

## 솔잎, 홍차 및 녹차 추출물 함유 조성물의 항비만 효과

전정례<sup>1</sup> · 김종연<sup>1,\*</sup> · 이경미<sup>2</sup> · 조덕형<sup>2</sup>

영남대학교 의과대학 비만-당뇨병 선도연구센터<sup>1</sup>, 엘지바이오 연구소<sup>2</sup>

## Anti-Obese Effects of Mixture Contained Pine needle, Black Tea and Green Tea Extracts

Jeong-Ryae Jeon<sup>1</sup>, Jong-Yeon Kim<sup>1,\*</sup>, Kyung-Mi Lee<sup>2</sup> and Duck-Hyung Cho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Obesity-Diabetes Advanced Research Center, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu 705-717, Korea

<sup>2</sup>LG-Bio Research Institute, Korea

Received September 20, 2005; Accepted November 25, 2005

The aims of this study were to evaluate the anti-obese effects of pine needle, black tea and green tea in rats and overweight people. Supplementation of 1, 2, 4 and 8% amount to the control diet of pine needle extract and mixture groups significantly decreased body weight gain and visceral fat mass compared with that of control diet group. Supplementation of 1, 2 and 4% amount to the control diet of black and green tea extracts groups significantly decreased body weight gain and visceral fat mass compared with that of control diet group. Anti-obese effect in body weight gain and visceral fat mass of mixture group was higher than in other groups. In human study, extracts mixture supplementation to overweight subjects significantly decreased both body weight and body fat compared with placebo control group. *In vitro* study, black and green tea extracts significantly inhibited both the pancreatic lipase and  $\alpha$ -amylase activities dose dependently. In conclusion, the anti-obese effects of pine needle, black, and green teas in rats were found. In overweight human subjects, extracts mixture decreased body weight and body fat compared with placebo control group. Anti-obese effect in black and green tea groups might be from an decrease in carbohydrate and fat digestions via inhibition of pancreatic  $\alpha$ -amylase and lipase activities in part.

**Key words:** pine needle, black tea, green tea, visceral fat, pancreatic  $\alpha$  amylase, lipase, obesity

### 서 론

비만과 과체중은 섭취한 에너지 중 체내에서의 대사활동으로 소비하고 남은 것이 지방조직에서 중성지방으로 전환되어 축적되어 발생한다. 체중에 비하여 과도한 지방조직이 축적된 비만은 유전적, 영양적, 환경적 및 사회적 요인 등 다양한 원인들이 관여하는 복잡한 증후군이다.<sup>1)</sup> 즉, 칼로리 섭취량이 에너지 소모량을 초과하게 되면 남은 에너지는 지방으로 전환되어 지방세포에 저장되어 결국 비만을 유발하게 된다. 이러한 비만은 그 자체가 일상생활의 지장을 초래하는 질병이기도 하지만, 비만의 최대문제는 비만에 의해 발생하는 합병증이다. 비만으로 인하여, 혈액 내의 콜레스테롤과 중성지방의 양이 증가되는 고지혈증이 발생되어 고혈압, 심혈관계 질환 및 뇌졸중의 발생이 증가하며, 말초조직<sup>2)</sup>과 복부지방조직에서의 중성지방 축적<sup>3-5)</sup> 또

는 말초조직 중성지방<sup>6-8)</sup>의 증가로 인슐린 저항성이 유발되어 제2형 당뇨병을 발생시킬 수 있다. 이는 비만인에서 당뇨병 발생 빈도가 정상인 보다 40배 이상 높은 이유이기도 하다. 또한, 비만은 관절염, 호흡기능 장애, 불임 및 월경불순, 악성종양 등과 같은 여러 가지 합병증이 유발되기 때문에 장기적인 관리와 치료가 절대적으로 필요하다. 따라서 비만은 외형적 및 심리적인 문제 뿐 아니라 성인병 발생의 제1 위험 요소이자 심각한 사회문제로 간주되고 있다.

