靑少年의 肺活量의 推定正常値

慶北大學校 醫科大學 內科學敎室

趙東圭・朴熙明

= Abstract =

Prediction of Normal Values of Vital Capacity in Teenagers

Dong Kyu Cho, M. D. and Hi Myung Park, M. D.

Department of Medicine, College of Medicine, Kyungpook National University, Taegu, Korea

In order to establish predicted normal values of the vital capacity in teenager, vital capacity were measured in 50 boys and 54 girls. The numbers of the subjects studied were almost evenly distributed for each age between 10 and 19 years in both sexes, and the vital capacity was measured by water-sealed and water-less spirometers. Based upon the relation of the vital capacity to body surface area (BSA), the following regression equations for the prediction of the normal values in boys and girls were obtained.

Vital capacity in boys (ml.)

Water-sealed: $-1526.4 + 3552.9 \text{ BSA}$

Water-less : $-1554.0 + 3493.1 \text{ BSA}$

Vital capacity in girls (ml.)

Water-sealed: $-215.2 + 2269.2 \text{ BSA}$

Water-less : $-98.7 + 2083.7 \text{ BSA}$

緒 論

1864年 Hutchinson¹⁾에 의해서 처음으로 측정된 肺活量은 그것이 비록 靜的이고 解剖學的인 肺容量의 一部에 불과하기는 하나 肺容量 가운데 가장 基本이 되므로 아직까지도 肺機能의 評價에 널리 이용되고 있는 檢査의 하나이다. 그러나 肺活量은 直接, 間接으로 肺機能에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 肺內性 및 肺外性疾患을 비롯하여 性別, 年令, 身長, 體重, 体表面積 등의 因子에 의해서도 크게 좌

右된다. 따라서 肺活量은 그 絶對値보다 正常値 혹은 推定正常値에 대한 百分率로써 표시하는 것이 그 増減의 정도를 판단하는데 편리하고 合理的이며 또한 그것이 통례로 되어 있다. 그러므로 많은 나라에서 여러 학자들²⁻⁹⁾에 의해서 肺活量의 推定値를 산출하는 回歸方程式이 제안된 바가 있다. 그러나 우리나라 靑少年에 대한 연구는 任¹⁰⁾의 것이 있음에 불과하다. 뿐만 아니라 이 방면에 비교적 많은 업적이 발표되어 있는 외국에서도 그 成績에는 보고자에 따라 상당한 차이가 있다.

著者들은 敎室에서는 健康人에서의 여러가지 肺

Table 1 Physical Characteristics of Subjects

	No.	Age(years)	Height(cm)	Weight(kg)	BSA (m ²)
Male	50	14.8 ± 2.83 (10 - 19)	157.5 ± 13.01 (126 - 180)	46.2 ± 11.76 (21 - 69)	1.4 ± 0.24 (0.87 - 1.85)
Female	54	14.9 ± 2.69 (10 - 19)	154.2 ± 8.37 (130 - 167)	44.4 ± 9.2 (21 - 61)	1.4 ± 0.18 (0.89 - 1.66)

Figures indicate mean ± S.D. with ranges in parentheses.

BSA : Body surface area.

Table 2. Correlation Coefficients relating Vital Capacity to Physical Characteristics

	A	H	W	BSA	A & H	A & W	A & BSA
Water-sealed							
Male	0.860	0.921	0.929	0.942	0.866	0.863	0.865
Female	0.646	0.784	0.813	0.831	0.734	0.755	0.767
Water-less							
Male	0.872	0.925	0.933	0.946	0.874	0.872	0.873
Female	0.582	0.722	0.766	0.779	0.728	0.753	0.767

A : Age in year.

H : Height in cm.

W : Weight in kg.

BSA : Body surface area in square meters.

機能検査成績의 推定正常値를 구하고자 하는 연구의 一部로서 健康한 10代 靑少年男女에서의 肺活量을 소위 有水式(water-sealed) 및 無水式(water-less)呼吸計를 사용하여 두가지 方法으로 측정하고 이들과 年令, 身長, 体重, 体表面積등의 身體의 條件과의 相關關係로 부터 肺活量의 推定正常値를 산출하는 回歸方程式을 구하여 그 成績을 보고하는 바이다.

