

□ 원     저 □

## 폐암 환자의 안정시 에너지 소비

영남대학교 의과대학 내과학교실

이재련, 김기범, 이학준, 정진홍, 이관호, 이현우

= Abstract =

### Resting Energy Expenditure in Patients with Lung Cancer

**Jae Lyun Lee, M.D., Ki Beom Kim, M.D., Hak Jun Lee, M.D.,  
Jin Hong Jung, M.D., Kwan Ho Lee, M.D., Hyun Woo Lee, M.D.**

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Yeungnam University,  
Taegu, Korea*

**Background :** Elevation of resting energy expenditure(REE) in patients with lung cancer has been described in earlier studies and may contribute to cancer cachexia, but limited information is available regarding the prevalence and determinants of the increased REE. The aim of this study was to assess the prevalence and contributing factors of a hypermetabolic state in newly detected patients with lung cancer and to assess the energy balance in order to improve our knowledge about weight loss in patients with lung cancer.

**Method :** Thirty one consecutive, newly detected patients with lung cancer and 20 control patients with benign lung diseases were included in this study. Resting energy expenditure(REE) was measured by indirect calorimetry using ventilated hood system and predicted REE was calculated by the Harris-Benedict formular.

**Results :** The energy balance in newly detected lung cancer patients was disturbed in a high proportion of patients, and hypermetabolic state occurred in 61% of the patients. Tumor volume, cancer type, location, stage, the presence of atelectasis or infiltration, pulmonary fuction, or smoking behavior were not associated with increase in REE. But patients with distant metastasis had significantly higher REE comparing with patients without metastasis. Thirty nine percents of the patients with lung cancer had substantial loss of more than 10% of their pre-illness weight. Weight losing patients with lung cancer were not accompanied by an increase in REE.

**Conclusion :** We concluded that the REE was elevated in a higher proportion of patients with lung cancer and distant metastasis was found to be contributing factor to the elevated REE.

---

**Key words :** Lung cancer, Resting energy expenditure

## 서 론

폐암 환자에서 체중감소와 영양결핍은 흔히 동반되며 체중감소가 있는 폐암 환자는 체중감소가 없는 환자보다 항암제 치료에 대한 반응이 좋지 않으며 예후도 좋지 않다<sup>1-3)</sup>. 현재까지 체중감소가 심한 환자에게 항암제에 대한 치료반응을 증가시키고 수명을 연장시키기 위하여 충분한 영양을 공급하려는 시도가 있어 왔으나 이러한 시도는 거의 성공적이지 못하였다<sup>4)</sup>.

일반적으로 체중감소는 에너지 섭취가 감소하거나, 에너지 소비가 과도하게 많은 경우 혹은 이들이 동시에 작용할 때 에너지 대사의 불균형으로 생긴다.

폐암을 포함한 암환자들의 체중감소는 안정시 에너지 대사가 증가되었거나, 식욕부진으로 칼로리 섭취가 감소되었거나, 입맛의 감소, 중추신경의 장애, 지방의 대사장애나 인슐린의 저항성 등에 의한다<sup>5)</sup>.

Hansell등<sup>6)</sup>은 위암이나 대장암에서보다 폐암에서 안정시 에너지 소모가 의의있게 증가되어있다 하였다. Fredrix등<sup>7)</sup>과 Russell등<sup>8)</sup>도 소세포 폐암에서 안정시 에너지 대사가 예측치보다도 31% 증가되어있다 하였다.

그러나 폐암 환자중 안정시 에너지 대사가 증가되어 있는 빈도나 에너지 대사를 증가시키는 인자에 관한 연구는 드물다.

이에 저자들은 처음 진단된 폐암 환자에서 안정시 에너지 대사가 증가된 빈도를 알아보고 안정시 에너지 대사가 증가된 폐암환자에서 체내 산소 소모량, 이산화탄소 생성량, 폐암종괴의 용적, 폐암의 병기, 전이 유무, 생화학적 소견, 폐기능검사 소견 등에 따른 관련인자를 알아보고자 이 연구를 하였다.

## 대상 및 방법

대상은 1996년 5월부터 1996년 11월까지 영남의대 의료원에서 폐암으로 진단받은 환자중 다음과 같은 포함 기준의 31명의 환자로 하였다. 대상 환자의 포함 기준은 조직학적으로 폐암으로 확진이 되고, 과거 화

학요법이나 방사선 치료의 병력이 없고, 당질 코르티코이드를 사용하지 않았으며, 이학적 검사나 검사실 소견상 다른 내분비 이상이 없고, 오전 7시 체온이 37℃ 이하인 환자로 하였다. 대조군은 동일 기간 동안 양성 폐질환으로 입원한 환자중 상기 포함 기준중 첫번째를 제외한 나머지를 모두 만족시키는 20명을 무작위 선정하여 대조군으로 하였다. 이들 대조군의 질환은 만성 기관지염 환자가 7명, 치료중인 폐결핵 환자가 4명, 수면 무호흡 증후군 환자가 9명이었다.