비만을 억제하기 위해서는 음식물의 섭취를 줄이고, 운동 등을 통하여 에너지 소비를 늘려서 지방의 체내 축적을 억제하는 것이 필요하다. 억제된 식이요법이 체중감량을 유도할 수 있다는 것은 잘 알려져 있지만, 화학적 식욕 감퇴제의 섭취를 동반하지 않는 한 음식 섭취욕구를 효과적으로 감소시키지 못하므로, 많은 경우에 장기적인 체중감소를 촉진하지는 못한다. 따라서 음식물 섭취의 감소보다는 에너지 소모를 증가시키는 것이 비만증 억제에 보다 효과적이다. 그러나 지속적으로 운동을 하기 어려운 현대 사회의 특성으로 인해, 비만 억제를 위한 주된 노력은 비만 억제 효과를 갖는 약물과 보조식품의 섭취에 초점

\*Corresponding author

Phone: +82-53-620-4332; Fax: +82-53-651-3651

E-mail: jykim@yumail.ac.kr

이 맞춰져 있는 실정이다.

이러한 사회적 배경으로부터, 비만의 예방 및 치료제의 개발이 진행되고 있다. 현재 국제적으로 공인된 비만치료제는 식욕억제제인 리덕틸(원재료명: 시부트라민)과 지방의 소화를 억제하는 제니칼(원재료명: 오를리스타트) 등이 있다. 이들은 모두 의약품으로 부작용이 있을 수 있다는 점에서 일반 소비자가 예방 목적으로 복용하는 것은 곤란하며 또한 위험하다. 따라서 화학적으로 합성된 약품들의 부작용의 우려 없이 안전하게 예방·치료제로서 사용할 수 있는 식물 소재 및 물질에 대한 개발이 계속해서 요구되어 왔다.

차는 동서양에 걸쳐서 오랫동안 성인병 예방 및 치료에 관하여 관심과 연구의 대상이었다. 이중 녹차에는 다양한 생리활성을 나타내는 여러 종류의 폴리페놀 화합물이 함유되어 있어 항산화 효과뿐만 아니라 비만을 비롯한 각종 성인병에 관한 비교적 많은 연구가 보고되고 있다.<sup>9-16)</sup> 그러나 발효차인 홍차는 그 주성분이 녹차의 그것과는 전혀 다른 양상을 보이고 있으며 국내의 연구 논문 색인 결과 비만에 관한 연구는 거의 없다. 이것은 녹차의 항비만성분이자 주요 생리활성 성분으로 알려진 폴리페놀 성분인 카테킨류가 홍차에는 다만 소량만 존재하기 때문에 이에 대한 연구가 간과된 것으로 생각된다. 솔잎은 전통적으로 콜레스테롤 축적을 막고 동맥경화를 방지하며 말초혈관을 확장시켜 혈액순환을 촉진하고 호르몬 분비를 도와 체내 균형에 도움을 준다고 알려져 있다.<sup>17-18)</sup>

본 연구에서는 솔잎, 홍차 및 녹차 추출물과 선행연구에서 최대의 항비만 효과가 있을 것으로 예상된 솔잎, 홍차, 녹차의 추출물의 혼합물을 조제하여 동물실험을 통해 서로 비교 분석한 결과 항 비만효과를 관찰할 수 있었다. 또한 솔잎, 홍차 및 녹차의 항비만 효과의 기전을 관찰하기 위하여 췌장의  $\alpha$ -amylase와 lipase 활성 저해도를 측정하였으며, 실험동물에서 입증된 항비만효과를 중년의 과체중인에서 임상시험을 통해 검증하였다.

**실험 대상 및 방법**

**동물 실험**

**실험동물.** 체중 50 g 내외의 수컷 Sprague-Dawley 쥐(각 군

당 10마리씩)를 사용하였다.

**동물 실험.** 실험은 이유가 갖 지난 흰쥐를 무작위로 대조군, 솔잎추출군, 홍차추출군, 녹차추출군 및 솔잎-홍차-녹차(이하 솔홍녹) 추출물 혼합군으로 구분하였다. 실험군은 다시 추출물의 첨가 양에 따라서 0.5, 1, 2, 4, 8% 군으로 세분하였다. 각 군의 실험 개체 수는 각각 10마리였다. 예비실험 결과 이론적으로 최대 항비만 효과를 가질 것으로 예상된 솔잎, 홍차, 녹차 추출물의 성분 조성비에 따른 추출물 혼합군은 1, 2, 4, 8% 군으로 하여 단일 성분 추출물의 군과 비교하였다.