材料 및 方法

담배를 피우지 않은 健康한 10代(10~19歲)의 靑少年 男女 각각 50例 및 54例를 觀察對象으로 하였으며 각 年令에서의 例數는 모두 約 5例씩이었다. 그리고 이들의 年令 및 身體의 條件은 第1表와 같다.

肺活量의 측정은 被檢者로 하여금 食后 2 시간 이상이 지난 뒤 최소한 15분간의 安靜을 시킨 다음 坐位에서 Chest會社製 氣流量曲線記錄計 OST-70과 Collins會社製 13.5liter呼吸計로써 각각 5回씩 記錄測定하여 그 가운데서 가장 큰 것을 택하였다. 전자는 소위 無水式, 그리고 후자는 有水式呼吸計이다. 한편 이들 成績의 統計學的處理에는 Computer Data Corporation會社製 電子計算機 3,200型을 사용하였다.

成 績

男女의 肺活量과 年令, 身長, 体重 및 体表面積과의 相關關係는 第2表와 같다. 즉 男子에서 有水式으로 측정한 肺活量과 年令, 身長, 体重 및 体表面積과의 單相關係數는 각각 0.860, 0.921, 0.929 및 0.942로서 모두 매우 有意한 相關關係가 있었다. 그리고 肺活量과 年令 및 身長, 年令 및 体重, 年令 및 体表面積과의 重相關係數는 각각 0.866, 0.863, 0.866 로서 역시 모두 有意한 相關關係가 있었다. 그러나 이들 重相關係數는 年令과의 單相關係數보다는 다소 컸으나 나머지는 모두 身長, 体重 및 体表面積과의 單相關係數보다 오히려 약간 적었다. 無水式으로 측정한 男子의 肺活量과 年令, 身長, 体重 및 体表面積과의 單相關係數는 0.872, 0.925, 0.933 및 0.946이었으며 年令 및 身長, 年令 및 体重, 年令 및 体表面積과의 重相關係數는 0.874

0.872, 0.873으로서 그 傾向이 有水式으로 측정한 肺活量과 비슷 하였다.

한편 女子에서 有水式으로 측정한 肺活量과 年令, 身長, 体重 및 体表面積과의 單相關係數는 각각 0.646, 0.784, 0.813 및 0.831로서 모두 有意한 相關關係가 있었으나 男子에서의 이들과의 單相關係數보다는 약간씩 적었다. 그리고 肺活量과 年令 및 身長, 年令 및 体重, 年令 및 体表面積과의 重相關係數는 각각 0.734, 0.755, 0.767로서 男子에서와 마찬가지로 이들 重相關係數는 年令과의 單相關係數보다는 다소 컸으나 나머지는 모두 身長, 体重 및 体表面積과의 單相關係數보다 약간씩 적었다. 無水式으로 측정한 女子의 肺活量과 年令, 身長, 体重 및 体表面積과의 單相關係數는 각각 0.582, 0.722, 0.766 및 0.779였으며 年令 및 身長, 年令 및 体重, 年令 및 体表面積과의 重相關係數는 0.728, 0.753, 0.767로서 그 傾向은 有水式으로 측정한 肺活量과 비슷하였다.

위의 成績으로부터 年令, 身長, 体重 및 体表面積을 각각 變正로 해서 肺活量의 推定正常値를 산출하는 回歸方程式을 구해 보면 第3表와 같다.

考 察

1846年 2,000例의 健康人에서의 肺活量을 처음으로 측정한 Hutchinson¹⁾은 肺活量은 身長에 비례하여 증가하나 体重은 항상 변할 수 있기 때문에 좋은 指標가 되지 못한자고 하였다. 그후 肺活量의 측정이 널리 사용되면서 부터 年令 또는 身體計測值들이 肺活量과 어느정도 相關關係가 있다는 것이 알려졌다. 따라서 肺活量의 推定正常値를 年令이나 身長, 그 밖의 身體計測值로 부터 산출해 보려는 연구가 계속되어 왔다.

