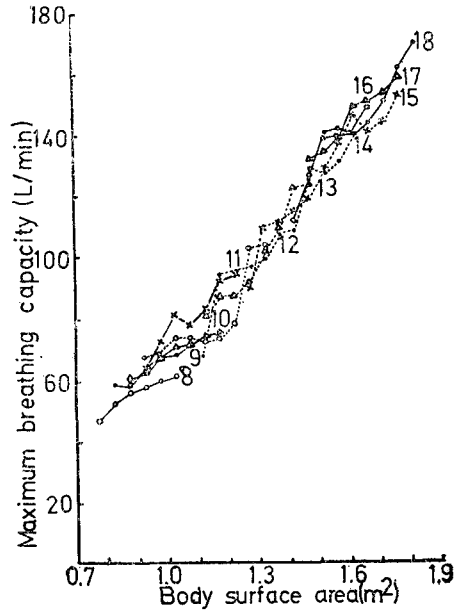


Fig. 3. Relationships between MBC and body surface area in male subjects. The numerical figures means age in years..

Table 4. Maximum breathing capacity (L/min) in relation to body surface area and age in female subjects

Age(yrs)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.96~0.80	43.1										
0.81~0.85	45.0	51.8	43.6								
0.86~0.90	45.6	53.1	54.9								
0.91~0.95	49.2	55.8	59.6	56.5	62.5						
0.96~1.00	53.1	56.3	63.8	63.7	68.7						
1.01~1.05	55.6	59.1	64.1	65.6	69.0						
1.06~1.10			66.3	66.0	73.6	73.1					
1.11~1.15			67.5	72.2	74.6	80.7					
1.16~1.20			79.8	77.1	75.0	72.7	76.9				
1.21~1.25				78.6	75.2	71.7	78.4				
1.26~1.30				79.1	81.8	88.7	82.5	89.7			
1.31~1.35					82.0	78.3	93.4	87.0	94.8		90.1
1.36~1.40					86.4	93.7	96.1	93.5	95.7	101.1	98.0
1.41~1.45						88.5	97.9	97.9	102.4	103.6	101.6
1.46~1.50						91.5	98.8	98.7	107.8	113.2	103.5
1.51~1.55							102.7	96.4	102.2	108.3	109.6
1.56~1.60								107.4	107.4	115.4	113.4
1.61~1.65									104.5	119.1	

Table 5. Maximum mid-expiratory flow (L/min) in relation to age and height in male subjects

Age(yrs) \ Ht(cm)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
110~115	130.7										
116~120	129.9	135.5									
121~125	125.1	130.7	145.9								
126~130	138.2	149.1	142.3	161.3	190.6						
131~135		148.3	144.7	166.6	168.2	190.9					
136~140		156.6	156.1	191.4	185.5	192.9					
141~145			160.5	180.5	175.5	179.0	207.4				
146~150				182.5	188.7	203.7	195.6	202.9			
151~155					212.7	209.4	215.2	215.2	267.3		
156~160						217.3	232.1	234.2	286.4		278.1
161~165						239.7	248.3	266.2	276.4	264.4	280.5
166~170						262.4	240.6	272.0	294.6	283.5	281.4
171~175							265.3	272.8	293.0	288.4	284.6
176~180										284.2	290.0

Table 6. Maximum mid-expiratory flow (L/min) in relation to age and height in female subjects

Age(yrs) \ Ht(cm)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
116~120	119.1	121.5	128.7								
121~125	112.8	110.8	130.1								
126~130	110.9	122.1	137.3	123.2	127.9						
131~135	134.3	121.7	138.0	164.3	129.7	150.2					
136~140		132.2	139.8	140.1	156.3	164.0					
141~145			147.5	162.4	158.9	163.5	154.3	164.6	219.5		
146~150				164.4	188.1	185.5	180.7	187.2	227.8	211.9	203.9
151~155				162.6	184.3	179.3	192.4	201.0	230.8	234.0	229.9
156~160					203.0	204.1	206.1	214.9	231.5	249.0	237.6
161~165							214.1	232.0	237.8	233.8	261.8
166~170									239.8	237.7	

이후에서 일정하였으나 연령과의 상관관계를 보면 남자에서 $r=0.244$ 그리고 여자에서 $r=0.335$ 로써 상관관계가 매우 낮았다. 또한 MMF 및 MBC의 체중에 대한 비율을 보면 연령이 증가함에 따라 점차 저하되었으며 남자는 8세에서 5.9 L/min/kg, 18세에서 5.0 L/min/kg 이었고 여자는 8세에서 5.22 L/min/kg, 18세에서 4.7 L/min/kg 이었다.