**추출물의 제조.** 솔잎, 녹차 및 홍차 잎 각각 1 kg을 증류수 20 l를 가하여 120분 동안 80°C로 가열하여 2회 연속 추출한 후, 잎을 제거하고, 여과한 후, 회전감압농축기를 이용하여 증발 건조시켜, 각각의 농축액 약 200 g을 얻었다.

**식이의 제조 및 사육.** 한국인의 식이습성과 비슷한 상대적인 고탄수화물 사료(rat chow, 칼로리 기준으로 탄수화물: 59%, 단백질: 29%, 지방: 12% 함유)에 대한 무게비 0.5, 1, 2, 4, 8% 농도로 혼합한 식이로 청정 사육실에서 5주간 사육하였다.

**식이섭취량과 분변량의 측정.** 식이섭취량과 분변 양은 매주 월, 수, 금요일 3회 측정하였다.

**체중 및 복부지방량의 측정.** 체중은 실험전일 16시간 전부터 물을 제외한 사료를 제거한 후 실험당일 pentothal sodium(40 mg/kg) 으로 마취한 후 측정하였으며 복부지방량은 복부를 절개하여 부고환주위의 지방(epididymal fat)과 후복부의 지방(retroperitoneal fat) 을 모두 절제하여 무게를 측정하였다.

**탄수화물식이 5주에서 솔잎, 녹차 및 홍차 추출물 혼합물 제조 시 이론적인 체중 감소 효과 산출.** Table 1은 예비실험(각 군 n=5)에서 솔잎, 녹차 및 홍차의 각각의 체중에 미치는 영향을 바탕으로 각 성분이 독립적으로 가산(addictive) 효과를 가지는 것으로 가정할 때의 이론적 체중감소 효과를 나타낸 것이다. 이러한 가정 하에서 이론적으로 가장 큰 효과를 나타낼 것으로 기대되는 것은 식이함량이 8중량%일 때는 솔잎4중량% + 녹차2중량% + 홍차2중량%로 체중감소효과가 쥐에서 5주간의 식이에 의하여 23.5% 감소할 것으로 예상되었으며, 함량 7%에서는 솔잎4중량% + 녹차2중량% + 홍차1중량%(21.6% 감소 예상), 함량 6%에서는 솔잎2중량% + 녹차2중량% + 홍차2중량%

**Table 1. Examples of decrease rate in body weight gain of extracts mixture by calculation from each pine needle, black tea and green tea extract group**

Order	Example of mixture	Supplementation (%)	Suggestive decrease rate of BW gain (%)	Suggestive decrease rate of BW gain per 1% supplementation	Ratio of pine needle, black tea and green tea extract
1	P4%+G2%+B2%	8	23.5	2.94	2 : 1 : 1
2	P4%+G2%+B1%	7	21.6	3.09	4 : 2 : 1
3	P2%+G2%+B2%	6	20.7	3.45	1 : 1 : 1
4	P4%+G1%+B1%	6	18.8	3.13	4 : 1 : 1
5	P1%+G2%+B2%	5	17.5	3.50	1 : 2 : 2
6	P1%+G1%+B4%	6	16.1	2.68	1 : 1 : 4
7	P2%+G1%+B1%	4	16.0	4.00	2 : 1 : 1
8	P1%+G4%+B1%	6	15.9	2.65	1 : 4 : 1
9	P1%+G2%+B1%	4	15.6	3.90	1 : 2 : 1
10	P1%+G1%+B2%	4	14.7	3.68	1 : 1 : 2
11	P1%+G1%+B1%	3	12.8	4.27	1 : 1 : 1

P; pine needle extract, G; green tea extract, B; black tea extract.

