

기관지천식 환자에서 고해상 CT 상의 공기포획: 폐기능 검사와의 상관관계¹

황정화 · 차철희 · 박재성 · 김영범 · 이해경 · 최득린 · 김경호² · 박춘식²

목 적 : 기관지천식 환자에서 고해상 CT에서 보이는 공기포획의 정도와 폐기능 검사상 기도폐쇄와의 상관성을 파악하고 공기포획량의 정도가 치료에 따른 예후에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 기관지천식으로 진단받고 고해상 CT상 공기포획을 보인 35명의 환자를 대상으로 하였다. 고해상 CT상 공기 포획의 정도를 정량 분석하고 폐 환기 기능 검사 지표들과의 상관성을 통계학적으로 비교 분석하였다. Group 1 (N=35)은 전체 기관지 천식 환자, Group 2 (N=18)는 전반적인 기도 폐쇄의 지표인 FEV1이 80% 이상으로 급성 천식 발작이 없는 안정 상태의 기관지 천식 환자군으로 나누었다. 치료에 대한 기도폐쇄의 객관적 평가 지표 중 하나인 PEFR (peak expiratory flow rate)이 치료후 증가하는 시기에 따라 무증상군 (초기 시행 PEFR이 정상범위, N=7), 조기반응군 (입원 3일 이내에 초기 PEFR의 30% 이상 증가, N=18), 후기반응군 (입원 2주 이내에 초기 PEFR의 30% 이상 증가, N=8)으로 분류하여 각 군에서 공기포획의 차이를 비교하였다.

결 과 : 전체 기관지천식 환자에서 고해상 CT상 공기포획의 정도는 FEV1 ($r = -0.6161$, $p < 0.001$) 및 MEFR ($r = -0.6012$, $p < 0.001$)과 유의한 상관관계를 보였으며, FEV1이 80% 이상으로 급성 천식 발작이 없는 안정 상태의 기관지천식 환자에서도 MEFR ($r = -0.7553$, $p < 0.001$) 및 FEF75 ($r = -0.7529$, $p = 0.012$)와 통계학적으로 유의있는 상관성을 보였으나 FEV1과는 유의한 상관성이 없었다. 치료반응에 따른 분류에서 무증상군, 조기반응군, 후기반응군의 공기포획 정도는 각각 평균 9.31%, 21.50%, 27.89%로 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p = 0.0039$).

결 론 : 기관지천식 환자에서 고해상 CT상 관찰되는 공기포획량은 FEV1 및 MEFR과 통계학적으로 유의한 상관관계를 보였다. 따라서 기관지천식은 분절 및 아분절 기관지 등 비교적 큰 기도뿐만 아니라 소기도의 폐쇄가 관련된 질환이며 공기포획의 정도는 치료에 따른 환자의 반응을 예측하는 지표가 될 수 있다.

서 론

기관지천식은 기도의 과반응을 특징으로 하는 가역적인 질환으로 정의되며, 특히 만성 기관지천식 환자에서는 폐 환기 기능 검사에서 지속적인 기도폐쇄 소견을 관찰 할 수 있다 (1). 기관지천식의 병태 소견은 기도 괄약근의 비후와 수축에 따른 기관지 경련, 기도점액의 과분비 및 세포 침윤을 동반한 만성적 기도 점막의 염증 등을 들 수 있으며, 기도 상피하 기저막의 섬유화를 비롯한 기도의 구조적 변화가 동반됨이 보고되어 있다 (1, 2).

기관지천식 환자의 단순흉부사진 소견은 대개가 정상이나 일부 환자에서는 폐실질의 기도팽창 등 비특이적인 소견을 보여 질환의 진단과 치료효과 판정에 큰 도움을 주지 못한다. 최근 기관지천식 환자의 고해상 CT 소견으로 기도 팽창 및 폐기종 소견이 보고되고 있고 (2-5), 비흡연 기관지 천식 환자에서 보이는 기도 팽창의 원인은 반드시 폐기종에 의한것이 아니며, 기관지천식 환자에서도 흡연으로 폐기종이 유발될 수 있다고 보고된 바 있다 (5, 6). 또한 기관지천식 환자에서 고해상 CT상 관찰되는 기관지벽 두께 및 기관지 확장과 폐기능 검사의 상관성에 대한 연구로서 기관지 확장은 환자의 임상 소견과 일치하지 않음이 입증된 바 있으나 (3) 공기 포획과 폐기능 검사와의 상관관계를 규명한 논문은 없었다.

