

척수 손상레벨과 자세에 따른 폐기능
지표의 비교

연세대학교 대학원

의 학 과

손 홍 석

척수 손상레벨과 자세에 따른 폐기능
지표의 비교

지도교수 신 지 철

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2007 년 6 월 일

연세대학교 대학원

의 학 과

손 홍 석

손홍석의 석사 학위논문을 인준함

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

연세대학교 대학원

2007년 6월 일

감사의 글

전문의 수련 과정 때부터 학문뿐 아니라 의사로서 힘든 환자에게 도움을 주며 느낄 수 있는 기쁨을 깨우쳐 주신 신지철 교수님으로부터 이렇게 대학원에서도 그 가르침을 이어 받아 이 논문을 완성하게 되었습니다. 진심으로 감사드립니다.

1년간 강성웅 교수님 밑에서 강사생활을 하면서 받은 많은 지식과 경험이 이번 연구 논문에 결정적인 역할을 한 것으로 생각합니다. 감사드립니다.

그리고 바쁘신 일과에도 많은 관심과 격려로 논문을 지도 해주신 장준 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

선배를 위해서 묵묵히 데이터를 수집하는데 도움을 준 후배 수련의들에게도 감사의 뜻을 전하고 싶습니다.

마지막으로 편한 마음으로 공부하며 연구할 수 있게 지원해 주신 부모님과 옆에서 내조해준 든든한 내 아내에게도 따뜻한 사랑을 보냅니다.

2007년 6월

손홍석 올림

<차례>

국문 요약	iii
I. 서론	1
II. 대상 및 방법	3
1. 연구대상	3
2. 연구방법	3
3. 통계분석	4
III. 결과	5
1. 신경손상수준에 따른 변화	6
2. 자세에 따른 변화	8
IV. 고찰	11
V. 결론	16
참고문헌	17
영문요약	20

그림 차례

그림 1. Correlation of forced vital capacity with injury level	7
그림 2. Correlation of peak cough flow with injury level	8
그림 3. Correlation of MIP and MEP with injury level	8
그림 4. Correlation of MIP and MEP with injury level in sitting and supine position	11

표 차례

표 1. General characteristics	6
표 2. Pulmonary function in individuals with spinal cord injury	10

국문 요약

척수 손상레벨과 자세에 따른 폐기능 지표의 비교

목적: 본 연구는 전체 척수손상환자에서 서로 다른 손상 레벨과 이들이 앉은 자세와 누운 자세 각각에서 측정된 호흡평가 지표들이 어떠한 상관관계를 보이는지를 나타하고자 한다.

연구방법: 76명의 경수 손상으로 인한 사지마비 환자 및 41명의 흉수 및 요수 손상으로 인한 하지마비 환자를 대상으로 하였고, 노력성 폐활량, 최대 주입용량, 최대 기침유량, 최대 흡기압 및 최대 호기압을 앉은 자세와 누운 자세에서 측정하였다.

결과: 노력성 폐활량, 최대 기침유량, 최대 흡기압, 최대 호기압은 모두 신경 손상의 수준이 낮아짐에 따라 의미있게 증가하는 양상을 나타냈다 ($p < 0.05$). 신경 손상 수준에 따른 최대 호기압의 변화율이 최대 흡기압의 변화율보다 큰 경향을 보였다. 앉은 자세와 누운 자세에서 의미있게 차이가 있게 나타난 것은 사지마비 환자에서 노력성 폐활량과 최대 흡기압이었다 ($p < 0.05$).

결론: 노력성 폐활량을 비롯한 호흡지표가 척수손상 부위가 경수에 요수로 내려가면서 일관되게 증가함을 알 수가 있었고, 호흡에 관여하는 근육이 흉수와 요수 범위에서도 손상의 수준에 따라 약화되는 차이가 있으므로, 이러한 요인이 호흡지표에 영향을 주고 있음을 알 수 있었다.

핵심되는 말 : 척수손상, 노력성 폐활량, 최대 흡기압, 최대 호기압

척수 손상레벨과 자세에 따른 폐기능 지표의 비교

<지도교수 신지철>

연세대학교 대학원 의학과

손 홍 석

I. 서론

1973년과 1992년 사이 척수손상 후 호흡기를 사용하고 있었던 환자들을 대상으로 한 연구에서 평균 생존율은 손상 1년 후 25.4%, 15년 후는 16.8%였으며, 이들 환자에서 호흡기계 합병증은 사망원인의 49.8%를 차지하고, 심장질환으로 추정되는 24.6%의 사망에도 관련된 것으로 알려져 있어 거의 50% 이상이 호흡기계 합병증으로 사망한 것으로 알려져 있다.⁷ 최근 인공호흡기 등 호흡기계 관리 및 치료의 발달로 많은 도움을 주고는 있지만 척수손상 환자에게서 호흡기계 합병증은 아직도 주요 사망원인 중 하나이다.

