

자세에 따른 폐활량의 변화

송지영 · 심현보 · 구애련
연세대학교 보건과학대학 재활학과
이유라
연세의료원 재활병원 물리치료실

Abstract

A Comparison of Vital Capacity Values with Healthy Subjects in Standing and Head-Down Positions

Song Jee-young, B.H.Sc., R.P.T.
Sim Hyun-vo, B.H.Sc., R.P.T.
Marion E. Current, M.P.H., R.P.T, Tea. Cert. P.T.

*Department of Rehabilitation, College of Health Science,
Yonsei University*

Lee Yu-ra, B.H.Sc., R.P.T.

*Dept. of Physical Therapy, Yonsei Rehabilitation Hospital,
Yonsei University Medical Center*

Body position is known to have an effect on vital capacity(VC). The purpose of this study was to examine effect on VC of posture, sex and smoking, and the difference between predicted and measured values of VC. VC was measured in the standing and the 30° head-down position in 40 healthy subjects (20 men and 20 women) in a random order of testing. When subjects changed from standing to head-down position, this VC decreased by 19.9%. In both positions, VC changes in men were significantly larger than in women. No statistically significant difference was found in men who smoked. There was no difference between the predicted and measured values in men. But measured values were larger than predicted values in women. Because VC can decrease by 19.9% in the head-down position due to the effect of gravity, attention should be paid especially to patients who are placed in the head-down position for postural drainage since they already have a decreased VC.

Key Words : Vital capacity; Standing; Head-down position.

I. 서론

Hutchinson(1846)이 처음으로 폐활량을 측정 한 후, 정상 성인에 대한 폐활량을 여러 요인과 관련시켜 예측하는 연구가 많이 발표되었다. 일반적으로 폐용적은 성별, 체격, 연령, 신장, 인종 등의 많은 요인에 의하여 영향을 받는다. Stahl(1967)은 포유동물에 있어서 체격과 폐기능 사이에 비례적인 관계가 있다는 것을 밝혀 내었다. Knudson 등(1983)은 각 연령에 따른 폐환기능의 변화를 성장기, 성숙기 및 쇠퇴기의 3단계로 구분하였으며, 성장기는 11-12세 이하, 성숙기는 여자에서는 20세까지, 남자에서는 25세까지로 보고, 그 이후는 체격치와 폐환기량이 다같이 감소한다고 하였다. Cook 등(1961)은 폐용적과 신장이 잘 연관된다고 하였으며, Doershuk 등(1985)은 정상인의 예측치로서 주로 신장을 기준으로 한다고 보고하였다. 한편 Wilson 등(1922)은 유색인종은 분명히 낮은 폐활량을 보인다고 하였고, Binder 등(1976)은 인종별로 정상치가 표준화되어야 한다고 하였다. 각 인종별 폐활량 예측식으로는 서구인의 경우 Baldwin(1948)이 유도해 내었고, 우리나라에서도 임백인(1965)에 의해 연구되었다.

그 외에 폐활량에 영향을 줄 수 있는 요소로는 자세를 들 수 있다. Pierson 등(1976)은 앉은 자세(sitting)가 서 있는 자세(standing)보다 폐활량이 높다고 주장하였으나, Multifactorial Risk Factor Intervention Trial Research Group(1982)의 연구에 의하면 Pierson 등(1976)의 연구 결과는 검사 순서의 영향(testing order effect)에 의한 것으로서 서 있는 자세가 앉은 자세보다 폐활량이 크다고 하였고, 자신들의 연구에서도 실험 순서의 영향이 나타났음을 보고하였다. Townsend(1984)는 실험대상자들의 표준화를 위해서 한 자세에서의 측정과 다른 자세에서의 측정 사이에 많은 시간을 두어야 한다고 하였다. 또한 누운 자세에서는 서 있는 자세보다 총 폐용적에서 500 ml 정도 감소하

며 폐활량 역시 감소한다. 이것은 누워 있을 때의 복부 장기가 횡격막을 머리 쪽으로 압박하는 것과 정맥 환류량(venous return)의 증가 등으로 폐혈관에 울혈이 와서 상대적으로 폐용적이 감소되기 때문이다(강두희, 1988).