成人에서의 업적 가운데 대표적인 몇개를 검토해 보면 Peabody 등¹¹⁾은 肺活量을 体表面積과, Lunds-gaard 등¹²⁾은 胸廓容量(thoracic volume)과 관계가 있다고 하였다. 그리고 Dreyer¹³⁾는 肺活量은 身長과는 관계가 없고 体重, 体表面積, stem length 및 胸囲등과 관계가 있다고 하였다. 한편 West²⁾는 体表面積 및 身長을 각각 變數로 하는 두가지의 肺活量의 推定正常値의 算出公式을 발표하였는데 그후 이것은 Hewlitt 등³⁾에 의해서 약간 수정되었다. 또한 Myers⁴⁾는 肺活量의 推定正常値의

算出公左을 体重, 体表面積 및 坐高로 부터 구경 하였으며 Kaltreider 등¹⁴⁾ 등은 年令을, 그리고 Baldwin 등¹⁵⁾ 은 年令을, 身長을 變數로 하였다. 근년에 와서는 Needham 등⁶⁾, Kory 등⁸⁾ 및 Merris 등⁹⁾ 의 업적이 있으며 이들의 回歸方程式은 모두 身長과 年令의 두가지를 變數로 한 것이다. 그런데 우리나라에서는 任¹⁰⁾ 의 年令과 身長을 變數로 한 回歸方程式이 보고되어 있을 뿐이다.

한편 靑少年의 肺活量의 推定正常値를 산출하는 回歸方程式도 여러 학자들에 의해서 제안된 바가 있다. Morse 등¹⁶⁾ 은 10歲에서 17歲사이의 健康한 少年 124名에서 肺活量을 측정하고 年令과 身長 등의 身体計測値와의 相關關係를 검토한 결과 身長 ($r=0.933$), 혹은 (身長)³ ($r=0.940$)이 肺活量과 가장 相關關係가 높았음을 관찰하고 体重이나 年令은 推定正常値의 산출에 좋은 指標가 되지 않는다

고 하였다. Needham 등⁶⁾ 은 11歲에서 19歲 사이의 男子 78名, 女子 72名에서 男女에서 모두 肺活量은 体表面積과 가장 相關關係가 높음을 관찰하였으며, Bernstein 등¹⁷⁾ 은 6歲에서 15歲사이의 男子 34名 및 女子 36名에서 女子에서는 身長이, 男子에서는 体重과 가장 相關關係가 높음을 보고하였다. 한편 우리나라의 靑少年에 대한 업적으로는 任¹⁰⁾ 이 7歲에서 20歲까지의 男女 각각 2172名 및 2569名에서 肺活量은 年令 및 身長에 相關이 있음을 관찰하고 이들 두가지를 變數로 하는 回歸方程式을 보고한 바가 있다.

이들 學者들과 著者들의 성적에서 나타난 相關關係를 비교해 보면 第4表와 같다.

한편 과거에 발표된 年令 및 身長등의 身体的條件을 變數로 하는 肺活量의 推定故常値를 산출하는 回歸方程式을 보면 第5表와 같다.

Table 3. Prediction Formulas of Vital Capacity (ml.) derived from Growth Variables

	Sex	Prediction formula	S. E. E.	r
Water-sealed	Male	- 487.7 + 274.0 A	459.6	0.860
		-6509.0 + 63.9 H	350.6	0.921
		267.0 + 71.2 W	333.9	0.929
		-1526.4 + 3552.9 BSA	302.0	0.942
	Female	1205.8 + 115.4 A	367.4	0.646
		-4027.8 + 45.1 H	298.6	0.784
		1029.3 + 42.7 W	279.6	0.813
		- 215.2 + 2269.2 BSA	268.0	0.831
Water-less	Male	- 571.6 + 272.1 A	433.1	0.872
		-6459.1 + 62.9 H	335.7	0.925
		205.5 + 70.1 W	317.7	0.933
		-1554.0 + 3493.1 BSA	287.9	0.946
	Female	1267.6 + 101.9 A	383.1	0.582
		-3483.9 + 40.7 H	325.9	0.722
		1038.1 + 39.4 W	303.0	0.766
		- 98.7 + 2083.7 BSA	295.5	0.779

Abbreviations are as in table 2.