척수손상 시 손상 부 아래의 호흡근육에 대한 상위 척수의 기능은 소실된다. 이로 인한 호흡근육의 마비는 기침능력의 감소를 유발하고 결과적으로는 기도 내 분비물의 축적을 초래하여 여러 가지 호흡기계 합병증을 발생시킨다.²¹ 또한 약해진 호흡근육은 폐를 최대용적까지 충분히 팽창시키지 못하며 최소 잔기량까지 압축시키지도 못한다.¹⁰ 이처럼 흉곽이 충분히 팽창하지 못하는 상태가 장기간 지속되면 흉곽조직이 단축되고 굳어지며 근

육은 섬유화되어 흉곽의 유순도(탄성도; **compliance**)가 감소하게 될 뿐만 아니라 폐 내에서도 미세 무기폐가 확산되어 폐의 유순도도 감소하게 되는 것이다.¹³ 이러한 요인들은 모두 기침과 객담제거 능력을 감소시킴으로써 호흡기계 위생에 심각한 문제를 야기시킨다.

그러므로 호흡기능의 장애에 대한 충분한 이해와 정확한 평가는 환자의 예후를 예측하고 호흡기계 합병증 발생의 예방 및 치료 방향을 결정하는데 있어서 매우 중요하다.

경수 및 상부 흉수 손상 환자들은 노력성 폐활량은 30-50% 정도, 기능적 잔기량은(**functional residual capacity**)은 25% 정도, 그리고 호기 예비량(**expiratory reserve volume**)은 75% 정도까지 감소한다고 알려져 있으며 이는 복부근육 및 흉곽근육의 근력과 조절기능 장애 때문에 일어난다.²⁶

척수손상 환자들의 특성상 호흡 능력 변화의 양상과 정도는 신경학적 손상의 부위에 따라서 다르게 나타난다. 제12 흉수 이상 척수 손상에서 호흡기능 저하가 나타나기 시작하여 손상 부위가 높아질수록 더 많은 복근과 늑간근의 마비로 호흡능력의 저하가 심화될 것으로 생각되지만 호흡에 관여하는 근육이 흉수 범위에서도 손상의 수준에 따라 약화되는 차이가 있으므로 이러한 요인이 호흡능력 평가지표에 영향을 줄 수도 있을 것이다. 또한 척수손상 환자에서는 앉은 자세에서보다 앙와위로 누운 자세에서 노력성 폐활량이 높게 측정 된다는 것은 많은 연구를 통해 알려진 사실이다.^{4,9} 하지만 노력성 폐활량을 비롯한 호흡지표가 척수손상 부위가 내려가더라도 일관된 양상을 보이는지에 대해서는 아직 연구된 바는 없다.

따라서 본 연구에서는 하지마비 환자들을 포함한 전체 척수손상환자에서 이들이 앉은 자세와 누운 자세 각각에서 서로 다른 손상 레벨에 따라 측정된 호흡평가 지표들이 어떠한 상관관계를 보이는지를 나타하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

76명의 경수 손상으로 인한 사지마비 환자 및 41명의 흉수 및 요수 손상으로 인한 하지마비 환자를 대상으로 하였다.

환자 모두는 미국척수손상협회(American Spinal Injury Association: ASIA) 등급 A로 분류되는 환자였다. 척수 손상의 부위는 미국척수손상협회의 정의에 따라 신경학적 검사에서 정상 소견을 보이는 가장 원위부 신경절로 하였다.

환자들은 호흡기계 질환 및 손상의 병력이 없으며, 방사선 검사 및 흉부 이학적 소견 상 폐질환 소견이 있는 환자의 경우와 호흡기계에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하고 있거나 흡연을 하고 있는 환자들의 경우에도 제외되었다. 각 환자들은 척추 손상 후 기간에 따른 변수요인을 최소화하기 위하여 수상 후 최소 1년 이후의 환자를 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

가. 노력성 폐활량(forced vital capacity: FVC)과 최대주입 용량(maximal insufflation capacity: MIC)

폐활량 측정기 MicroSpirometer(Micro Medical Ltd., UK)를 이용하여 앉은 자세와 앙와위로 누운 상태에서 각각 측정하며, 각각의 과정을 최소한 3번 이상 시행하여 얻은 각 측정치의 수치 중 최대값을 선택하였다. 노력성 폐활량은 각 환자들의 연령과 신장을 기준으로 한 정상 폐활량의 예상치(predicted value: VCpre)를 각각 구한 후 실제로 측정된 각 환자의 폐활량을 계산된 정상 폐활량 예상 치로 나누어 백분율로 표시하였고 최대주입 용량은 환자 스스로 흡입할 수 있는 최대 용량을 들어 마신 후 비구강 마

스크를 통해 도수 소생기(manual resucitator) 백으로 공기를 추가로 주입한 후 내쉬게 하여 폐활량 측정기에 기록된 수치를 그대로 표시하였다.

나. 호흡근 근력 평가

호흡근 근력을 나타내는 최대 호흡기압은 호흡근력 측정기 MicroRPM(Micro Medical Ltd., UK)를 이용하여 앉은 자세에서 코를 막고 마우스피스를 통해 총폐용적에 최대한 가깝게 흡기한 후 최대 호기압(maximum expiratory pressure: MEP)을, 폐잔류량에 최대한 가깝게 호기한 후 최대 흡기압(maximum inspiratory pressure: MIP)을 측정하였다. 압력은 최소한 1초 이상 지속되도록 하며, 3회 이상 시행하여 얻은 값 중 최대값을 선택하였다.

다. 최대 기침유량(peak cough flow: PCF)

ASSESS[®] (Health Scan Products Inc., USA) 최대 유량 측정기를 이용하여 측정하였고, 환자 스스로 흡입할 수 있는 최대 용량을 들이 마신 후 최대한 힘차게 기침을 하게 하여 측정하였다. 과정을 최소한 3번 이상 시행하여 얻은 각 측정치의 수치 중 최대값을 선택하였다.