안정시 에너지 소비량(resting energy expenditure : REE)은 측정 전날 자정부터 금식후 침상에 편안히 누워 깨어 있는 상태에서 ventilated hood system을 이용한 간접 칼로리측정법(indirect calorimetry : Sormedics Corporation, Yoba Linda, Cal)을 이용하여 측정하였다. 4초마다 호기와 흡기의 산소농도, 이산화탄소농도, 호기량을 측정하여 안정 상태(steady state)에 도달할 때까지 측정하거나 안정상태에 도달하지 못한 경우는 최고 30분간 측정하여 산소 소모량( $VO_2$ )과 이산화탄소 생성량( $VCO_2$ )을 얻었으며 이를 Weir공식<sup>9)</sup>

즉  $REE(Kcal/day) = [(3.9VO_2(L/min) + 1.1VCO_2(L/min)) \times 1440]$ 에 적용하여 REE치를 구하였다.

REE예측치는 체중, 신장, 연령과 성별을 기준으로 다음과 같은 Harris-Benedict공식<sup>10)</sup>을 이용하여 계산하였다.

Harris Benedict formula :

Femal basal metabolic rate(Kcal/day)

$$= 655 + [9.5 \times \text{Body weight(Kg)}] + [1.8 \times H(\text{cm})] - [4.7 \times \text{Age(ys)}]$$

Male basal metabolic rate(Kcal/day)

$$= 66 + [13.7 \times \text{Body weight(Kg)}] + [5 \times \text{Height(cm)}] - [6.8 \times \text{Age(ys)}]$$

REE의 백분율(%REE)은 REE예측치에 대한 REE측정치의 비율로 구하였고, 체중감소 백분율(% weight loss)은 질병 발생 이전 안정상태의 체중에 대한 체중 감소량의 백분율로 구하였다. 폐기능의 비

교 인자로는 노력성 호기량(FVC), 1초간 노력성 호기량(FEV<sub>1</sub>), 폐확산능(DL<sub>co</sub>)을 사용하였다. 흉부 전산화 단층촬영 소견으로 원발암의 용적을 측정하였고 경비적 기관지 내시경 검사를 시행하여 기관지 내시경으로 폐암이 진단되었을 때를 중심성 폐암으로 그렇지 않은 폐암을 말초성 폐암으로 정의하였다. 폐암의 병기는 비소세포암은 TNM 분류를 적용하였고 소세포암은 2단계 분류법을 사용하였다<sup>11,12</sup>. 환자의 흡연 습관은 흡연자, 비흡연자, 과거 흡연자로 나누었고 과거 흡연자는 과거 흡연력이 있으나 대상 환자로 선정되기 이전 최소 6개월이상 금연을 한 경우였다. 생화학적 지표로 혈청 알부민, 콜레스테롤, 백혈구수와 임파구수를 측정하였다. 과대사 상태는 %REE가 110% 이상일 때로 하였으며 그 미만을 정상대사 상태로 정의하였다<sup>13</sup>. 체중감소는 체중감소비가 10% 이상인 경우로 하였고 그미만일 때를 안정체중으로 정의하였다.

측정치는 평균과 표준 편차로 나타내었고 Students t-test와 Fisher exact test를 사용하였으며 p값이 0.05이하일 때를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였

다.

## 판 정

폐암 환자와 대조군간의 연령, 성비, 흡연유무, 체중, 체질량지수, 체중감소 백분율과 폐기능 검사 소견사이에는 유의한 차이가 없었다(Table 1). 폐암 환자와 대조군간의 REE를 비교한 결과 REE예측치는 폐암 환자에서  $1215.9 \pm 162.6$  (Kcal/d), 양성 폐질환자에서  $1251.8 \pm 140.8$  (Kcal/d)로 평균치가 대조군에서 약간 더 높았으나 두 군간의 유의한 차이는 없었다. REE의 측정치는 폐암 환자에서  $1415.5 \pm 237.0$  (Kcal/d), 대조군에서  $1253.6 \pm 174.6$  (Kcal/d)로 폐암 환자에서 의미있게 더 높았으며( $p=0.018$ ) REE백분율도 각각  $116.8 \pm 15.8$  (%),  $100.7 \pm 13.8$  (%)로 폐암 환자에서 유의하게 높았다( $p=0.001$ ). 각 군의 환자중 과대사 상태 환자의 빈도는 폐암 환자군에서 61%, 대조군에서 15%로 폐암 환자에서 과대사의 빈도가 더 높았다( $p=0.001$ , Table 2, Fig. 1).