한편 연령별 체표면적별 MBC의 성적은 남자의 경우 제 3도와 같다. 이 그림에서 보는바와 같이 일반적으로 체표면적이 0.8m² 일때 MBC는 45 L/min 이었고 연령이 증가함에 따라 증가되어 1.8m²에서 160 L/min 정도로서 유의한 상관관계가 있었다. 또 여자의 성적은 제

4표에서 보여주듯이 같은 연령에서는 체표면적의 증가와 더불어 유의한 증가를 나타내었고 같은 체표면적에 있어 연령이 증가함에 따라 약간의 증가를 나타내므로써 체표면적과 최대환기기능 사이에는 유의한 상관관계가 있었다. 그러나 연령별 MMF와 신장과의 상관관계를 보면 남자의 경우 제 5표에 표시한 바와 같다. 즉 연령 및 신장의 증가에 따라 MMF는 증가하였는데 신장과 MMF는 체표면적에서 보다 더 유의한 상관관계를 나타내었고 이와같은 성적은 여자의 경우에도 같았다(제 6표).

이상의 성적과 상관관계를 토대로 하여 정상치 예측수식의 기본형인 Baldwin et al(1948) 및 임(1964), 田多

井(1959) 및 山田 (1954) 등의 수식에 의거하여 최대환기능(L/min, BTPS)=[(a+b)연령]×체표면적(m²) 혹은 신장(cm)을 곱하였으며 MMF는 체표면적과의 상관성이 낮으므로 신장과의 상관성을 이용하여 MMF(L/min, BTPS)=[(a+b)연령]×신장(cm)을 사용하였으며 위의 수식에서 a와 b는 각각 최소자승법에 의하여 산출하였다. 이와같이 하여 산출한 어린이 및 청소년에게 적용할 수 있는 MBC 및 MMF의 정상치·예측수식은 다음과 같다.

최대환기능(MBC, L/min, BTPS)

남자 :

$$MBC=[41.70 + \{2.69 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{체표면적(m}^2\text{)}$$

$$MBC=[0.083 + \{0.045 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{신장(cm)}$$

여자 :

$$MBC=[45.53 + \{1.55 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{체표면적(m}^2\text{)}$$

$$MBC=[0.189 + \{0.029 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{신장(cm)}$$

최대중간 호기기류량(MMF, L/min, BTPS)

남자 :

$$MMF=[0.544 + \{0.066 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{신장(cm)}$$

여자 :

$$MMF=[0.416 + \{0.064 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{신장(cm)}$$

Ⅳ. 고 찰

폐환기능 중 최대환기능(MBC) 및 최대중간 호기기류량(MMF)을 8세에서 18세까지 남녀 2,037명에서 측정하므로써 우리나라 어린이 및 청소년에게 적용할 수 있는 정상치 예측수식을 얻고져 본 연구를 실시하였다.

최대환기능은 오래 전부터 폐활량과 더불어 널리 이용되어 온 폐기능검사법의 하나이며 이는 spirometer를 사용하는 폐쇄회로법과 Douglas gas 주머니 및 gas meter를 사용하는 개방회로법이 있으나 Stuart 및 Cohen(1959)은 측정법에 따라 차이가 있음을 보고했고 동일 방법을 사용할 때도 호흡회로의 저항의 정도에 따라 측정치에 많은 차이를 초래한다고 하였다. (Comroe, 1951; Zwi et al, 1959). 한편 MMF는 폐활량에 시간적 개념을 첨가한 것으로써 폐활량과 최대환기능의 기능을 동시에 평가할 수 있는 좋은 검사법의 하나이며 (Leuallen 및 Fowler, 1955) spirometer를 사용하므로써 쉽게 측정할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 저항이 매우 낮은 9L. Collins spirometer를 사용하여 측정하였다.