3. 통계 분석

각 환자군의 측정된 호흡지표들과 제1 경수 손상부터 제4 요수 손상까지 1부터 24까지의 숫자 값으로 나타낸 척수 손상 수준간의 상관관계 분석을 위하여 회기분석을 이용하였다. 각 환자의 앉은 자세에서와 누운 자세에서 측정된 호흡지표들은 paired t-test를 이용하여 비교하였다.

통계처리는 윈도우용 SPSS version 13.0 통계 프로그램을 이용하여 시행하였으며 통계적 유의성의 기준은 $p < 0.05$ 으로 정하였다.

III. 결과

경수 손상으로 인한 사지마비 환자군의 평균 연령은 34.7세이며, 남자가 57명, 여자가 19명이었다. 경수 손상 부위는 제4 경수 14명, 제5 경수 16명, 제6 경수 24, 제7경수 11명이었다. 흉수와 요수의 손상으로 인한 하지 마비 환자군의 평균 연령은 34.7세이며 남자가 32명, 여자가 9명이었으며 손상부위는 제1 흉수 2명, 제3 흉수 4명, 제4 흉수 5명, 제5 흉수 2명, 제6 흉수 5명, 제7 흉수 2명, 제8 흉수 2명, 제9 흉수 2명, 제10 흉수 2명, 제11 흉수 4명, 제12 흉수 1명, 제1 요수 2명, 제2 요수 4명, 제3 요수 4명, 제4 요수 2명 이었다. 척추 손상 후 평균기간은 사지마비 환자 군은 16개월이었고 하지마비 환자 군은 21개월이었다.

Table 1. General characteristics

Subject	n	Sex male/female	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	Duration (month)
Tetraplegic	76	57/19	36.3±13.5	170.1±7.1	62.6±9.6	16.4±24.8
Paraplegic	41	32/9	34.7±12.5	169.9±8.6	61.1±9.1	21.5±15.6
All subjects	117	89/28	35.7±13.2	170.0±7.5	62.2±9.5	18.3±25.1

Values are mean±standard deviation.

1. 신경 손상 수준에 따른 변화

노력성 폐활량은 신경 손상의 수준이 낮아짐에 따라 의미 있게 증가하는 양상을 나타내었다($p < 0.05$)(Fig. 1).

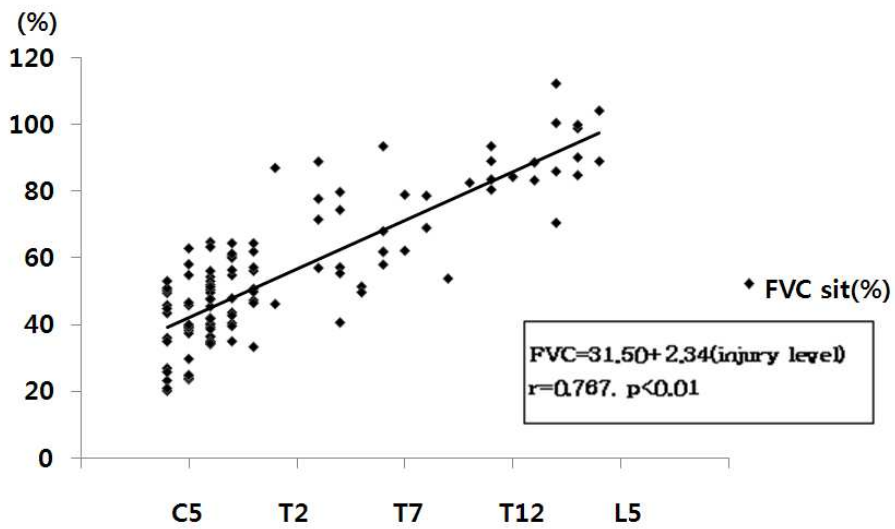


Fig. 1. Correlation of forced vital capacity with injury level.

최대 주입 용량은 신경 손상 수준과 의미 있는 상관관계를 보이지 않았다. 최대 기침유량, 최대 흡기압, 최대 호기압은 모두 신경 손상의 수준이 낮아짐에 따라 의미 있게 증가하는 양상을 나타냈으며($p < 0.05$)(Fig. 2), 신경 손상 수준에 따른 최대 호기압의 변화율이 최대 흡기압의 변화율보다 큰 경향을 보였다(Fig. 3).