Table 1. Patients characteristics\*

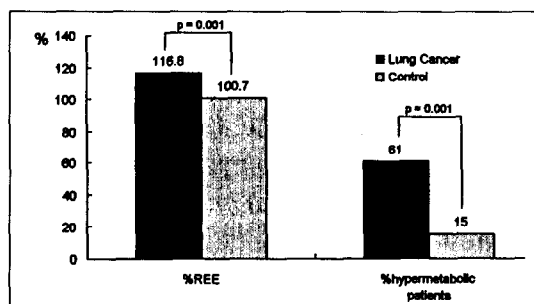
	Lung cancer(n=31)	Control(n=20)	P value
Physical characteristics			
Age(Yrs)	$60.8 \pm 10.0$	$62.4 \pm 8.8$	NS
Sex(M/F)	23/8	6/14	NS
Smoking			
(non-smoker/Smoker/Ex-smoker)	8/18/5	8/9/3	NS
Weight(Kg)	$56.2 \pm 0.1$	$57.8 \pm 8.4$	NS
BMI(Kg/m <sup>2</sup> )	$21.5 \pm 3.2$	$21.9 \pm 3.0$	NS
Weight loss(%)	$4.9 \pm 6.1$	$2.9 \pm 7.2$	NS
Lung function			
FVC(%)	$72.9 \pm 25.9$	$82.6 \pm 28.8$	NS
FEV <sub>1</sub> (%)	$71.3 \pm 27.4$	$74.6 \pm 36.6$	NS
DLco(%)	$77.3 \pm 21.5$	$72.4 \pm 18.3$	NS

\* Denotes mean  $\pm$  SD

**Table 2.** Resting energy expenditure in patients with lung cancer and patients with benign lung diseases

	Lung cancer(n=31)	Control(n=20)	P value
VO <sub>2</sub> (L/min)	0.189 ± 0.037	0.167 ± 0.028	0.045
VCO <sub>2</sub> (L/min)	0.199 ± 0.037	0.187 ± 0.024	NS
RQ*	1.05 ± 0.12	1.14 ± 0.22	NS
REE(Kcal/d)measured	1415.5 ± 237.0	1253.6 ± 174.6	0.018
REE(Kcal/d)predicted	1215.9 ± 162.6	1251.8 ± 140.8	NS
%REE	116.8 ± 15.8	100.7 ± 13.8	0.001
Hypermetabolic patients	19(61%)	3(15%)	0.001

\*; Respiratory Quotient=VO<sub>2</sub> (L/min)/VCO<sub>2</sub> (L/min)



**Fig. 1.** The energy balance in patients with lung cancer is disturbed in a high proportion of patients

폐암 환자중 과대사 상태인 19명의 환자와 정상 대사 상태인 12명 사이의 흡연, 주증상의 기간, 원발암의 용적, 원발암의 기관지 내시경상 위치, 무기폐 혹은 기관폐색에 의한 폐렴의 유무, 폐암의 병기, 원격적이의 유무에 따른 두 군간의 차이는 없었다(Table 3). 두 군간의 폐기능 검사 지표에 따라서는 과대사 상태 폐암 환자군에서 정상 대사 상태의 폐암 환자군에 비해 노력성 폐활량(FVC)은 각각 예측치의 71.2 ± 27.5%, 75.5 ± 24.3%, 1초간 노력성 호기량(FEV<sub>1</sub>)은 67.6 ± 29.1%, 76.9 ± 24.6%, 폐확산능은 75.7 ± 18.5%, 81.0 ± 28.3%로 과대사 상태 폐암 환자군에서 폐기능 장애가 더 있어 보이나 통계적인 유의성은 없었다(Table 3). 과대사 상태의 폐암 환자

군과 정상 대사 상태의 폐암 환자군과의 연령, 체중, 체질량지수, 생화학적 지표, 체중감소 백분율도 두 군간의 유의한 차이는 없었다(Table 4). 폐암 환자군을 폐암의 성상, 폐기능 장애 정도, 흡연의 유무, 주 증상의 지속기간에 따른 두 군간의 REE백분율을 비교한 결과 중심성 폐암(n=24) 환자의 REE백분율은 115.4 ± 14.0%, 말초성 폐암(n=7) 환자의 REE 백분율은 114.8 ± 13.9%로 두 군간의 차이는 없었다. 무기폐를 동반한 환자(n=24)와 무기폐 혹은 폐렴을 동반하지 않은 환자(n=7)의 REE 백분율도 각각 117.8 ± 16.5%, 113.2 ± 13.6%로 무기폐를 동반한 군에서 더 높은 듯 하였으나 통계적인 차이는 없었다. 또한 주 증상이 30일 이상 지속된 폐암 환자나, 폐기능 검사상 폐기능 장애가 더 심한 환자, 흡연자에서도 REE백분율은 그렇지 않은 환자와 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 그러나 원격 전이가 있는 폐암 환자군의 REE백분율은 127.0 ± 17.3%로 원격 전이가 없는 환자군의 113.8 ± 11.6%에 비해 유의하게 더 높았다(Table 5, Fig. 2)