이에 저자들은 기관지천식 환자에서 고해상 CT에서 보이는

¹ 순천향대학교 의과대학 방사선과학교실

² 순천향대학교 의과대학 내과학교실

이 논문은 1996년 9월 2일 접수하여 1996년 11월 19일에 채택되었음.

공기포획의 정도를 정량 분석하여 폐기능 검사에 반영된 기도 폐쇄와의 상관성, 소기도 병변의 유무를 파악하는데 도움을 줄 수 있는지 여부 및 공기포획량의 정도가 치료에 따른 예후에 미치는 영향 등을 알아보고자 폐기능검사 지표와의 상관관계를 통계학적으로 분석하였다.

대상 및 방법

1992년 4월부터 1996년 3월까지 임상증상, 천식유발검사 및 폐 환기 기능 검사상 기관지천식으로 진단받고 고해상 CT에서 공기포획이 관찰된 40명 중 고해상 CT상 폐기종의 소견이 관찰된 5명을 제외한 나머지 35명을 대상으로 하였다.

환자의 분포는 남자가 11명, 여자가 24명이었고, 연령분포는 21세에서 73세로 평균 연령은 52.3세였다. 환자들의 흡연력은 흡연군과 비흡연군이 각각 9명 및 26명이었다.

모든 환자에서 내원 2일 이내에 고해상 CT 및 폐 환기 기능 검사를 같은날 시행하였다. CT는 CT-W2000 (Hitachi Medical Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 양와위 체위에서 흡기말에 조영증강 없이 절편두께 1mm, 절편간격 15mm로 폐첨부에서 횡격막 하방까지 촬영하였으며, 호기촬영은 대동맥궁, 기관분기부, 우하행동맥, 하폐정맥 및 우횡경막 1cm 상방 폐기저부 등 5개의 위치에서 절편두께 1mm로 흡기촬영과 동일한 위치의 영상을 얻을때까지 5mm 절편 간격으로 상하로 이동하여 시행하였다. 촬영의 지표는 관전압 120kVp, 관전류 300mA, scan time 1.0초, FOV 250-350mm이며, high spatial frequency algorithm을 이용하였고 window level은 -700HU, window width는 1500-1600HU로 영상을 얻었다.

고해상 CT의 소견은 2명의 방사선과 전문의가 서로 상의하여 후향적으로 분석하였다. 공기포획은 동일한 위치에서 흡기 및 호기말에 폐용적의 변화가 없으면서 호기시의 폐밀도 변화가 주변 정상 폐실질과 비교하여 100HU 이상 감소된 부위를 대상으로 하였다 (7). 폐기종은 고해상 CT에서 목측 (visual inspection)에 의하여 진단하였으며 병변이 지도상의 모양을 보이거나 경계가 불분명한 경우에는 공기포획으로, 병변이 벽을 가지고 있는 경우에는 폐기종으로 분류하였으며 폐기종의 임상적 진단기준 및 DLco의 감소 등을 참조하였다 (23).

정량분석은 상기 5 위치의 각 CT절편에서 5% 단위로 병변의 양을 측정한 후 이들 각각의 CT절편상 보이는 양폐의 용적이 개개인의 전체 폐용적에 대하여 차지할 것으로 예측되는 비율로 환산하여 scoring 하였다.