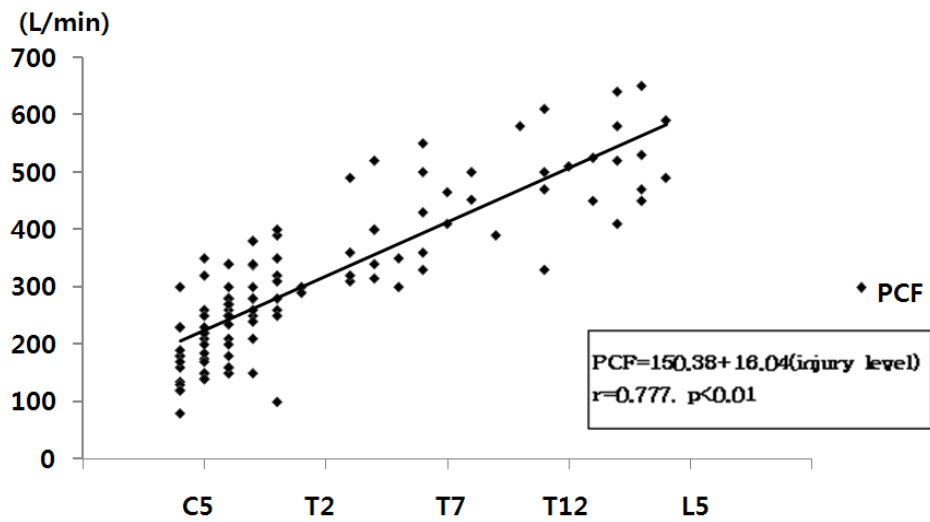


Fig. 2. Correlation of peak cough flow with injury level

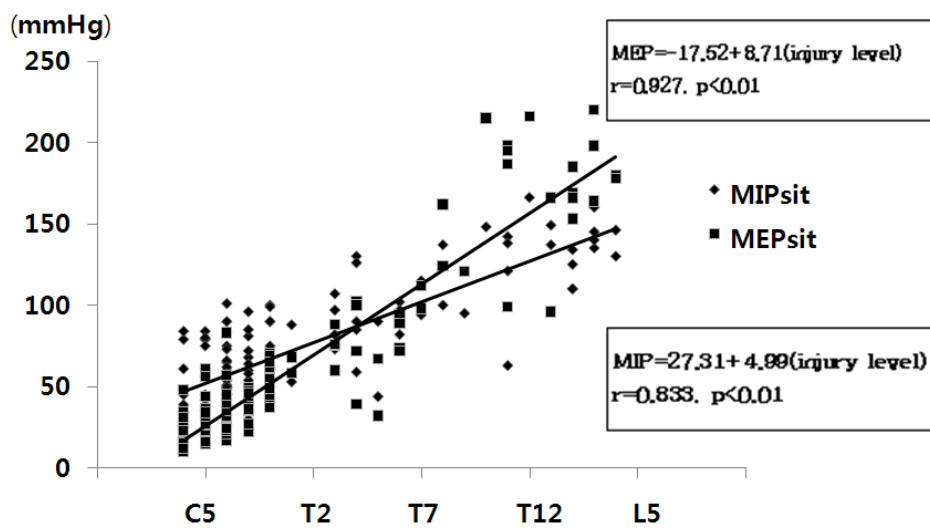


Fig. 3. Correlation of MIP and MEP with injury level.

2. 자세에 따른 변화

노력성 폐활량은 사지마비 환자군 76명에서 앉은 자세로 측정 시 평균 2107.9 ml로 정상 예측치의 42.3%, 누운 자세로 측정 시 2391.9 ml로 정상 예측치의 51.1%를 나타내어 두 측정치 사이에 통계학적으로 의미 있는 차이가 있었다($p < 0.05$). 하지마비 환자군 41명에서는 앉은 자세로 측정 시 평균 3655.2 ml로 정상 예측치의 73.5%, 누운 자세로 측정 시 3598.3 ml로 정상 예측치의 72.4%를 나타내어 두 측정치 사이에 통계학적으로 의미 있는 차이가 없었다.

최대 흡기압은 사지마비 환자군 76명에서 앉은 자세로 측정 시 평균 55.2 mmHg로 정상 예측치의 44.2%, 누운 자세로 측정 시 61.4 mmHg로 정상 예측치의 49.6%를 나타내어 두 측정치 사이에 통계학적으로 의미 있는 차이가 있었다($p < 0.05$). 하지마비 환자군 41명에서는 앉은 자세로 측정 시 평균 110.4 mmHg로 정상 예측치의 88.6%, 누운 자세로 측정 시 108.2 mmHg로 정상 예측치의 86.8%를 나타내어 두 측정치 사이에 통계학적으로 의미 있는 차이가 없었다(Fig. 4).

최대 호기압은 사지마비 환자군 76명에서 앉은 자세로 측정 시 평균 34.2 mmHg로 정상 예측치의 14.8%, 누운 자세로 측정 시 34.6 mmHg로 정상 예측치의 15.9%를 나타내었고, 하지마비 환자군 41명에서는 앉은 자세로 측정 시 평균 165.1 mmHg로 정상 예측치의 74.0%, 누운 자세로 측정 시 163.4 mmHg로 정상 예측치의 73.3%를 나타내었다. 두 군 모두에서 최대 호기압 측정치는 자세에 따라 의미 있는 차이를 보이지 않았다(Fig. 4).

Table 2. Pulmonary function in individuals with spinal cord injury

	Tetraplegia (n=76)		Paraplegia (n=41)	
	sitting	supine	sitting	supine
FVC ¹ (ml)	2107.9±583.6 (42.3±11.5%)	2391.9±571.3* (51.1±10.6%)	3655.2±852.9 (73.5±14.3%)	3598.3±768.7 (72.4±13.2%)
MIC ² (ml)	2679.1±630.1	-	3659.1±788.3	-
PCF ³ (L/min)	236.7±74.3	-	459.8±92.1	-
MIP ⁴ (mmHg)	55.2±20.7 (44.2±16.6%)	61.4±21.0* (49.6±16.8%)	110.4±30.4 (88.6±24.1%)	108.2±27.0 (86.8±21.4%)
MEP ⁵ (mmHg)	34.2±15.1 (14.8±6.6%)	34.6±15.9 (14.9±6.9%)	165.1±55.8 (74.0±24.1%)	163.4±53.1 (73.3±23.0%)