위와 같이 서 있는 자세, 앉은 자세, 누운 자세에서의 폐활량 변화에 대한 비교 연구는 많이 이루어졌으나, 머리를 낮춘 자세(head-down position)에서의 폐활량에 대한 연구는 부족한 실정이다. 머리를 낮춘 자세는 심호흡계 물리치료에서 체위배액법시 많이 사용되는 자세이므로 이에 대한 연구가 많이 이루어져야 한다고 생각된다.

이 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 서 있는 자세와 머리를 낮춘 자세의 변화시 폐활량의 차이를 알아본다.

둘째, 성별에 따른 폐활량의 차이를 알아본다.

셋째, 흡연에 따른 폐활량의 차이를 알아본다.

넷째, 폐활량 예측치와 폐활량 실측치간의 차이를 알아본다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 20-30세 사이의 건강한 남녀 40명으로 연구의 목적을 이해하고, 참여하겠다고 자원한 사람들이다. 연구 대상의 선발 기준은 다음과 같다. 첫째로 만성 심장 질환 및 호흡기 질환이 없고, 6개월 이내에 급성 심장 질환 및 호흡기 질환을 앓은 경험이 없어야 하고, 둘째, 검사하는 동안 신체적으로나 정신적으로 적절한 협조를 할 수 있고, 셋째, 신경 근육 질환 또는 척추의 관절염 등 폐기능에 영향을 끼칠 만한 질환이 없어야 하며, 넷째로 그 밖의 신체 활동에 지장을 주는 기능장애는 없어야 한다. 연구 대상자들의 일반적 특성은 표 1과 같다.

표1. 연구 대상자의 일반적인 특성

(N = 40)

성	나이(세)	신장(cm)	비흡연자/흡연자
남(n=20)	22.6±2.3	173.1±4.1	11 / 9
여(n=20)	21.5±1.5	162.3±4.3	17 / 3
계	22.0±2.0	167.7±6.8	28 / 12

2. 실험 도구

자세 변화를 위해 전동식 기립 훈련기 (Electric tilt table)¹⁾를 사용하였고, 폐활량을 측정하기 위해 폐활량 측정기(spirotester)를 사용하였다.

3. 실험 방법

먼저 측정할 자세를 정하기 위해서 20장에서 있는 자세, 20장은 머리를 낮춘 자세가 쓰여진 40장의 제비를 골고루 섞은 후 모든 대상자들에게 한 장씩 뽑게 하였다. 그 중에서 있는 자세를 먼저 측정한 경우에는 다음 날, 머리를 낮춘 자세에서 측정하며 반대의 경우에는 역순으로 실시하였다.

측정은 식후 2시간 이상 경과 후 실시하였으며, 특히 흡연자의 경우에는 실험전 흡연이 폐활량에 미칠 영향을 배제하기 위하여 검사 전 2시간부터 흡연을 못하게 하였다. 측정에 들어가기에 앞서 검사용 하의로 갈아 입히고 대상자들에게 폐활량 측정기의 사용법 및 주의 사항과 복식호흡을 교육시킨 후 충분히 안정을 취하게 하였다. 머리를 낮춘 자세는 30°로 하였으며, 대상자를 전동식 기립 측정기에 눕히고 발목, 무릎 그리고 대퇴 부위에만 고정 띠로 잡아 주고 일반적으로 사용하는 가슴

이나 골반에 대한 고정은 생략하여 흉곽 팽창과 복벽의 움직임을 방해하지 않도록 하였다.

폐활량의 측정은 각 자세에서 5분간 자세에 적응시킨 후 각각 3회씩 실시하여 최대값을 택하였고, 1회 측정시 마다 1분간의 휴식 시간을 두었다.