폐기능 검사는 Fukuda-300 (Fukuda Sangyo, Japan)을 사용하였으며 폐기능 검사 항목으로는 FVC (forced vital capacity) : 노력성 폐활량으로써 폐쇄성 폐질환에서 숨을 천천히 내쉬고 얻은 폐활량보다 낮게 나타남, FEV1 (forced expired volume in one second) : 최대 노력성 호기를 시작한 후 1초간에 내린 기량을 지칭하며 폐쇄성 폐질환시 감소함, FEV1/FVC : 1초간 노력성 호기량을 노력성 폐활량에 대한 백분율로 표시함으로써 개괄적인 기도폐쇄의 지표로 사용됨, MEFR (mid-expiratory flow rate, 즉 mean forced expiratory flow

rate during the middle half of the forced vital capacity) : 총폐활량의 초기 및 말기 25%를 제외한 중간 50%의 기량을 소요된 시간으로 나누어 구하며 환자의 물리적인 노력에 별로 상관없이 소기도 (직경 2mm이하의 원위부 기관지 및 세기관지) 병변의 조기진단에 도움이 됨, FEF75 (mean forced expiratory flow rate during the last one fourth of the forced vital capacity) : 총 폐활량의 말기 25%의 기량을 소요된 시간으로 나누어 구하며 MEFR (FEF25-75)보다 좀더 말초 소기도 병변의 진단에 도움이 됨, TLC (total lung capacity) : 최대 흡기말 폐의 공기량, RV (residual volume) : 최대 호기말 폐에 남아있는 공기량 및 RV/TLC 등이며 나이, 성별, 신장의 요인들을 감안한 예측치의 백분율 (%)로 표시하였다 (13).

연구 대상인 35명의 환자들은 폐기능 검사 결과 및 임상 양상에 따라 2군으로 분류 하였으며 Group 1 (N=35)은 전체 기관지 천식 환자, Group 2 (N=18)는 전반적인 기도 폐쇄의 지표인 FEV1이 80% 이상으로 급성 천식 발작이 없고 폐기능 검사 당시 주관적인 증상이 없는 안정 상태의 기관지 천식 환자로 분류하였다.

또한 치료에 대한 기도폐쇄의 객관적 평가의 하나로 PEFR (Peak Expiratory Flow Rate)을 시행하였고 초기 PEFR이 치료후 30% 이상 증가하는 시기에 따라 무증상군 (초기 시행 PEFR이 정상범위, N=7), 조기반응군 (입원 3일 이내에 초기 PEFR의 30% 이상 증가, N=18), 후기반응군 (입원 2주 이내에 초기 PEFR의 30% 이상 증가, N=8)으로 분류하였으며, 입원 2주까지 PEFR이 30% 이상 증가하지 않았거나 추적관찰이 되지 않은 2명은 대상에서 제외하였다.

통계학적 분석은 SPSS/PC WIN 6.13 (Chicago, Illinois, USA)을 이용하였다. 고해상 CT에서 공기포획의 정량분석과 폐기능 검사 지표와의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient 방법을, 치료후 PEFR이 30% 이상 호전되는 시기별 분류군간의 차이는 nonparametric Mann-Whitney U test를 이용하여 비교 분석하였다.

결 과

고해상 CT에서 공기포획의 정도는 전폐용적의 6%에서 52%로 평균 20.1%였으며 폐기능 검사상 정상 소견을 보인 환자는 6명이었다. 그외의 고해상 CT 소견은 기관지벽의 비후가 33명 (94.3%), 기관지 확장이 28명 (80%), 점액저류가 32명 (91.4%), 아분절성 마쇄유리상 및 폐경화가 2명 (5.7%), 불규칙한 선상음영이 3명 (8.6%) 등이었다 (Table 1).

전체 기관지천식 환자 (Group 1, N=35)에서 고해상 CT상 공기포획의 정도는 폐기능 검사 지표 중 전반적인 기도폐쇄 여부를 알 수 있는 지표인 FEV1 ($r = -0.6161$, $P < 0.001$) 및 비교적 중등도 크기 이하의 소기도 질환에 예민한 검사 지표인 MEFR ($r = -0.6012$, $p < 0.001$)과 통계학적으로 유의한 상관관계를 보였다. FEV1이 80% 이상으로 급성 천식 발작이 없는 안정 상태의 기관지천식 환자 (Group 2, N=18)에서도 고해