Values are mean±standard deviation. *p<0.05

1. FVC: Forced vital capacity, 2. MIC: Maximum insufflation capacity, 3. PCF: Peak cough flow, 4. MIP: Maximum inspiratory capacity, 5. MEP: Maximum expiratory capacity

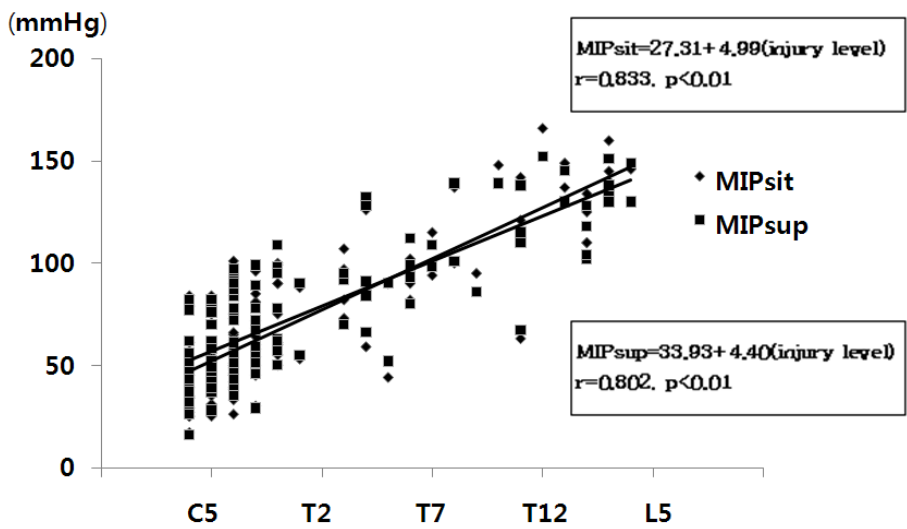
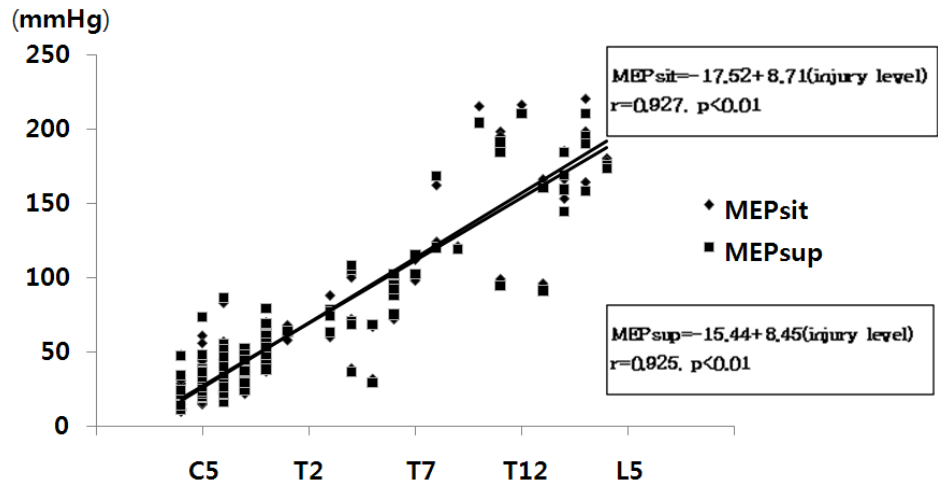


Fig. 4. Correlation of MIP and MEP with injury level in sitting and supine position.

IV. 고찰

해부학적으로 호흡에 관여하는 근육들로는, 흡기에 관여하는 것으로 외측 늑간근, 횡격막 등이 주된 근육이지만, 흉곽을 뒤로 신장할 수 있는 근육들인 대흉근, 소흉근, 사각근, 광배근, 전거근 등 경수부 신경에 지배를 받고 있는 호흡 보조근들이 부수적으로 작용할 수 있고, 호기에 관여하는 근육으로는 내측 늑간근이 주된 근육이며 흉수 6번에서 12번까지의 신경 지배를 받고 있는 복부근과 같이 등을 굽히게 할 수 있는 근육들이 부수적으로 호기에 작용할 수 있게 된다.¹⁴

제4 경수 손상 이하의 하부 경수 손상 환자들은 늑간근이나 복부근이 마비가 되지만 횡격막은 작용을 하므로 횡격막에 의존하여 호흡을 하게 된다. 경수 손상환자에서는 손상부위에 따라 횡격막과 호기근, 흡기근의 마비를 보이며, 이로 인해 환기장애를 보인다.²³ 흡기 시에는 횡격막의 수축과 함께 늑골이 측방으로 팽창하며 늘어나고 상측 늑골이 상방으로 팽창하면서 가슴이 넓어지게 되는데 이때 위에 언급한 경수부 신경의 지배를 받고 있는 호흡 보조근들이 같이 작용을 하게 된다. 흡기근의 마비는 늑골장(rib cage)의 움직임을 감소시켜 늑골장의 강직을 유발하고 이로 인해 늑골장의 가동범위가 제한되어 흉곽과 폐탄성도의 감소를 초래하며,⁸ 호기근의 마비는 흡기근의 마비와 함께 기침을 할 수 있는 능력을 저하시키게 된다. 경수 손상환자에서 앉은 자세에서의 호기는 흡입된 공기로 팽창된 폐 및 흉곽의 반동에 의해 수동적으로 일어나게 된다. 전적으로 횡격막에 의존해 호흡을 하게 되며 복부 내용물이 중력에 의해 아래로 내려가 횡격막의 반잔폭(excursion)이 감소하게 되므로 노력성 폐활량은 적게 측정이 된다.^{4,9} 그리고 호기 시에는 복근과 늑간근은 마비가 된 상태이므로 호기가 불가능할 것으로 생각될 수 있으나 제5-7 경수 신경이 분포하는 대흉근의 쇄골