Table 4. Comparison of Correlation Coefficients of Vital Capacity versus Growth

Table . Comparison of correlation coefficients of vital capacity versus growth variables in children and adolescents.									
	Sex	Nc	Age	Height	Weight	BSA	(Height) ³	Chest girth	Sitting height
Morse et al. ¹⁶⁾	M	124	0.736	0.933	0.841	0.915	0.940	0.863	
Needham et al. ⁶⁾	M	78	0.86	0.89	0.91	0.93			0.91
	F	72	0.72	0.84	0.86	0.88			0.82
Bernstein et al. ¹⁷⁾	M	34	0.8911	0.9754	0.9243				
	F	36	0.8142	0.9064	0.9112				
Present authors	M	50	0.8604	0.9214	0.9290	0.9423			
	F	54	0.6459	0.7843	0.8139	0.8306			

Table 5. Prediction Formulas for Vital Capacity in Children and Adolescents
by Various Investigators

Table Prediction formulas for vital capacity in children and adolescents by various investigators				
Authors & year	Age (year)	Height (cm)	No. of subjects	Prediction formula (ml.)
Male				
Stewart, ¹⁸⁾ 1922	10 - 12	130 - 145	314	(194 x A) + 83
	13 - 19	145 - 180	567	(338 x A) - 1720
Morse et al. ¹⁶⁾ , 1952	10 - 17	140 - 160	66	49.2 H - 4819
	10 - 17	160 - 190	58	7.99H - 9750
	10 - 17	140 - 190	124	0.000831 (H) ³ - 266
Needham et al. ⁶⁾ , 1954	11 - 19	130 - 180	78	(3400 x BSA) - 1690
Lyons et al. ¹⁹⁾ , 1960	6 - 14	110 - 179	623	(86.64 x A) + 25.09H - 2364
Cook et al. ²⁰⁾ , 1961	5 - 38	110 - 203	106	0.762H ^{3.028} x 10 ^{-6*}
Im, ¹⁰⁾ 1965	7 - 20		2172	(7.15 + 0.82A)H
Present authors, 1979	10 - 19	126 - 180	50	-1526.4 + 3552.9 BSA -1554.0 + 3493.1 BSA**
Female				
Stewart, ¹⁸⁾ 1922	12 - 16	125 - 160	649	(200 x A) - 121
	17 - 18	153 - 168	8	(154 x A) + 608
Needham et al. ⁶⁾ , 1954	11 - 19	127 - 170	72	(2400 x BSA) - 640
Lyons et al. ¹⁹⁾ , 1960	6 - 14	100 - 179	539	(84.22 x A) + 22.45H - 2077
Cook et al. ²⁰⁾ , 1961	5 - 25	105 - 183	63	1.199 H ^{2.920} x 10 ^{-6*}
Im, ¹⁰⁾ 1965	7 - 20		2569	(6.98 + 0.54 A)H
Present authors, 1979	10 - 19	130 - 167	54	-215.2 + 2269.2 BSA - 98.7 + 2083.7 BSA**

Abbreviations as in table 3.

* Vital capacity expressed in liters.

** Vital capacity measured by a water-less spirometer.

著書들은 성적에서는 男女에서 모두 肺活量과 体表面積사이의 相關關係가 가장 높았다. 그러므로 肺活量의 推定正常値를 산출하는 回歸方程式은 体表面積(m^2)을 變數로 하는 것이 타당할 것으로 생각되며 그 성적은 다음과 같다.

男子의 肺活量(ml.)

有水式: $-1526.4 + 3552.9 \text{ BSA}$

無水式: $-1554.0 + 3493.1 \text{ BSA}$

女子의 肺活量(ml.)

有水式: $-215.2 + 2269.2 \text{ BSA}$

無水式: $-98.7 + 2083.7 \text{ BSA}$

씨 肺活量을 측정하고 이들 성적과 年令 및 体表面積을 포함하는 身體的條件과의 相關關係에 입각하여 体表面積(BSA, m^2)을 變數로 하는 肺活量의 推定正常値를 산출하는 回歸方程式을 구하였으며 그 결과는 다음과 같다.