Table 1. HRCT Findings in Asthmatics with Air Trapping

Abnormalities	No.(%)
Air trapping	35
Patchy	21(60%)
Diffuse	14(40%)
Bronchial wall thickening	33(94.3%)
Bronchial dilatation	28(80%)
Mucus impaction	32(91.4%)
Increased in lung attenuation	2(5.7%)
Irregular linear density	3(8.6%)
N=35	

상 CT상 공기 포획은 MEFR ($r = -0.7553$, $p < 0.001$)과 유의한 상관관계를 보였으며 폐기능 검사상 좀더 말초의 소기도 병변이 의심되는 환자에 있어서도 비교적 소기도 병변에 특이도가 높은 검사 지표인 FEF75 ($r = -0.7529$, $p = 0.012$)와 유의 있는 상관성을 보였다. 그러나 고해상 CT상의 공기포획과 FEV1 ($r = -0.479$, $p = 0.024$)과는 통계학적인 상관성이 입증되지 않았다 (Table 2).

치료에 대한 기도폐쇄의 객관적 평가의 지표 중 하나인 PEFR의 치료후 증가시기에 따라 무증상군 (초기 시행 PEFR이 정상범위, $N=7$ 명), 조기반응군 (입원 3일 이내에 초기 PEFR의 30% 이상 증가, $N=18$ 명), 후기반응군 (입원 2주 이내에 초기 PEFR의 30% 이상 증가, $N=8$ 명)으로 분류하였을 경우 공기포획의 정도는 평균 9.31%, 21.50%, 27.89%로 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p=0.0039$).

고 찰

기관지천식은 다양한 자극에 대한 기관과 기관지의 반응성 증가를 특징으로 하는 질환으로 이때 동반되는 공기유입의 제

Table 2. Correlation of Total Disease Extent on HRCT with PFT in Asthmatics

	Group 1		p	Group 2		
	n	r		n	r	p
FVC	35	-0.311	0.061	18	0.329	0.136
FEV1	35	-0.616	< 0.001	18	-0.479	0.024
FEV1/FVC	35	-0.614	< 0.001	18	-7.126	< 0.001
MEFR	35	-0.601	< 0.001	18	-0.755	< 0.001
FEF75	35	-0.578	0.173	18	-0.753	0.012
TLC	35	-0.295	0.090	18	-0.068	0.730
RV	35	-0.074	0.678	18	-0.301	0.182

Group 1 : Total asthmatics
Group 2 : Relatively stable asthmatics without acute asthmatic attack on the basis of pulmonary function test and clinical symptom
FVC : forced vital capacity,
FEV1 : forced expiratory volume in one second,
MEFR : mid-expiratory flow rate,
TLC : total lung capacity,
RV : residual volume,
FEF75 : mean forced expiratory flow rate during the last one fourth of the forced vital capacity

한은 자연적으로 혹은 치료에 의하여 가역적 반응을 보일 수 있다 (1, 8). 기관지천식의 병태생리학적 기전은 여러 염증 세포로부터 유리되는 매개물과 그에 따른 염증반응, 신경계의 이상, 자율신경계의 불균형, calcium 대사의 이상 및 기관지 평활근의 비후 등이며, 기도내 비만세포의 장애가 기관지 반응성을 유발하는 일차적인 요소로 알려져있다 (9, 10). 기도내 염증 반응과 점액을 포함한 분비물에 의한 기도폐쇄 및 기도 상피세포의 취약에 따른 상피세포탈락과 함께 기관지 평활근과 그의 신경조절 능력에 이상이 생기므로써 기도의 반응성이 증가된다 (9, 10).