4. 분석방법

두 자세에서의 폐활량 변화와 실측치와 예측치간의 차이 유무를 알아 보기 위하여 짝비교 t-검정(paired t-test)을 사용하였고, 성별에 따른 폐활량과 흡연에 따른 폐활량의 차이를 보기 위하여 군비교 t-검정(independent t-test)을 사용하였다. 통계학적 유의 수준을 검정하기 위해 $\alpha=.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 각 자세에 따른 폐활량의 비교

서 있는 자세에서의 폐활량과 머리를 낮춘 자세에서의 폐활량을 짝비교 t-검정으로 비교하였을 때 남,녀 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(표 2).

1) Preston (PC 7195E)

2) Pocket Size Dry Spirometer. Preston (PC 5155)

표2. 서 있는 자세와 머리를 낮춘 자세에서의 폐활량 비교

(N = 40)

성	폐활량 (cc)		t-값	Prob.
	서 있는 자세	머리를 낮춘 자세		
남(n=20)	4350±298.2	3557.5±390.1	9.21	.000
녀(n=20)	2860±145.6	2217.5±299.7	10.29	.000
계	3605±789.2	2887.0±760.5	13.33	.000

2. 성별에 따른 폐활량의 비교

성별에 따른 폐활량을 군비교 t-검정으로 자세 모두에서 통계학적으로 유의한 차이가 비교하였을 때 서 있는 자세와 머리를 낮춘 있었다(표 3).

표3. 성별에 따른 폐활량의 비교

(N = 40)

	폐활량 (cc)		t-값	Prob.
	남(n=20)	녀(n=20)		
서 있는 자세	4350.0±298.2	2860.0±145.6	20.08	.000
머리를 낮춘 자세	3557.5±390.1	2217.5±299.7	12.18	.000

3. 흡연에 따른 폐활량의 비교

남성의 경우, 흡연에 따른 폐활량을 군비교 한 차이가 없었다(표 4). 여성의 경우는 흡연 t-검정으로 비교하였을 때 통계학적으로 유의 자의 수가 적어 비교하지 않았다.

표4. 남자에서의 흡연에 따른 폐활량 비교

(N = 20)

	폐활량 (cc)		t-값	Prob.
	비흡연자(n=11)	흡연자(n=9)		
서 있는 자세	4390.9±311.3	4300.0±291.5	0.67	.512
머리를 낮춘 자세	3631.8±441.7	3466.7±317.2	0.94	.360

4. 폐활량 예측치와 실측치의 비교

폐활량 예측치와 실측치를 짝비교 t-검정으로 비교하였을 때 남성군에서는 유의한 차이가 없었으나, 여성군에서는 유의한 차이가 있었다(표 5). 폐활량 예측치는 임백인(1965)의

예측식³⁾을 사용하여 산출하였고, 예측식이 적용되지 않는 20세 미만의 대상자들은 비교에서 제외하였다. 실측치는 서 있는 자세에서의 폐활량을 사용하였다.

표5. 폐활량 예측치와 실측치의 비교

(N = 35)

성	폐활량 (cc)		t-값	Prob.
	예측치	실측치		
남(n=16)	4328.3±139.7	4400.0±305.5	0.89	.389
녀(n=19)	2721.9± 79.1	2857.9±149.3	5.02	.000

IV. 고찰

본 연구에서는 폐활량 측정시 검사순서의 영향을 고려하지 못한 연구들(Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group, 1982; Pierson 등, 1976)에 대해 Townsend (1984)가 제시한 바에 따라 많은 시간 차이를 두고 측정을 하기 위하여 하루에 한 자세씩 이틀간 폐활량을 측정하였다. 폐활량을 측정할 때 식사와 흡연후 2시간 이상이 경과한 후에 실시한 것은 식사와 흡연이 폐활량에 미칠 영향을 배제하기 위한 것으로 흡연자와 비흡연자간의 폐기능 비교 연구(전이리, 1979)에서 사용된 방법을 응용한 것이다. 각 자세를 취할 때 대상자가 그 자세에 대해 안정감을 느끼고 규칙적인 호흡 형태를 가질 수 있도록 하기 위해 5분간의 적응 기간을 두었고(John 등, 1984; Troyer, 1983), 폐활량 값의 채택은