체중 감소의 유무에 따라 폐암 환자를 체중 감소군(n=12)과 체중 안정군(n=19)으로 나누어 두 군사이의 REE예측치, REE측정치, REE백분율, 산소소모량, 이산화탄소 생성량, 연령, 체질량지수, 혈청알부민, 콜레스테롤치에 따라 비교한 결과 체중 감소

Table 3. Characteristics of hypermetabolic and normometabolic patients with lung cancer(I)

	Hypermetabolic(n=19)	Normometabolic(n=12)	P value
%REE	124.9 ± 15.0	103.6 ± 2.8	
Smoking			
(Non-smoker/smoker/Ex-smoker)	3/12/4	5/6/1	NS
Duration of C/C(days)	57 ± 53	87 ± 91	NS
Tumor volume(cm <sup>3</sup> )	55.5 ± 57.4	79.0 ± 46.1	NS
Tumor localization(central/peripheral)	14/5	10/2	NS
Atelectasis	16	8	NS
Tumor stage			
( I , II, Limited/III, IV, extensive)	3/16	2/10	NS
Distant metastasis	6	2	NS
FEV <sub>1</sub> ( % )	67.6 ± 29.1	76.9 ± 24.6	NS
FVC( % )	71.2 ± 27.5	75.5 ± 24.3	NS
DLco( % )	75.7 ± 18.5	81.0 ± 28.3	NS

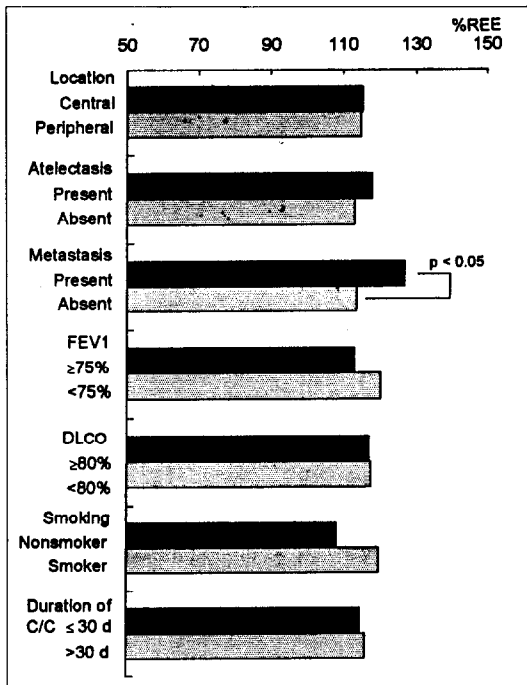


Fig. 2. REE and tumor characteristics, lung function, smoking behavior, duration of chief complaint in patients with lung cancer

군이 체중 안정군에 비해 연령이 높았고( $67.8 \pm 5.5$ ,  $57.8 \pm 6.6$ ), 체질량지수( $\text{Kg}/\text{m}^2$ )가 적었으며( $18.8 \pm 2.1$ ,  $22.3 \pm 3.2$ ), 혈철 알부민치( $\text{g}/\text{dl}$ )가 더 낮았다( $3.25 \pm 0.61$ ,  $3.80 \pm 0.39$ ). 에너지 대사 상태는 REE백분율은 체중 감소군이  $116.8 \pm 16.2$ 였고 체중 안정군이  $116.5 \pm 16.4$ 로 두 군간의 차이는 없었으나, REE예측치와 측정치가 체중 감소군에서 체중 안정군에 비해 유의하게 낮았다(Table 6, Fig. 3).

폐암 환자의 조직학적 소견에 따라 소세포암과 비소세포암사이의 에너지 대사를 비교한 결과 REE측정치, REE예측치, REE백분율, 산소 소모량, 이산화탄소 생성량에 있어서 두 군사이의 차이는 없었다(Table 7).

## 고 찰

암 환자에서 체중감소는 흔히 동반되며 일반적으로 체중 감소가 없는 암환자는 체중 감소가 동반된 암 환자에 비해 함암제 등과 같은 치료에 대한 반응이 좋으며 예후도 더 좋다<sup>1-3)</sup>. 체중 감소는 에너지 섭취의 감소, 에너지 소비의 증가 혹은 이들의 상호 작용으로 일어

**Table 4.** Characteristics of hypermetabolic and normometabolic patients with lung cancer( II )

	Hypermetabolic(n=19)	Normometabolic(n=12)	P value
Age(Yrs)	60.9 ± 11.3	59.9 ± 8.7	NS
Weight(Kg)	55.5 ± 10.0	57.5 ± 3.2	NS
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	21.5 ± 3.8	21.6 ± 2.3	NS
% Weight loss	4.5 ± 6.9	5.5 ± 4.9	NS
Albumin(G/dl)	3.68 ± 0.56	3.72 ± 0.35	NS
Cholesterol(mg/dl)	148.0 ± 41.7	157.3 ± 44.8	NS
WBC(/mm <sup>3</sup> )	8572 ± 3035	8109 ± 2386	NS
Lymphocyte(/mm <sup>3</sup> )	1572 ± 699	1288 ± 681	NS
ESR(mm/hr)	55.5 ± 29.6	50.9 ± 39.2	NS