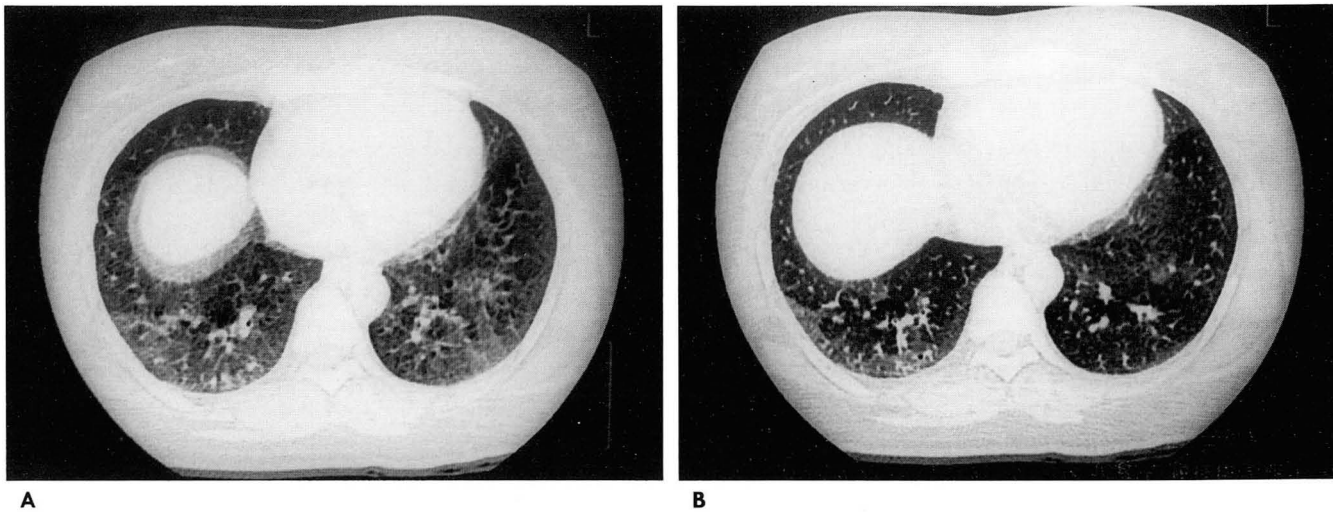


Fig. 1. A 45-year old female with bronchial asthma.
A. On end-inspiratory phase, Lung window of HRCT scan shows subtle differences in opacity in different lung regions.
B. On end-expiratory phase, CT scan shows air trapping clearly.

기관지천식 환자의 고해상 CT 소견 중 점액저류, 폐경화 및 엽상 무기폐 등은 가역적 병변이며, 비가역적인 병변으로는 기관지 확장 및 폐기종을 들 수 있으나 기관지벽 비후의 가역성에 대한 보고는 저자마다 차이를 보인다 (2).

기관지천식 환자의 고해상 CT 소견으로 자주 볼 수 있는 공기 포획은 기도 반응성 증가로 인한 기도폐쇄에 의해 야기되며, 오랜 병력 기간을 거치면서 발생하는 반복적인 공기 포획은 폐포의 과도팽창과 중격 모세혈관의 압박 및 이에 따른 폐포벽의 허혈성 손상과 파괴를 유발하여 폐기종을 발생시키게 된다 (11). 그러나 최근에는 기도 상피하 기저막의 비후만이 비가역적 변화이며 최종적으로 기관지벽의 섬유화를 야기시킨다고 보고하고 있다 (2). 이러한 비가역적 변화는 기관지천식 환자의 임상적 지표 중 기도폐쇄의 지표중 하나인 FEV1의 지속적인 감소를 초래하며 치료에 따른 반응기간이 연장되게 된다 (9).