많은 선행 연구(임백인, 1965; Allen 등, 1985; David 등, 1976; Scot와 Jan, 1990)와 같이 3회 측정후 최대값을 택하는 방법을 따랐다. 본 연구에서 머리를 낮춘 자세를 30° 로 정한 이유는 체위배액법에서 머리를 낮춘 자세를 취할 때 30° - 45° 가 가장 많이 쓰이고 있으며, 이 중 30° 가 대상자들에게 제일 안정감을 줄 수 있는 자세이기 때문이다.

본 연구의 결과, 서 있는 자세와 머리를 낮춘 자세에서의 폐활량을 비교하였을 때 남,녀 모두 서 있는 자세가 머리를 낮춘 자세보다 폐활량이 컸다. Cotes 등(1979)은 앉은 자세에서는 서 있는 자세보다 폐활량이 7.0% 감소한다고 하였으며, Allen 등(1985)은 누운 자세에서는 서 있을 때보다 폐활량이 7.5% 감소한다고 하였다. 또한 Wade와 Gibson(1951)은 45° 머리를 낮춘 자세에서는 누운 자세보다 폐활량이 9.0% 감소한다고 하였는데, 이것은

3) 임백인의 폐활량 예측식

남 : 폐활량 = (29.43 - (0.186 * 연령)) * 신장

여 : 폐활량 = (18.63 - (0.086 * 연령)) * 신장

모두 중력의 영향 때문이다. 즉, 중력으로 인해 복강압이 증가하여 복강내 장기들이 횡격막을 머리 쪽으로 미는 것(Colville 등, 1956)과 정맥 환류량의 증가 등으로 폐혈관에 울혈이 와서 상대적으로 폐용적이 감소하기 때문이다(강두희, 1988; Jacqueline, 1982). 본 연구 결과, 30° 머리를 낮춘 자세에서는 서 있는 자세보다 폐활량이 19.9% 감소하였고, 이것은 머리를 낮춘 자세가 중력의 영향을 가장 많이 받는 자세임을 보여준다. 남,녀의 폐활량을 자세별로 각각 분석한 결과, 남성의 폐활량이 여성의 폐활량보다 컸다. 이것은 대상자의 일반적 조건 중 폐활량에 영향을 줄 수 있는 요소인 신장에서 남성군이 여성군보다 유의하게 컸기 때문이다.

한편 연령에서는 통계학적으로는 유의한 차이를 보이지 않았으나 남성군이 여성군보다 1.1세 크게 나타나므로, 연령이 증가할수록 폐활량이 감소한다는 것(전이리, 1979; Jacqueline, 1982; Marcq와 Minette, 1976)을 고려할 때 연령은 남성군의 폐활량에 감소 요인으로 작용한다. 그럼에도 불구하고 남,녀의 폐활량이 큰 차이를 보인 것은 남,녀의 생리학적 차이 때문으로 생각된다..

남성군의 경우, 흡연자와 비흡연자의 폐활량을 비교했을 때 흡연자와 비흡연자의 폐활량은 두 자세 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 이것은 흡연자와 비흡연자 사이에 폐활량의 차이가 없다는 Black 등(1974)의 보고와 일치한다. 또한 Ross 등(1967)은 10년 이상의 흡연자에서부터 폐활량이 유의하게 감소한다고 하였으며, 전이리(1979)는 갑년(pack years)⁴⁾이 15년 이상인 대상자부터 폐활량이 감소한다고 하였는데, 본 연구의 대상자들이 20대 초,중반의 학생들로 모두 10갑년이하의 흡연 경력을 지니고 있었기 때문에 흡연에 따른 폐활량 차이를 보이지 않은 것이다. 여성의 경우는 흡연자의 수가 비흡연자에 비해 절대적으로 적어 비교하지 않았다.