男子의 肺活量(ml.)

有水式: $-1526.4 + 3552.9 \text{ BSA}$

無水式: $-1554.0 + 3493.1 \text{ BSA}$

女子의 肺活量(ml.)

有水式: $-215.2 + 2269.2 \text{ BSA}$

無水式: $-98.7 + 2083.7 \text{ BSA}$

結 論

담배를 피우지 않은 健康한 10代 靑少年男女 각각 50例 및 54例에서 有水式 및 無水式 呼吸計로

References

1. Hutchinson, J.: *On capacity of lungs and on respiratory functions with view of establishing a precise and easy method of detecting disease by spirometer. Tr. Med-Chir. Soc. London*, 29:137, 1846. (Quoted by Kory)⁸⁾
2. West, H. F.: *Clinical studies on the respiration. Arch. Int. Med.*, 25:306, 1920.
3. Hewlitt, A. W. and Jackson, N. R.: *The vital capacity in a group of college students. Arch. Int. Med.*, 29:515, 1922.
4. Myers, J. A.: *Studies on the respiratory organs in health and disease. VIII. A method for quickly obtaining the percentage of an individual's normal vital capacity of the lungs. Am. Rev. Tuberc.*, 7:161, 1923.
5. Bateman, J. B.: *Studies of lung capacities and intrapulmonary mixing: Normal lung capacities. J. Appl. Physio.*, 3:133, 1950
6. Needham, C. D., Rogan, M. C. and McDonald, J.: *Normal standards for lung volumes, intrapulmonary gas-mixing and maximum breathing capacity. Thorax*, 9:313, 1954.
7. Pemberton, J. and Flanagan, E. G.: *Vital capacity and timed vital capacity in normal men over forty. J. Appl. Physio.*, 9:291, 1956.
8. Kory, R. C., Callahan, R. and Boren, H. G.: *The veterans administration-army cooperative study of pulmonary function. I. Clinical spirometry in normal men. Amer. J. Med.*, 30:243, 1961.
9. Morris, J. F., Koski, A. and Johnson, L. C.: *Spirometric standards for healthy nonsmoking adults. Am. Rev. Resp. Dis.*, 103:57, 1971.
10. 任百仁: 韓國人の肺活量 및 最大換氣量에 관한 연구 -특히 正常値予側數式에 關하여- 大韓內科學會雜誌 8:141, 1965.
11. Peabody, F. W. and Wentworth, J. A.: *Clinical studies for the respiration. Arch. Int. Med.*, 20:443, 1917.
12. Lundsgaard, C. and Van Slyke, D. D.: *Relation the thorax size and lung volume in normal adults. J. Exper. Med.*, 27:65, 1918.
13. Dreyer, G.: *Investigations on the normal vital capacity in man and its relation to the size of the body. Lancet*, 2:227, 1919.
14. Kaltreider, N. L., Fray, W. W. and Hyde, H. V.: *The effect of age on the total pulmonary capacity and its subdivisions. Am. Rev. Tuberc.*, 37:662, 1938.
15. Baldwin, E. de F., Cournand, A., and Richards, D. W., Jr.: *I. Physiological classification, clinical methods of analysis, standard values in normal subjects. Medicine (Baltimore)* 27:243, 1948.
16. Morse, M., Schultz, F. W., and Cassels, D. E.: *The lung volume and its subdivisions in normal boys 10-17 years of age. J. Clin. Invest.*, 13:380, 1952.
17. Bernstein, L., Fragge, R. G., Gueron, M., Kreindler, L. and Ghory, J. E.: *Pulmonary function in children, I. Determination of norms. J. Allergy*, 30:514, 1959.
18. Stewart, C. A.: *The vital capacity of the lungs of children in health and disease. Amer. J. Dis. Child.*, 24:451, 1922.
19. Lyons, H. A., Tanner, R. W. and Picco, T.: *Pulmonary function studies in children. Amer. J. Dis. Child.*, 100:66, 1960.
20. Cook, C. D. and Hamann, J. F.: *Relation of lung volumes to height in healthy persons between the ages of 5 and 38 years, J. Ped.*, 59:710, 1961.