Newman 등은 폐기종 등의 합병증이 없는 기관지천식 환자에서 CT상 나타난 공기포획을 정량적으로 분석하였으며 폐기 저부에서의 평균 pixel index (즉, 한 scan당 -900이하의 HU를 보이는 pixel의 폐에 대한 백분율)가 정상 대조군에 비하여 기관지천식 환자에서 보다 통계학적으로 유의있는 감소를 보여 (정상대조군의 평균 pixel index $r=0.16$, 기관지천식 환자군의 평균 pixel index $r=4.45$, $p<0.004$), 고해상 CT에서 공기포획의 정량분석이 기관지천식 환자의 진단에 도움을 줄 수 있을 것이라고 보고하였다 (12). 또한 이들 연구에서는 CT상 공기포획의 정도가 폐기능 검사 지표 중 RV ($r=0.78$, $p<0.0001$), FRC ($r=0.74$, $p<0.0005$), TLC ($r=0.64$, $p<0.005$), 및 FEV1 ($r=-0.54$, $p<0.03$)과 주로 상관성을 보였다 (12). 한편 Lynch 등은 공기포획이 폐기능 검사 소견과 전혀 관계가 없었다고 보고한 바 있다 (3). 저자들의 경우 고해상 CT에서 보이는 공기포획이 전반적인 기도 폐쇄의 지표인 FEV1 ($r=-0.6161$, $p<0.001$)과는 유의한 상관관계를 보였으나, TLC ($r=-0.2951$, $p=0.090$) 및 RV($r=-0.0739$, $p=0.678$)와는 통계학적으로 유의한 상관관계를 보이지 않아 Newman 등의 연구와 차이를 보였는데 이는 저자들의 경우 폐기종 환자를 대상으로 제외된 것이 주 원인일 것으로 생각되며, 점액 저류 등의 폐기능에 영향을 줄 수 있는 다른 요인들에 대한 연구가 보다 필요할 것으로 사료된다. 또한 저자들은 후향적으로 분석을 하였으므로 목측 (visual inspection)에 의한 정량분석을 하였으나 이 방법은 관찰자간의 차이 (interobserver bias)를 극복하기 어려운 단점이 있으므로 보다 객관성이 높은 density mask법을 이용한다면 보다 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

폐기능 검사 지표들 가운데 소기도 질환을 진단하는데 가장 예민한 방법은 body box를 이용한 closing volume의 측정으로 알려져 있으나 저자들의 경우에는 기기의 제약으로 초기의 환자들에서는 시행하지 못하였다. MEFR은 호흡적정곡선중 환자의 물리적인 노력과 가장 무관한 부분이며 따라서 이 방법 또한 비교적 중등도 크기 이하의 소기도 질환에 예민한 것으로 보고되고 있다 (14-17, 21, 22). Albert 등은 Methacholine

기도유발검사를 시행한 205명의 환자를 기도 반응이 정상인 환자군과 기도의 과반응이 유발된 환자군으로 분류하여 기도유발 검사 전에 시행한 MEFR을 비교하였으며, 결과적으로 기도의 과반응성을 보인 환자군에서 정상적 기도 반응을 보인 환자군에 비하여 유의있는 MEFR의 감소를 보였다 ($t=4.616$, $p<0.001$) (15). 이러한 연구는 소아 및 성인에 있어 기관지천식 환자를 대상으로한 다른 연구들에서도 입증된 바 있다 (18-20).

전체 기관지천식 환자로 구성된 Group 1의 경우 공기포획의 정도가 FEV1 ($r=-0.616$, $p<0.001$) 및 MEFR ($r=-0.6012$, $p<0.001$)과 유의한 상관관계를 보이고 상관계수(r)가 유사하게 나타나 기관지 천식이 분절 및 아분절등의 비교적 큰 기관지와 말초의 소기도의 병변을 공히 반영하는 것으로 사료된다.

FEV1이 80% 이상인 환자군(Group 2)은 평균 연령이 38.2세(전체 52.3세), 질환의 평균 이환기간이 32.6개월(전체 127.2개월)로 검사 당시 기관지천식의 주관적 증상이 없고 천식발작의 횟수가 적으나 천식유발검사에서 양성을 보이는 경우로 비교적 치료에대한 반응기간 및 예후가 양호할 것으로 예상되는 환자들이다. 이러한 Group 2의 환자에서 고해상 CT상 정량 분석된 공기포획의 양이 MEFR ($r=-0.7553$, $p<0.001$) 및 FEF75 ($r=-0.7529$, $p=0.012$)과 유의한 상관성을 보여 기관지 천식 환자에서 중등도 크기 이하 및 직경 2mm 이하의 소기도에도 기도폐쇄가 발생할 수 있음을 알 수 있었다.