폐활량 실측치를 임백인(1965)의 예측식에 의한 예측치와 비교한 결과, 여성군에서는 실측치가 예측치보다 통계학적으로 유의하게 컸으며, 남성군에서는 통계학적으로 유의하지는 않았지만 실측치가 예측치보다 컸다. 즉 실측치가 예측치보다 남성군에서는 1.7%, 여성군에서는 5.0% 크게 나왔으나, Crapo 등(1981)은 폐활량에 대한 정상범위로서 예측방정식에 의한 예측치의 $\pm 20.0\%$ 를 취하는 것이 흔한 방법이라고 하였다.

본 연구는 폐활량에 대한 연구시 일반적으로 사용되는 폐량계(spirometry)를 사용하지 않고 폐활량 측정기를 사용하였기 때문에 선행연구의 결과와 직접적인 비교를 할 수 없으며, 폐활량 측정기가 100 cc 단위로 되어있어 폐활량 값을 읽을 때 정확성이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 여성군의 선정시에도 흡연자와 비흡연자의 구성비를 맞추지 못해 여성군에서의 흡연과 폐활량의 관계에 대한 설명을 할 수 없었고, 신장이 폐활량에 큰 영향을 주는 요인임에도 불구하고 대상자들의 신장을 직접 측정하지 않고 구술에 의존해 예측치와 실측치의 관계에 대한 명확한 결론을 제시하지 못하였다. 또한 체위배액법에서 사용되는 머리를 낮춘 자세가 최소한 5분 이상 시행되는데 반하여 본 연구는 적응 기간을 5분으로 제한하여 폐활량 감소에 대한 최소한의 영향만을 설명하고 있으므로 향후의 연구에서는 시간에 따른 폐활량의 변화에 대한 연구가 있어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구의 목적은 서 있는 자세에서 머리를 낮춘 자세로의 변화 시와 성별, 흡연 그리고 예측치와 실측치 간의 폐활량의 차이를 알아 보기 위한 것이다. 연구 방법은 남,녀 각각 20

4) 갑년(pack years) = 1일 흡연량(packs/day) * 년수(years)

명씩 총 40명의 대상자에게 폐활량 측정기를 사용하여 이틀간 서 있는 자세와 머리를 낮춘 자세에서 폐활량을 측정하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 서 있는 자세보다 머리를 낮춘 자세에서는 폐활량이 19.9 % 감소하였다($p < 0.05$).

2. 성별에 따른 폐활량은 두 자세 모두에서 남성군이 여성군보다 컸다($p < 0.05$).

3. 남성군의 경우, 흡연에 따른 폐활량은 두 자세 모두에서 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

4. 폐활량 예측치와 실측치의 비교는 남성군에서는 유의한 차이가 없었으며($p > 0.05$), 여성군에 서는 실측치가 예측치보다 컸다($p < 0.05$).

위와 같이 머리를 낮춘 자세에서는 서 있는 자세보다 폐활량이 19.9 %정도 감소하는 것으로 나타났으며 폐활량이 800 cc 미만일 때는 기계적 환기가 필요할 수 있음을 고려할 때, 폐활량이 1000 cc 미만인 환자에게 머리를 낮춘 자세에서 체위배액법을 시행할 때는 주의를 기울여야 할 것이다.