최대환기능은 중요한 폐기능 검사법의 하나이면서도 아직 우리나라 어린이 및 청소년에게 적용할 수 있는

표준치가 없어 이들의 환기 기능의 평가에 지장이 크므로 최대중간 호기기류량과 아울러 정상치 예측수식에 대한 연구가 필요한 실정이었다.

따라서 저자들은 국민학교 및 중·고등학교 남녀 학생들 중 8세에서 18세까지 각 연령 별 남녀 각각 100명을 기준으로 본 연구를 실시한 결과 체격은 보고된 한국어린이 및 청소년의 체격과 비교하면 梁등(1959)이 보고한 8세부터 18세까지의 전 연령을 통한 성적보다 높았으며 朴등(1968) 및 朴등(1971)의 보고와 비교하면 전 연령에서 일치하였다. 그리고 본 연구의 최대환기능에 대한 성적을 보고된 任(1965)의 청소년에 대한 성적과 비교하면 任(1965)의 18세에 대한 성적이 남녀 각각 128.3 및 86.4 L/min인 반면에 본 성적은 각각 144.4 및 104.0 L/min으로 본 연구성적이 높았는데 任(1965)의 피검자수는 매우 적었다. 또 朴등(1973)의 성적과 비교하면 대학생 중 18세 남자에서 169.0 L/min인 보고는 본 연구성적보다 높았다.

한편 외국인의 성적과 비교하면 Ferris 및 Smith(1953)는 미국인 5세부터 18세까지의 총 233명의 여자에 대한 성적은 8세에서 60.3 L/min이었고 15세에서 105 L/min 그리고 18세에서 123.1 L/min으로 전 연령을 통하여 높았는데 이는 체격의 차에 의한 것이며 체표면적별 최대환기능을 1.0~1.09m²에서 63.3 L/min으로 본 성적의 동일 체표면적에서 65.9 L/min 그리고 1.4~1.49m²에서 90.8 L/min인데 반하여 본 성적은 100.4 L/min으로 본 연구성적이 약간 높은 경향을 나타내고 있었다. 신장별 최대환기능에서도 신장이 120~124.9cm 일때에 61.7 L/min이었으며 145.0~149.9cm 일때에 77.9 L/min로서 본 연구성적과 유사 하였다. 남자의 성적은 Ferris et al(1952)에 의하면 5세부터 18세까지 총 161명에서 측정하였는데 8세에서 69.0 L/min이었고 15세에서 129.0 L/min 그리고 17세에서 155.0 L/min으로 본 성적의 56.7, 128.1 및 141.6 L/min보다 높았으며 체표면적별 최대환기능 역시 1.0~1.09m²일때 65.0 L/min, 1.71~1.80m²일때 130.0 L/min로써 본 성적 73.7 및 153.1 L/min보다 높았고 신장별 최대환기능 또한 높았다.

한편 일본인에 대한 최대환기능을 보면 20세이상에서 여자에 대해 田多井(1957) 남자에 대해 山田(1954) 및 Tatai et al(1958)에 의하여 정상치 예측수식이 보고되었으나 아직 어린이 및 청소년에 대한 수식은 보고되지 않았고 埴川(1960)에 의해 9세부터 14세까지 남녀 총 457명에 대한 측정보고를 보면 9세에서 체표면적당 남녀 각각 460 및 34.0 L/min/m²이었고 14세에

서 61.8 및 41.1 L/min/m²로서 본 성적 9세에서 남녀 각각 66.8 및 59.1 L/min/m² 그리고 14세에서 79.1 및 68.2 L/min/m²보다 낮았으며 埴川(1960)의 도시와 농촌의 고교생의 성적과 비교하면 15세에서 동경(東京)의 학생은 남녀 각각 78.3 및 66.3 L/min/m²이었고 농촌의 학생은 각각 66.3 및 43.5 L/min/m²로서 동경의 학생 성적이 본 성적과 유사하였다. 이상의 성적으로 볼때 한국 어린이 및 청소년의 최대환기능을 동일 체격에서 구미(歐美)인이나 일본인보다 높은 것을 알수 있었다.