치료에 대한 반응으로서 기도폐쇄의 객관적 평가 지표 중 하나인 PEFR의 치료후 증가시기에 따라 무증상군 (초기 시행 PEFR이 정상범위), 초기반응군 (입원 3일 이내에 초기 PEFR의 30% 이상 증가), 후기반응군 (입원 2주 이내에 초기 PEFR의 30% 이상 증가)으로 분류하였을 경우 공기포획의 정도는 각각 평균 9.31%, 21.50%, 27.89%로 통계학적으로 각 군간에 유의한 차이를 보여 ($p=0.0039$) 공기포획의 정도가 심할수록 치료에 반응할 때 까지의 기간이 연장될 것으로 생각되었다.

합병증이 없는 기관지천식 환자 35명 중 폐기능 검사상 정상 소견을 보였으나 고해상 CT에서 공기포획을 보인 경우는 6명으로 고해상 CT상 보이는 공기포획이 이들 기관지천식 환자의 조기진단에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되나 대상 인원의 수적 제한으로 인하여 정확한 통계학적 규명이 어려웠다.

결론적으로, 기관지천식 환자에서 고해상 CT상 보이는 공기포획의 정량 분석은 폐기능 검사 지표 중 전반적인 기도 폐쇄의 지표인 FEV1과 통계학적으로 유의한 상관관계가 있었으며 중등도 크기 및 직경 2mm 이하의 소기도 질환에 비교적 예민한 것으로 생각되는 폐기능 검사 지표인 MEFR과 유의있는 상관성을 보임으로써 기관지천식 환자에서 분절 및 아분절 등의 비교적 큰 기관지뿐만 아니라 보다 말초의 기도에도 기도폐쇄가 유발됨을 알 수 있었으며, 또한 공기포획의 정도가 심할수록 치료에 반응할 때 까지의 기간이 연장될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Meneely GR, Rensetti AD Jr, Steele JD, Wyatt JP, Harris HW. American Thoracic Society: chronic bronchitis, asthma, and pulmonary emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1962;85:762-8
2. Paganin F, Trussard E, Seneterre E, et al. Chest radiography and high resolution computed tomography of the lungs and asthma. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:1084-1087
3. Lynch DA, Newell JD, Tschomper BA, et al. Uncomplicated asthma in adults: Comparison of CT appearance of the lungs in asthmatic and healthy subjects. *Radiology* 1993;188:829-833
4. Herold CJ, Brown RH, Mitzner W, et al. Assessment of pulmonary airway reactivity with high resolution CT. *Radiology* 1991;181:369-374
5. Kondoh Y, Taniguchi H, Yokoyama S, Taki F, Satake T. Emphysematous change in chronic asthma in relation to cigarette smoking. *Chest* 1990;97:845-849
6. Kinsella M, M ller NL, Staples C, Vedal S, Chan-Yeung M. Hyperinflation in asthma and emphysema. *Chest* 1988;94:286-289
7. Webb WR, M ller NL, Naidich DP. *High resolution CT of the lung*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996:36-39
8. Bandouvakis J, Cartier A, Robert R, et al. The effect of ipratropium and fenoterol on methacholine and histamine induced bronchoconstriction. *Br J Dis Chest* 1981;75:295-300
9. Barnes PJ. Pathogenesis of asthma: A review. *J Royal Soci Med* 1983;76:580-584
10. Chun KF. Role of inflammation in the hyperreactivity of the airways in asthma, editorial. *Thorax* 1986;41:657-659
11. Kuhlman JE, Reyes BL, Hruban RH, et al. Abnormal air-filled spaces in the lung. *RadioGraphics* 1993;13:47-75
12. Newman KB, Lynch DA, Newman LS, Ellegood D, Newell JD. Quantitative computed tomography detects air trapping due to asthma. *Chest* 1994;106:105-109
13. Ruppel G. *Manual of pulmonary function testing*. 2nd ed. The C. V. Mosby Company, 1979:1-35
14. Leuallen EC, Fowler WS. Maximal midexpiratory flow. *Am Rev Tubercul* 1955;72:783-790
15. Albert WM, Ferris MC, Brooks SM, Goldman AL. The FEF25-75 % and clinical diagnosis of asthma. *Ann Allergy* 1994;73:221-225
16. Pennock BE, Rogers RM, McCaffree DR. Changes in measured spirometric indices. What is significant? *Chest* 1981;80:97-99
17. Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Respir Dis* 1981;123:659-664
18. Lebecque P, Kiakulanda P, Coates AL. Spirometry in the asthmatic child: is FEF25-75 a more sensitive test than FEV1/FVC? *Pediatr Pulmonol* 1993;16:19-22
19. Weiss ST, Tosteson TD, Segal MR, Tager IB, Redline S, Speizer FE. Effects of asthma on pulmonary function in children. A longitudinal population-based study. *Am Rev Respir Dis* 1992;145:58-64
20. Senthilselvan A, Dosman JA, Chen Y. Relationship between pulmonary test variables and asthma and wheezing: a validation of self-report of asthma. *J Asthma* 1993;30:185-193
21. Mcfadden ERJ, Linden DA. A reduction in maximum mid-expiratory flow rate. A spirographic manifestation of small airway disease. *Am J Med* 1992;92:725-737
22. Cosio M, Ghezzi H, Hogg JC, et al. The relations between structural changes in small airways and pulmonary function tests. *N Engl J Med* 1978;298:1277-1281
23. Roland H, Ingram, JR. Chronic bronchitis, emphysema, and airways obstruction: *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 13th ed. International edition: McGraw-Hill, Inc. 1994; 1197-1206