인용문헌

임백인. 한국인의 폐활량 및 최대환기량에 관한 연구:특히 정상치 예측 수식에 관하여. 대한 내과학협회지. 1965;8:17-31.
전이리. 정상 한국인 흡연자 및 비흡연자에 있어서 폐기능 성적에 관한 비교. 석사학위. 1979.
강두희. 생리학. 호흡생리. 제3판. 신평출판사. 1988;97.
Allen SM, Hunt B, Green M. Fall in vital capacity with posture. Br J Dis Chest. 1985;79:267-271.
Baldwin ED, Courmand A, Richards DW. Pulmonary insufficiency. 1. Physiological classification, clinical methods of

analysis, standard values in normal subjects. Medicine. 1948;27:243-278.
Binder RE, Mitchell CA, Schoenberg JB, Bouhuys A. Lung function among black and white children. Am Rev Resp Dis. 1976;114:955-959.
Black LF, Offord K, Hyatt RE. Variability in the maximal expiratory flow volume curve in asymptomatic smokers and on nonsmokers. Am Rev Resp Dis. 1974;110:282.
Colville P, Shugg C, Ferris BG. Effects of body tilting on respiratory mechanics. J Appl Physiol. 1956;9:19-24.
Cook CD, Hamann JF. Relation to lung volumes to height in healthy persons between the ages of 5 and 38 years. J Pediatr. 1961;59:710-714.
Cotes JE. Lung function: Assessment and Application in Medicine. 4th ed. Oxford. Blackwell Scientific. 1979:74.
Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric value using techniques and equipment that meet ATS recommendations. Am Rev Resp Dis. 1981;123:659-664.
David JP, Nathan PD, Thomas LP. A comparison of spirometric values with subjects in standing and sitting positions. Chest. 1976;70(1):17-20.
Doershuk CF, Lough MD, Stern RC. Pediatric Respiratory Therapy. 3rd ed. Chicago Year Book MP Inc. 1985:226-289.
Hutchinson J. On capacity of lungs and on respiratory functions with view of establishing a precise and easy method of detecting disease by spirometer. Trans Med Chir Soc London. 1846;29:137.
Jack LC. Prediction of normal values in pulmonary function testing. Clinics in Chest Medicine. 1989;10(2):135-143.

- Jacqueline FW. Comprehensive Respiratory Care. The C.V. Mosby Company. 3rd ed. 1982:65.
- John JM, Martha LT, Leonard DH, Birgitta SD. Influence of head-dependent positions on lung volume and oxygen saturation in chronic air-flow obstruction. *Am Rev Resp Dis.* 1984;129:101-105.
- Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Resp Dis.* 1983;127:725-734.
- Marcq M, Minette A. Lung function changes in smokers with normal conventional spirometry. *Am Rev Resp Dis.* 1976; 114:723.
- Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group. Multiple risk factor intervention trial-risk factor changes and mortality results. *JAMA.* 1982;248:1465-1477.
- Pierson DJ, Dick NP, Petty TL. A comparison of spirometric values with subjects in standing and sitting positions. *Chest.* 1976;70:17-20.
- Ross JC, Ley GD, Krumholz RA, Rabbari H. A technique for evaluation of gas mixing in the lung: Studies in cigarette smokers and nonsmokers. *Am Rev Resp Dis.* 1967;95:447.
- Scot I, Jan ST. *Cardiopulmonary Physical Therapy.* 2nd ed. The C.V. Mosby Company. 1990:524.
- Stahl WR. Scaling of respiratory variables in mammals. *J Appl Physiol.* 1967;22:453-460.
- Townsend MC. Spirometric forced expiratory volumes measured in the standing versus the sitting posture. *Am Rev Respir Dis.* 1984;130:123-124.
- Troyer AD. Mechanical role of the abdominal muscles in relation to posture. *Respir Physiol.* 1983;53(3):341-353.
- Wade OL, Gibson JC. The effects of posture on diaphragmatic movement and vital capacity in normal subjects with a note on spirometry as an aid in determining radiological chest volumes. *Thorax.* 1951;6:103-126.
- Wilson MG, Edwards DJ. Diagnostic value of lungs of children. *JAMA.* 1922;78: 1107-1110.