부의 작용으로 비록 정상보다는 작지만 호기성 예비용적을 유지하게 된다.¹⁵ 그래서 경수 손상 환자에서 대흉근의 강화훈련은 호기성 예비용적을 증가시키고 잔기량을 감소시켜 작은 용량에서도 기침을 용이하게 하여 기도 내 분비물 제거를 가능하게 한다.¹¹ 경수 손상을 받은 후 손상 초기를 지나게 되면 사지마비 환자들은 이와 같은 근육들의 마비와 폐와 흉곽의 유순도의 감소로 인하여 노력성 폐활량은 정상 예측치의 42%¹²-50%²³ 정도로 보고되고 있다. 이는 이번 연구에서 사지마비 환자가 앉은 자세에서 측정된 노력성 폐활량의 평균치인 42.3%와 비슷한 결과를 나타냈다.

손상수준과 폐기능 지표와의 관계에서 노력성 폐활량과 최대 기침 유량은 흉수 신경손상 환자에서 더욱 증가하는 양상을 보였다. 하지만 하부 흉수 신경손상 환자와 상부 요수 신경 손상 환자에서 노력성 폐활량 증가의 폭이 감소되고 최대 기침유량은 급격하게 증가하는 현상을 볼 수가 있었는데 이는 배근육과 허리 근육의 신경 분포의 양상에 기인한다. 복직근, 내복사근, 외복사근, 복횡근은 순서대로 제6 흉수 신경부터 제12 흉수 신경이 분포하며 외복사근과 복횡근은 제1 요수 신경에 의해 함께 지배를 받는다. 요방형근은 제12 흉수신경과 제1,2,3 요수 신경과 제4 요수 신경까지 분포하는 근육으로 횡격막과 함께 호흡에 협동적인 작용을 하게 된다.²⁵ 횡격막이 수축하여 제12 늑골을 하방으로 팽창시키려는 힘이 작용할 때 요방형근도 함께 수축하여 척추부의 제12 늑골이 상방으로 팽창하려는 경향을 차단하게 되는데, 제11 흉수 신경과 제2 요수 신경 사이 손상 환자에 있어서는 요방형근이 부분적으로 마비되게 되어 정상인과 비교했을 때 호흡 시 횡격막과의 협동운동에 영향을 미치게 된다.⁴ 이번 연구에서도 신경손상의 수준에 따른 노력성 폐활량의 꾸준한 증가는 제1 요수신경 환자를 지나서부터는 완만해졌으며 이는 요방형근이 작용하면서 부터는 정상인과 거의 다를 것이 없어서 노력성 폐활량의 변화에 큰 영향을 주지 않기 때문에 나

타나는 결과로 생각된다.

경수 손상 환자의 폐기능 평가는 폐쇄성 폐질환 질환과는 달리 흉곽 및 폐 탄성도의 감소로 인해 폐활량, 흡기용적 그리고 기능적 잔기량의 구성요소 중 특히 호기성 예비용적의 감소를 보이는 제한성 환기장애의 양상으로 나타나는데 대개 수상 후 수주 내지 수개월 이내에 발생한다.²³ 그리고 흡기근의 마비로 인해 심부 폐용량의 감소와 숨참기가 어려워 흉곽내압과 폐와 흉곽의 탄성반동의 효과적인 증가가 이루어지지 않으며,¹⁶ 호기 시 호기근의 정상적으로 수축하여 흉곽 및 복강 내 압력을 충분히 증가시켜야 하는데, 동반되는 호기근의 마비로 인하여 호기 시 낮은 압력 때문에 최대 기침유량은 평균 240 L/min을 넘지 않아 효과적인 기침이 어려워진다.^{5,18} 이번 연구에서는 최대 기침유량이 사지마비 환자에서 평균 236.7 L/min, 하지마비 환자에서 평균 459.8 L/min 을 나타내었으며 제6 흉수 손상 환자 이하부터 현저한 증가를 보였는데 이는 호기 시 배근육의 사용할 수 있는지의 여부가 가장 큰 요인으로 작용한 것으로 생각된다. 그리고 환자가 기침을 할 때 복부를 힘차게 밀어주어 도수로 보조를 해주지 않아도 꽤 높은 측정치를 보일 수 있었던 것은 수상 후 최소 1년이 지난 환자들을 대상으로 하였기 때문이다. 경수 손상 후 5개월이 지나게 되면 노력성 폐활량이 정상 예측치의 약 50%로 증가한다고 보고된 바가 있는데¹² 이는 척수 손상의 초기를 지나 늑간 근육의 반사수축의 발달과 경직현상이 증가하게 되고²⁰ 이를 이용한 환자들의 호흡 요령이 늘기 때문이다. 척수손상 초기에는 척추 쇼크 상태에 의한 연축현상을 보이나 시간이 지남에 따라 경직현상이 생기게 되고, 이에 따라 늑간근과 복근에 저항이 생겨 노력성 폐활량이 증가하며, 환자가 상지를 움직일 때 견갑골과 경추, 흉추부의 보조 호흡근의 강화효과를 가져와 결국 기침능력이 증가된다고 생각한다.²⁴ 여러 연구 결과에 의하면 제2-5 경수 손상군에서는 노력성 폐활량이 예측치의 50%까지