**Table 5.** REE and tumor characteristics, lung function, smoking behavior, duration of chief complaint in patients with lung cancer

	%REE	p value
Tumor localization		NS
Central(n=24)	115.4 ± 14.0	
Peripheral(n=7)	114.8 ± 13.9	
Atelectasis/infiltration		NS
Present(n=24)	117.8 ± 16.5	
Absent(n=7)	113.2 ± 13.6	
Distant metastasis	127.0 ± 17.3	0.047
Present(n=8)	113.8 ± 11.6	
Absent(n=23)		
Duration of C/C	114.7 ± 13.4	NS
≤30days(n=24)	116.1 ± 16.7	
>30 days(n=7)		
PFT		NS
FEV <sub>1</sub> ≥ 75%(n=14)	113.2 ± 12.6	
FEV <sub>1</sub> < 75%(n=17)	120.4 ± 18.3	
DLCO ≥ 80%(n=14)	117.2 ± 15.7	
DLCO < 80%(n=17)	117.7 ± 13.7	
Smking		NS
Nonsmoker(n=9)	108.3 ± 8.6	
Smoker(n=22)	119.9 ± 17.1	

난다. 수면중의 에너지 대사율과 각성에 필요한 에너지 소비율을 포함한 안정시 에너지 소비율은 전날 자정부부터 금식후 침상에 편안히 누워 깨어 있는 상태의 최소 에너지 소비량이다. 안정시 에너지 소비율은 총 에너지 소비량을 결정하는 중요한 인자로서 활동이 적은 환자에서는 총에너지 소비량의 70% 까지 차지한다. 폐암 환자에서 안정시 에너지 소비율이 증가되어 있다고 하지만 그 빈도나 에너지 소비율을 증가시키는 요인에 대한 연구는 흔하지 않은 듯하다. 현재까지 폐암환자의 안정시 에너지 소비는 흡연, 폐암의 조직형, 폐암의 병기, 혹은 폐기능의 장애 정도와 관계가 있다고 하나 확실하게 정립되어 있지는 않다.

저자들의 연구결과 폐암 환자의 61%에서 %REE가 110% 이상으로 상승되어 있었고 이 빈도는 대조군 이었던 양성 폐 질환자에 비해 유의하게 높았으며 이는 다른 몇몇 보고와 일치하였다<sup>7,14</sup>. 안정시 에너지 소비는 폐암이외에도 혈액암, 소화기암, 여성 생식기암 등에서도 증가한다<sup>15-17</sup>. 암환자에게 안정시 에너지 소비량을 증가시키는 원인에 대한 연구가 활발히 진행중이나 현재까지 그 원인이 확실하게 밝혀져 있지는 않다. 현재까지 제시된 원인은 interleukin-6, interleukin-1, 종양괴사인자등과 같은 사이토카인의 작용<sup>18,19</sup>, 글루카곤, 코르티솔, 에피네프린 등과 같은 호르몬의 미세한 변화, 단백질 대사의 항진<sup>20,21</sup>, Cori cycle의 이상과 같은 종양 자체의 대사장애<sup>22,23</sup>,

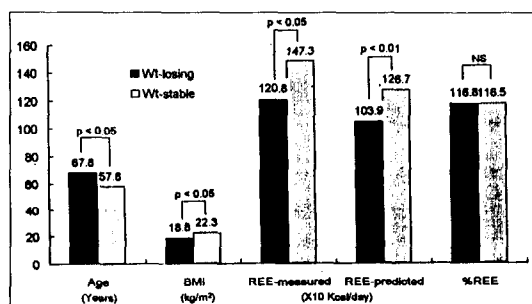
**Table 6.** Comparison of body composition and energy balance between weight-losing and weight-stable lung cancer patients

	Weight losing(n=12)	Weight stable(n=19)	p value
% Weight Loss	13.5 ± 5.4	2.9 ± 3.8	*
Age(yrs)	67.8 ± 5.5	57.8 ± 6.6	0.027
BMI(Kg/m <sup>2</sup> )	18.8 ± 2.1	22.3 ± 3.2	0.019
VO <sub>2</sub> (L/min)	0.153 ± 0.020	0.199 ± 0.036	0.006
VCO <sub>2</sub> (L/min)	0.161 ± 0.027	0.209 ± 0.033	0.003
RQ	1.052 ± 0.106	1.049 ± 0.127	NS
REE(Kcal/d) measured	1208.0 ± 119.1	1473.0 ± 236.1	0.014
REE(Kcal/d) predicted	1039.5 ± 70.2	1267.7 ± 148.6	0.001
%REE	116.8 ± 16.2	116.5 ± 16.4	NS
Albumin(g/dl)	3.25 ± 0.61	3.80 ± 0.39	0.013
Cholesterol(mg/dl)	13.73 ± 64.9	153.2 ± 34.1	NS