Air Trapping on HRCT in Asthmatics : Correlation with Pulmonary Function Test¹

Jung Hwa Hwang, M.D., Chull Hee Cha, M.D., Jai Soung Park, M.D.
Young Beom Kim, M.D., Hae Kyung Lee, M.D., Deuk Lin Choi, M.D.
Kyung Ho Kim², M.D., Choon Sik Park, M.D.²

¹Department of Radiology, College of Medicine, Soonchunhyung University

²Department of Radiology, Internal Medicine, Soonchunhyung University

Purpose : To evaluate on the basis of the pulmonary function test the correlation between the extent of air trapping on HRCT with the severity of airway obstruction and also to identify the prognostic effect of the extent of air trapping after treatment of asthma.

Materials and Methods : Thirty five patients with clinically diagnosed bronchial asthma and air trapping, as seen on HRCT, were included in this study. We quantitatively analysed on HRCT the extent of air trapping and then statistically compared this with the clinical parameters of the pulmonary function test. We classified the patients into two groups on the basis of the pulmonary function test and clinical status: Group 1 (N=35), the total number of asthmatic patients; Group 2 (N=18), relatively stable asthmatics without acute asthmatic attack who showed FEV1 of more than 80% of the predicted value. Using the functional parameters of PEFr, one of the objective indicators of improvement in airway obstruction, we also classified the patients into three groups on the basis of interval between treatment and clinical improvement. The result of this was as follows: group 1, asymptomatic group (initial PEFr within normal limit, N=7); group 2, early responder (improvement of PEFr within three hospital days, N=18); group 3, late responder (improvement of PEFr within fourteen hospital days should there be a number here). Using HRCT, we then statistically analysed the differences between the three groups in the extent of air trapping.

Results : Among the total of 35 asthmatics, the extent of air trapping on HRCT showed significant correlation with FEV1 ($r = -0.6161$, $p < 0.001$) and MEFR ($r = -0.6012$, $p < 0.001$). Among the relatively stable asthmatics who showed FEV1 more than 80% of the predicted value, MEFR ($r = -0.7553$, $p < 0.001$) and FEF75 ($r = -0.7529$, $p = 0.012$) showed statistically significant correlation with the extent of air trapping on HRCT, but there was no significant correlation between air trapping on HRCT and FEV1. In the three groups of asthmatics classified on the basis of interval between treatment and clinical improvement, the extent of air trapping on HRCT in the asymptomatic, early responder and late responder groups was as follows: (mean values) 9.31%, 21.50% and 27.89%, respectively; these differences were statistically significant.

Conclusion : The extent of air trapping on HRCT in asthmatics showed positive correlation with FEV1 and MEFR. Quantitative analysis of air trapping on HRCT also provides prognostic information about a patient's response to treatment.

Index Words : Computed tomography (CT), high-resolution

Lung, diseases

Lung, aeration

Lung, function