회복되는 양상을 보이고, 제6-8 경수 손상군에서는 경수 손상 부위가 낮아 질수록 부위에 따라 정상 예측치의 약 9% 정도의 노력성 폐활량이 점차 증가하는 결과를 보였다.^{2,3,22}

최대 흡기압과 최대 호기압은 호흡근육의 약화를 보여주는데 유용한 지표로서 노력성 폐활량보다 더욱 민감한 지표이다.¹⁴ 최대 흡기압과 최대 호기압의 두가지 지표를 놓고 비교 하였을때, 만성적으로 진행되는 신경 근육계질환 환자에 있어서 최대 흡기압은 나이가 들어감에 따라 비교적 잘 보전이 되므로 호흡장애와 기침능력에 보다 민감한 지표는 최대 호기압으로 알려져 있지만,¹⁷ 손상된 신경에 따른 호흡근육의 마비로 흡기와 호기능력 모두에 장애가 따르는 척수손상 환자, 특히 경수 손상환자에 있어서 보다 민감한 것은 최대 흡기압으로 보고된바 있다.²⁷ 이번 연구에서 최대 흡기압과 최대 호기압은 신경 손상의 수준이 내려감에 따라 흡기와 호기에 사용되는 근육이 작동을 하게 되므로 이에 비례하여 증가하였고, 그중에 최대 호기압의 변화율이 보다 크게 나타났는데 이는 그만큼 배근육이 호흡시 최대 흡기압을 역전할 정도로 강한 역할을 하고 있는 것으로 생각된다.

자세에 따른 호흡 기능 지표들을 보면 앉은 자세와 누운 자세에서 의미 있게 차이가 있게 나타난 것은 사지마비 환자에서 노력성 폐활량과 최대 흡기압이었고, 하지마비 환자에서는 앉은 자세에서의 평균값이 모든 지표에서 크게 나타났으나 통계학적으로 의미는 없었다. 정상인에서도 양와위로 누운 자세보다 앉은 자세에서 폐활량이 더 크게 측정되는데 이는 누운 자세에서는 전신 순환 혈액이 폐순환으로 이동하는 양이 증가하여 흉곽 내 가스흡입 부피가 감소하고 또한 복부 내용물이 횡격막을 압박하여 공기 흡입이 원활하지 못하기 때문이며 양와위로 누운 자세에서 노력성 폐활량이 $7.5 \pm 5.7\%$ 정도 감소한다고 보고된 바도 있다.^{1,28} 일부 신경근육계 질환에서도 누운 자세에서 폐활량의 감소 정도가 나타나며 이는 횡격막 약화의 진

행정도와 관련이 있고, 자세에 따른 폐활량의 변화의 크기가 신경근육계 질환 환자에서 횡격막 약화 정도를 반영하는 지표가 될 수 있다는 연구가 많이 진행되어 왔다.^{28,19} 이번 연구에서 사지 마비 환자에서는 상대적으로 횡격막이 마비되지 않은 상태로 호흡에 중요한 역할을 하고 있기 때문에 이와 연관된 노력성 폐활량과 최대 흡기압과 같은 호흡지표에서 자세에 따른 차이를 의미 있게 보였고, 하지마비 환자는 거의 정상인과 비슷하여 앉은 자세에서 각 지표가 모두 높게 나타났지만 의미 있는 수준을 나타내지는 않았다.

V. 결론

본 연구에서는 하지마비 환자들을 포함한 전체 척수손상환자에서 노력성 폐활량을 비롯한 호흡지표가 척수손상 부위가 내려가면서 일관되게 증가함을 알 수가 있었고, 호흡에 관여하는 근육이 흉수와 요수 범위에서도 손상의 수준에 따라 약화되는 차이가 있으므로 이러한 요인이 호흡지표에 영향을 주고 있음을 확인하게 되었다. 또한 척수 손상환자라는 특수한 상황에서 여러 호흡 능력 평가지표 중에서 자세에 따라 더 밀접한 상관관계를 나타내는 것이 노력성 폐활량과 최대 흡기압이었다. 이처럼 호흡기능의 장애에 대한 충분한 이해가 호흡기능의 정확한 평가로 이어져서 호흡기계 합병증 발생의 예방 및 치료 방향을 결정하는데 도움이 될 것으로 생각한다.