최대환기능과 더불어 측정된 최대중간 호기기류량(MMF)은 Leullen 및 Fowler(1559)에 의한 성인의 성적이 보고되었을 뿐 아직도 본 성적과 비교할 만한 보고는 없었으나 그 측정법을 볼 때 최소한 최대환기능의 2배 이상이 되어야 하는데 낮은 연령에서 즉 14세 이하에서 남녀 모두 최대환기능의 2.2배 이상이었으나 15세 이후의 남자에서만 2배 이하였는데 이는 최대환기능 측정시에 남자에서의 12초간의 환기능력이 충분함을 암시하는 것이다.

이상에서 측정된 MBC 및 MMF의 성적등을 토대로 하여 체격과의 상관성을 보면 MBC에 있어서 田多井(1957)에 의하면 체표면적과의 상관계수가 0.241로써 타 체격보다 좋은 상관성이 있다고 하였으며 폐활량은 신장과의 상관계수가 0.643으로 상관성이 또한 있다고 하였고 Ferris et al(1952)에 의하면 최대환기능은 체표면적과의 상관성이 가장 좋다고 하였다. 또한 폐활량은 일반적으로 신장과의 상관성이 가장 좋다고 하므로(Baldwin et al, 1948, 田多井, 1957, 任, 1965)본 연구에서도 성별 연령 및 신장을 기준으로 하여 최대중간 호기기류량의 정상치 예측수식을 구하였고 최대환기능은 사용자의 편의를 위하여 성별 연령 및 신장체표면적을 기준으로 수식을 각각 산출하였다.

V. 결 론

한국 어린이 및 청소년의 8세부터 18세까지 2,037명(남 1,037 여 1,002)을 대상으로 최대환기능 및 최대중간 호기기류량을 측정하여 정상치를 구하여 동시에 정상치 예측수식을 유도하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 연령이 증가함에 따라 8세부터 17세까지 최대환기능 및 최대중간 호기기류량이 증가하였으며 일반적으로 중간 호기기류량은 최대환기능의 2배 이상이였다
2. 최대환기능은 체표면적과 좋은 상관성이 있었으며

최대중간 호기기류량은 신장과 좋은 상관성이 있었다.

3. 최대환기능 및 최대중간 호기기류량의 정상치 예측수식은 각각 다음과 같다.

최대환기능(MBC, L/min, BTPS)

남자 :

$$MBC = [41.70 + \{2.69 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{체표면적(m}^2\text{)}$$

$$MBC = [0.083 + \{0.045 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{신장(cm)}$$

여자 :

$$MBC = [45.53 + \{1.55 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{체표면적(m}^2\text{)}$$

$$MBC = [0.189 + \{0.029 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{신장(cm)}$$

최대중간 호기기류량(MMF, L/min, BTPS)

남자 :

$$MMF = [0.544 + \{0.066 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{신장(cm)}$$

여자 :

$$MMF = [0.416 + \{0.064 \times \text{연령(세)}\}] \times \text{신장(cm)}$$

참 고 문 헌

- 1) Baldwin, E. deF., A. Courmand, and D.W. Richards, Jr.: *Pulmonary insufficiency. 1. Physiological-classification, clinical methods of analysis, standard values in normal subjects. Medicine 27:243, 1948.*
- 2) Comroe, J.H. Jr.: *Interpretation of commonly used pulmonary function tests. Am. J. Med. 10:356, 1951.*
- 3) Courmand, A., D.W. Richards, Jr., and R.C. Darling: *Graphic tracings of respiration in study of pulmonary disease. Am. Rev. Tuberc. 40:487, 1939.*
- 4) DuBois, D., and E.F. DuBois: *Clinical calorimetry. Formula to estimate surface area if height and weight be known. Arch. Int.Med. 17:863, 1916.*
- 5) Ferris, B.G. Jr., J.L. Whitenberger, and J.R. Gallagher: *Maximum breathing capacity and vital capacity of male children and adolescents. Pediatrics 9:659, 1952.*
- 6) Ferris, B.G. Jr., and C.W. Smith: *Maximum breathing capacity and vital capacity in female children and adolescents. Pediatrics 21:341, 1953.*
- 7) Gaensler, F.A.: *Air velocity index. Am. Rev. Tuberc. 62:17, 1950.*