**Table 7.** REE in patients with different histologic tumor types

	SCLC*(n=7)	NSCLC**(n=24)	p value
% Weight Loss	5.6 ± 6.6	3.2 ± 4.0	NS
VO <sub>2</sub> (L/min)	0.189 ± 0.040	0.193 ± 0.030	NS
VCO <sub>2</sub> (L/min)	0.198 ± 0.040	0.206 ± 0.024	NS
RQ	1.042 ± 0.131	1.075 ± 0.076	NS
REE(Kcal/d) measured	1419.5 ± 253.1	1425.2 ± 202.9	NS
REE(Kcal/d) predicted	1216.3 ± 175.7	1226.5 ± 131.4	NS
%REE	117.2 ± 16.9	116.5 ± 14.1	NS

\*SCLC; Small cell lung cancer, \*\*NSCLC; Non-small cell lung cancer



**Fig. 3.** Comparison of body composition and energy balance between weight-losing and weight-stable lung cancer patients

cyclooxygenase의 대사 산물과 같은 염증 반응<sup>24-25)</sup> 등과 같이 다양하며 암환자에서의 안정시 에너지 소비량의 증가는 어느 한가지의 원인보다는 여러 가지 복합적인 원인에 기인할 것으로 추측된다.

%REE가 상승된 폐암 환자군과 그렇지 않은 폐암 환자군사이의 원발암의 용적, 조직학적 소견, 기관지 내시경상의 위치, 폐암의 병기, 무기폐 혹은 폐쇄성 폐렴의 유무 등에 따라서는 두 군간의 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 Fredrix등<sup>7)</sup>의 보고와 일치하였으나 중심부 폐암에서 REE백분율이 상승한다는 Brekel등<sup>14)</sup>의 보고와는 차이가 있었다. 또한 폐암 환

자를 원발암의 용적, 조직학적 소견, 기관지 내시경상의 위치, 폐암의 병기, 무기폐 혹은 폐쇄성 폐렴의 유무에 따라 나누어 각 군에서 REE백분율을 비교한 결과 원발암의 용적이 클수록, 중심부 폐암인 경우, 병기가 비소세포암에서는 3,4기, 소세포암에서는 확장기, 무기폐 혹은 폐렴을 동반하였을 때 %REE의 평균값은 그렇지 않은 군에 비해 높았으나 통계학적 유의성은 없었다. 이러한 결과는 다른 보고자들의 연구 결과와 일치하였다<sup>7,14</sup>. 흡연의 유무와 REE와의 관계에 대해서는 일반적으로 흡연량과 REE의 상승은 정적 상관 관계가 있으며<sup>26,27</sup> 이는 흡연으로 인한 교감 신경계의 활성화에 기인한다<sup>27</sup>. 저자들의 연구결과는 폐암 환자를 흡연군과 비흡연군으로 나누어 REE백분율을 비교해 본 결과 흡연군이 비흡연군에 비해 평균값은 높았으나 통계적인 유의성은 없었다.

원격전이가 있는 폐암 환자는 원격전이가 없는 폐암 환자에 비해 유의하게 REE백분율이 높았다. Arbeit 등<sup>28</sup>은 진행암은 국소에 한정된 암에 비해 단위 체중에 대한 REE가 높고 체중 감소가 심하며 혈청 알부민, 임파구의 감소를 초래한다고 하여 암의 진행 정도가 폐암 환자의 영양과 대사 장애에 영향을 준다고 하였다. 그러나 이와 상반된 결과도 있어서<sup>6,14</sup> 원격전이 유무에 따른 REE백분율의 차이에도 일정한 보고는 없는 듯하다.

저자들의 연구에서는 폐암 환자의 39%에서 안정체중의 10% 이상의 체중 감소를 동반하였다. 체중 감소가 있었던 폐암환자군은 체중 감소 자체로 체중 안정군에 비해 체질량지수가 적었고 REE예측치와 REE측정치가 감소되어 있었으나 체중 감소와 REE백분율 상승과는 관계가 없었다. 이러한 결과는 Brekel 등<sup>14</sup>의 보고와는 상이한 결과였다. Hansel 등<sup>29</sup>에 의하면 체중 감소를 동반한 폐암 환자는 주로 신체조직 중 지방질이 손실되며 이로 인해 전체 체중 중 제지방체중(lean body mass)이 차지하는 비율이 상승하며 제지방체중이 안정시 에너지 소비량의 중요한 결정 인자이며 제지방체중을 고려하지 않고 전체 체중에 대해 REE를 예측하는 Harris Benedict 공식이나,

Klieber 공식<sup>30</sup>은 체중감소군에서 REE예측치를 낮게 평가할 수 있다고 하였다. 저자들의 연구에서는 제지방체중을 측정할 수 없었으므로 이에 대한 REE를 비교할 수 없었으며 전체 체중을 기준으로 %REE를 비교한 결과 체중 감소군과 체중 안정군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다.