참고문헌

1. Allen SM, Hunt B. Fall in vital capacity with posture. *Br J Dis Chest*. 1985; 79: 267-71.
2. Almenoff PL, Spungen AM, Lesser M, Bauman WA. Pulmonary function survey in spinal cord injury: influences of smoking and level and completeness of injury. *Lung* 1995; 173: 297-306.
3. Anke A, Aksnes AK, Stanghelle JK, Hjeltnes M. Lung volumes in tetraplegic patients according to cervical cord injury level. *Scan J Rehabil Med* 1993; 25: 73-7.
4. Baydur A, Adkins RH, Milic-Emili J. Lung mechanics in individuals with spinal cord injury: effects of injury level and posture. *J Appl Physiol* 2001; 90: 405-11.
5. Braun SR, Giovannoni R, O'Connor M. Improving the cough in patients with spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil* 1984; 63: 1-10.
6. Brouke SC, Bullock RE. Non invasive ventilation in ALS. *Neurology* 2003; 61: 171-7.
7. DeVivo MJ, Ivie CS. Life expectancy of ventilator-dependent persons with spinal cord injuries. *Chest* 1995; 108: 226-32.
8. Estenne M, De Troyer A. The effect of tetraplegia on chest wall statics. *Am rev respir Dis* 1986; 134: 121-4.
9. Estenne M, De Troyer A. Mechanism of the postural dependence of vital capacity in tetraplegic subjects. *Am Rev respir Dis* 1987; 135: 367-71.

10. Estenne M, Heilporn A, Delhez L, Yernault JC, De Troyer A. Chest wall stiffness in patients with chronic respiratory muscle weakness. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128: 1002-7.
11. Estenne M, Knoop C, Vanvaerenbergh J, Heilporn A, DeTroyer A. The effect of pectoralis muscle training in tetraplegic subjects. *Am rev Respir Dis*. 1989; 139: 1218-22.
12. Fugl-Meyer AR. Effects of respiratory muscle paralysis in tetraplegic and paraplegic patients. *Scand J Rehabil Med* 1971; 3: 141-50.
13. Gibson GJ, Pride NB, Davis JN, Loh LC. Pulmonary mechanics in patients with respiratory muscle weakness. *Am Rev Respir Dis* 1977; 115: 389-95.
14. Griggs RC, Donohoe KM, Utell MJ, Goldblatt D, Moxley RT 3rd. Evaluation of pulmonary function in neuromuscular disease. *Arch Phys Med Rehabil* 1981; 38: 9-12.
15. James WS 3rd, Minh VD, Minter MA, Moser KM. Cervical accessory respiratory muscle function in patient with a high cervical cord lesion. *Chest* 1977; 71: 59-64.
16. Kang SW, Bach JR: Maximum insufflation capacity. *Chest* 2000; 118: 61-5.
17. Kelly B, Luce JM. The diagnosis and management of neuromuscular disease causing respiratory failure. *Chest* 1991; 99: 1485-94.
18. Kirby NA, Barnerias MJ, Siebens AA. An evaluation of assisted cough in quadraplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1966; 47: 705-10.
19. Lechtzin N, Wiener CM. Spirometry in the supine position improves the detection of diaphragmatic weakness in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Chest* 2002; 121: 436-42.

20. Ledsome JR, Sharp JM. Pulmonary function in acute cervical cord injury. *Am Rev Respir Dis* 1981; 124: 41-4.
21. Lin VW, Hsiao IN, Zhu E, Perakash I. Functional magnetic stimulation for conditioning of expiratory muscles in patients with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 162-6.
22. Linn WS, Spungen AM, Gong H Jr, Adkins RH, Bauman WA, Waters RL. Forced vital capacity in two large outpatient population with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* 2001; 39: 263-8.
23. Mansel JK, Norman JR. Respiratory complications and management of spinal cord injuries. *Chest* 1990 97: 146-52.
24. McMichan JC, Michel L, Westbrook PR. Pulmonary dysfunction following traumatic quadriplegia. recognition, prevention and treatment. *JAMA* 1980 243: 528-31.
25. Osmond DG. Functional anatomy of the chest wall. In: Roussos C. editor. *The Thorax* 2nd ed, New York: Dekker; 1995. pp. 413-44.
26. Roth EJ, Nussbaum SB, Berkowitz M, Primack S, Oken J, Powley S, Lu A. Pulmonary function testing in spinal cord: correlation with vital capacity. *Paraplegia* 1995; 33: 454-7.
27. SW Kang, JC Shin, CI park, JH Moon, DW Rha, d-h Cho. Relationship between inspiratory strength and cough capacity in cervical cord injured patients. *Spinal Cord* 2006; 44: 242-8.
28. Varrato J, Siderrowf A. Postural change of forced vital capacity predicts some respiratory symptoms in ALS. *Neurology* 2001; 57: 357-9.

Abstract

Pulmonary function in individuals with spinal cord injury: effects of injury level and posture

Hong Seok, Sohn

*Department of Medicine
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Ji Cheol Shin)

Objective : To assess the factors and relationships of pulmonary function testing values in individuals with different spinal cord injury (SCI) levels while they were in the seated and supine postures.

Methods : One hundred seventeen individuals with chronic SCI who had neither history nor radiologic finding of pulmonary disease were divided into two groups: tetraplegic (n=76) and paraplegic (n=41) groups. The pulmonary function was evaluated by measuring percentage of predicted value of forced vital capacity (% FVC), maximal insufflation capacity (MIC), peak cough flow (PCF), maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) in different postures.

Results: FVC, PCF, MIP and MEP increased with descending spinal injury level ($p < 0.05$). FVC was increased proportionately more down to injury level

L1, below which it plateaued. The coefficient of variation with MIP was larger than that of MEP. Supine values for FVC and MIP were larger compared with the seated posture. proportionately more down to injury level ($p < 0.05$).

Conclusion : Changes in values of pulmonary function evaluation with SCI are depend on injury level and posture.

Key Words : spinal cord injury, forced vital capacity, maximal inspiratory pressure, maximal expiratory pressure