- 8) 早川眞一 : 高速レスピロメーターによる 發育期 男女の呼吸 패턴의 研究. I. 肺活量, 一秒時限肺活量, 肺活量 呼出所要時間, 最大換氣量, ならびに 最大換氣率의 變化. 體力科學 9:284, 1960.
- 9) 早川眞一 : 高速レスピロメーターによる 發育期 男女의 呼吸 패턴의 研究 IV. 都市と農村의 高校生의 年齡別 變化. 體力科學 10:62, 1960.
- 10) 任百仁 : 韓國人의 肺活量 및 最大換氣量에 關한 研究. 大韓內科學會雜誌 8:144, 1965.
- 11) 金萬在, 朴熙明, 吳相鎭, 李聖行, 金大洙 : 健康韓國人의 肺臟機能에 關한 研究. 高秉幹博士 頌壽紀念論叢 1968. p. 303.
- 12) Knowles, J.H.: *Respiratory physiology and its clinical application. Cambridge, Massachusetts: Harvard University press. 1959, p.7.*
- 13) Kory, R.C., R. Callahan, H.G. Roren, and J.C. Syner: *Clinical spirometry in normal man. Am. J. Med. 30:248, 1961.*
- 14) Lauallen, F.C., and W.S. Fowler: *Maximum mid-expiratory flow. Am. Rev. Tuberc. 72:783, 1955.*
- 15) Lyons, H.A., and R.W. Tanner: *Total lung volume and its subdivision in children. Normal standard. J. Appl. Physiol. 17:601, 1962.*
- 16) Mori, M., J. Canto, and J.T. Grismer: *The mid-maximum flow rate (MMFR). Dis. Chest 52:44, 1967.*
- 17) Morse, M., F.W. Schultz, and D.E. Cassels: *Lung volume and its subdivision in normal baby, 10~17 year of age. J. Clin. Invest. 31:380, 1952.*
- 18) 朴晶東 : 韓國人의 肺容積, 肺內氣體分布 및 交換에 關한 研究. 大韓內科學會雜誌 7:55, 1964.
- 19) 朴海根, 朴喆斌, 尹貞愛, 金熙霄 : 運動選手의 肺容積, 最大換氣能 및 二酸化炭素, 呼吸時의 呼吸 및 循環系反應에 關한 研究. 大韓內科學會雜誌 7:167, 1964.
- 20) 朴海根, 白光世, 柳明子, 閔孝仙, 吳相伯, 丁太燮, 林美子, 洪哲基 : 韓國 어린이 및 青少年의 體力에 關한 基礎研究. 大韓生理學會誌 2:205, 1968.
- 21) 朴해근, 홍성일, 이병희 : 한국 어린이 및 청소년 운동선수의 체력에 관한 연구. 스포츠과학연구보고서 8:55, 1971.
- 22) 朴海根, 金光鎭, 金武剛, 朴元學, 李泳春 : 大學生의 體格 및 體力에 關한 研究. 忠南醫大雜誌 1:29, 1973.
- 23) Stuart, D.G., and A.A. Cohen: *A comparison of spirometric and Douglas bag measurements of maximal breathing capacity. Am. Rev. Tuberc. 79:253, 1959.*
- 24) 田多井恭子 : 成年女子의 肺活量と 最大換氣量의 Norm に関する研究. 體力科學 6:248, 1957.
- 25) Takai, K., K. Nezu, and S. Ogawa: *Studies on respiratory patters with a new three speed respirometer. I. Norms applicable to healthy male adults with different ages. Ball. Int. Pub. Health. 7:97, 1958.*
- 26) 梁在謨, 林宣善, 高克勳, 朴鍾茂 : 6歲以上 韓國兒童의 標準體重과 身長. 小兒科 2:101, 1959.
- 27) 山田進弘 : 成人男子의 年齡別 肺活量と 最大換氣能의 正常值. 體力科學 3:121, 1954.
- 28) Zwi, S., J.C. Theron, M. McGregen, and M.R. Recklake: *The influence of instrumental resistance on the maximal breathing capacity. Dis. Chest 54:361, 1959.*