최근 양성 폐질환에서도 REE백분율이 상승한다고도 하며<sup>31-33</sup> aminophylline 혹은  $\beta_2$  agonist 사용시 REE가 증가된다고도 한다<sup>34,35</sup>. 저자들의 연구에서는 대조군으로 만성 폐쇄성 폐질환 환자와 치료중인 폐결핵 환자, 그리고 수면 무호흡증후군 환자를 대조군으로 선정하였는데 대조군의 15%에서 REE백분율이 110% 이상인 과대사 상태였으며 REE백분율의 평균값은  $100.7 \pm 13.8\%$ 로 정상 범위였었다.

저자들의 연구의 한계점으로는 첫째는 대상 환자와 대조군의 수가 비교적 적었던 점, 둘째는 제지방체중에 대한 REE의 교정이 없었다는 점이라 할 수 있겠다. 앞으로 이러한 점들을 보완하고 REE백분율에 영향을 미칠 가능성이 높은 종양괴사인자, interleukins 등과 같은 사이토카인치의 관계 및 성공적 폐암 절제술 전후 REE백분율의 변화등과 같은 연구가 이루어질 것을 기대한다.

## 요 약

### 연구배경 :

폐암 환자에서 체중감소와 영양결핍은 흔히 동반되며 체중감소가 있는 폐암 환자는 체중감소가 없는 환자보다 항암제 치료에 대한 반응이 좋지 않으며 예후도 나쁘다. 폐암환자에서의 체중감소는 안정시 에너지 소비(resting energy expenditure : REE)와 관계가 있다. 저자들은 폐암 환자에서 안정시 에너지 소비가 증가된 빈도를 알아보고 안정시 에너지 소비에 영향을 주는 인자를 알아보고자 하였다.

### 방 법 :

처음 진단된 31명의 폐암 환자를 대상을 안정시 에너지 소비를 측정하여 대조군과 비교하였다. 안정시 에



너지 소비량은 ventilated hood system을 사용하여 간접 칼로리측정법(indirect calorimetry)으로 측정하였다. 안정시 에너지 소비량은 칼로리측정기로 측정 한 산소 소모량과 이산화탄소 생성량을 이용하여 Weir공식으로 계산하였으며 안정시 에너지 소비량의 예측치는 Harris-Benedict공식으로 구하여 비교하였다.

#### 결 과 :

안정시 에너지 소비량은 폐암 환자와 대조군에서 각각  $1415.5 \pm 237.0$  (Kcal/day),  $1253.6 \pm 174.6$  (Kcal/day)로 폐암 환자에서 유의하게 더 높았으며 REE백분율도 각각  $116.8 \pm 15.8$  (%),  $100.7 \pm 13.8$  (%)로 폐암 환자에서 유의하게 더 높았다. REE백분율은 흡연, 주 증상의 기간, 폐기능 장애 정도, 무기폐유무, 폐암의 위치 등에 의한 차이는 없었으나 원격전이 유무에 따라서는 원격전이가 있었던 군과 없었던 군에서 각각  $127.0 \pm 17.3$  (%),  $113.8 \pm 11.6$  (%)로 원격전이가 있었던 군에서 유의하게 더 높았다.

폐암 환자중에서 과대사 상태와 정상대사 상태사이에 흡연, 주 증상의 기간, 원발암의 용적, 원발암의 기관지 내시경상의 위치, 무기폐나 기관폐색의 유무, 폐암의 병기, 원격적인 유무에 따른 차이는 없었다.

#### 결 론 :

폐암 환자에서 안정시 에너지 소비가 비교적 높은 빈도로 증가되어 있었으며 증가된 안정시 에너지 소비는 폐암의 원격전이 유무와 관계가 있었다.

### 참 고 문 헌

1. De Wyss WD, Begg D, Lavin PT : Prognostic effect of weight loss prior to chemotherapy in cancer patients. *Am J Med* 69 : 491, 1980
2. Kern KA, Norton JA : Cancer cachexia. *J Parenter Enteral Nutr* 12 : 286, 1988
3. Van Eys J : Effect of nutritional status on response to therapy. *Cancer Res (suppl.)* 42 : 747, 1982
4. Nixon DW, Kutner M, Lawson DH : Hyperalimentation of the cancer patient with protein-calorie undernutrition. *Cancer Res* 41 : 2038, 1981
5. Bozzetti FL, Pagnoni AM, Del Vecchio M : Excessive caloric expenditure as a cause of malnutrition in patients with cancer. *Surg Gynecol Obstet* 150 : 229, 1980
6. Hansell DT, Davis JW, Burns HJG : The effects on resting energy expenditure of different tumor types. *Cancer* 58 : 1739, 1986
7. Fredrix EWHM, Wouters EFM, Soeters PB, van der Aalst CJM, Kester ADM, von Meyenfeldt MF : Resting energy expenditure in patients with non-small cell lung cancer. *Cancer* 68 : 1616, 1991
8. Russel DM, Shike M, Marliss EB, Detsky AS, Shepherd FA, Feld R : Effects of total parenteral nutrition and chemotherapy on the metabolic derangements in small cell lung cancer. *Cancer Res* 44 : 1706, 1984
9. Weir JB : New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 109 : 1, 1949
10. Harris JA, Benedict FG : A biometric study of basal metabolism in man. publication no. 279, Washington DC, Carnegie Institute of Washington, 1919
11. Mountain CF : A new international staging system for lung cancer. *Chest* 89 : 225, 1986
12. Patel AM, Dunn WF, Trastek VF : Staging systems of lung cancer. *Mayo Clin Proc* 68 : 475, 1993
13. Boothby WM, Berkson J, Dunn HL : Studies on the energy of metabolism of normal individuals : a standard for basal metabolism

- with a nomogram for clinical application. *Am J Physiol* 3 : 468, 1936
14. Brekel AJS, Schols AMWJ, TenVelde GPM, Burman WA, Wouters EFM : Analysis of the resting energy balance in lung cancer patients. *Cancer Res* 54 : 6430, 1994
  15. Young VR : Energy metabolism and requirement in the cancer patients. *Cancer Res* 37 : 2336, 1977
  16. Bozzetti F, Pagnoni AM, Del Vecchio M : Excessive caloric expenditure as a cause of malnutrition in patients with cancer. *Surg Gynecol Obstet* 130 : 229, 1980
  17. Dempsey DT, Feurer ID, Knox LS : Energy expenditure in malnourished gastrointestinal cancer patients. *Cancer* 53 : 1265, 1984
  18. Falconer JS, Fearon KC, Plester CE, Ross JA, Carter DC : Cytokines, the acute-phase response, and resting energy expenditure in cachexic patients with pancreatic cancer. *Ann Surg* 219(4) : 325, 1994
  19. Stouthard JM, Romijn JA, Van der Poll T, Endert E, Klein S, Bakker PJ, Veenhof CH, Sauerwein HP : Endocrinologic and metabolic effects of interleukin 6 in humans. *Am J Physiol* 268 : E813, 1995
  20. Melville S, McNurlan MA, Calder AG, Garlick PJ : Increased protein turnover despite normal energy metabolism and responses to feeding in patients with lung cancer. *Cancer Res* 50(4) : 1125, 1990
  21. McMillian DC, Preston T, Fearon KC, Burns HJ, Slater C, Shenkin A : Protein synthesis in cancer patients with inflammatory response : investigation with [ $^{15}\text{N}$ ]glycine. *Nutrition* 10(3) : 232, 1994
  22. Holroyde CP, Gabuzda TG, Putnam RC, Paul P, Reichard GA : Altered glucose metabolism in metastatic carcinoma. *Cancer Res* 35 : 3710, 1975
  23. Morrison SD : Control of food intake in cancer cachexia : A challenge and a tool. *Physiol Behav* 17 : 705, 1976
  24. Wigmore SJ, Falconer JS, Plester CE, Ross JA, Maingay JP, Carter DC, Fearon KC : Ibuprofen reduces energy expenditure and acute-phase protein production compared with placebo in pancreatic cancer patients. *Br J Cancer* 72(1) : 185, 1995
  25. Theologides A : The anorexia-cachexia syndrome : A new hypothesis. *Ann NY Acad Sci* 230 : 14, 1974
  26. Dallosson HM, James WPT : The role of smoking in the regulation of energy balance. *Int J Obesity* 8 : 365, 1984
  27. Stamford BA, Matter S, Fell RD, Papanek P : Effects of smoking cessation on weight gain, metabolic rate, caloric consumption, and blood lipids. *Am J Clin Nutr* 43 : 486, 1986
  28. Arbeit JM, Lees DE, Corsey R, Brennan MF : Resting energy expenditure in controls and cancer patients with localized and diffuse disease. *Ann Surg* 199 : 292, 1984
  29. Hansell DT, Davies JL, Burns HJG : The relationship between resting energy expenditure and weight loss in benign and malignant disease. *Ann Surg* 203 : 240, 1986
  30. Kleiber M : The force of life. New York, John Wiley and sons, 1961
  31. Hugli O, Schutz Y, Fitting JW : The daily expenditure in stable chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 153(1) : 294, 1996

33. Ryan CF, Road JD, Buckley PA, Ross C, Whittaker JS : Energy balance in stable malnourished patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 103(4) : 1038, 1993
34. Dash A, Agrawal A, Venkat N, Moxham J, Ponte J : Effect of theophylline on resting energy expenditure in normal volunteers. *Thorax* 49(11) : 1116, 1994
35. Blaak EE, van Baak MA, Kester AD, Saris WH : Beta-adrenergically mediated thermogenic and heart rate responses: effect of obesity and weight loss. *Metabolism* 44(4) : 520, 1995
-