**Table 2. Characteristics of experimental subjects for clinical trials**

	Age (yr)	Height (cm)	BW (kg)	BMI	Body fat (%)
Placebo control (n=14)	43.1±1.4	162±1.9	63.4±1.7	24.1±0.3	30.9±0.6
Mixture (n=10)	42.3±1.5	163±2.5	63.7±2.3	23.6±0.4	31.0±1.6

Values are mean±SE.  
BMI :body mass index

(20.7% 감소 예상), 함량 5%에서는 술잎1중량%+ 녹차2중량%+ 홍차2중량%(17.3% 감소 예상), 함량 4%에서는 술잎2중량%+ 녹차1중량%+ 홍차1중량%(16% 감소 예상), 함량 3%에서는 술잎1중량%+ 녹차1중량%+ 홍차1중량%(12.6% 감소 예상)의 조합이 가장 효과적인 것으로 생각되었다. 그러나 식이함량 1% 당 효과는 술잎1중량%+ 녹차1중량%+ 홍차1중량%(4.27% 감소/식이함류%)가 가장 효율이 좋은 것으로 나타났다.

이와 같은 이론적인 근거를 토대로 각 성분이 통계적으로 항비만 효과를 나타낸 1, 2, 4, 8중량%에 해당하는 혼합물 중 혼합물의 최소단위인 3%(술잎 1중량%+ 녹차 1중량%+ 홍차 1중량%) 이상인 4, 8%에서 술잎, 녹차 및 홍차의 혼합비율이 2:1:1이었으므로 혼합물 조성을 이와 같이 하여 단독 투여 군과 비교하기 위하여 혼합물 식이 함량을 1, 2, 4, 8%가 되도록 하였다.

**임상시험**

**실험대상.** 항비만 효과를 검증하기 위하여 연령 35-54(42.6 ± 1.1세)세의 체질량지수(kg/m<sup>2</sup>) 23 이상의 과체중(63.6 ± 1.5 kg) 성인 24명을 대상으로 하였다(Table 2).

**임상시험.** 추출 혼합물 투여군은 무작위로 14명(체중: 63.7 ± 2.3)을 고른 후 나머지 10명은 플라시보대조군(체중: 63.4 ± 1.7)으로 하였다. 각군은 술잎, 홍차, 녹차의 유효성분이 2:1:1의 비율로 300mg이 들어 있는 혼합물+기타 성분 캡슐 또는 술잎, 홍차, 녹차를 제외한 기타성분 함유 캡슐을 하루 3번 식사 전에 5캡슐씩 복용하였다.

**혼합물 캡슐의 제조.** 동물실험에서 최대효과가 나타날 것으로 예상되는 술잎, 녹차 및 홍차의 혼합비율이 2:1:1인 추출물을 기타 조성물과 혼합하여 캡슐당 300mg이 되게 넣었으며 그 조성물의 성분 및 비율은 Table 3과 같다.

**시험관 실험**

**췌장 α-amylase 억제 효과.** 본 실험에 사용한 α-amylase 효소는 사람의 타액에서 정제한 것으로 시그마화학회사(Sigma Chemical Co., USA)에서 구입하였으며, 탄수화물기질로서는 순수한 전분(Sigma Chemical Co., USA)을 사용하였다. 각 군의 열수 추출물을 10-200 mg/ml이 되게 희석하여 40 μl씩을 α-amylase와 기질을 함유한 효소 반응액 1.96 ml에 넣어 총량이 2 ml이 되게 한 후 α-amylase의 저해정도를, Bernfeldt(19)법으로 3회 정량하였다.

**췌장 lipase 억제 효과.** 췌장 lipase의 활성도는 중성지방에서 췌장 lipase에 의하여 유리지방산이 생성되는 정도를 Yamamoto 등<sup>20)</sup>의 방법으로 정량하였다. 본 실험에 사용한 췌장 lipase 효소는 일차적으로 돼지의 췌장에서 정제한 것(Sigma Chemical

**Table 3. Formula for supplementation for clinical trials**

Ingredients	Content (%)
Glucomanan	21.0
Polydextrose	19.0
Psyllium Husk Powder	11.0
Microcrystalline cellulose	10.0
Pine needle extract powder	12.0
Black tea extract powder	6.0
Green tea extract powder	6.0
Aloe powder	5.0
Garcinia Cambogia-peel extracts	3.0
Silk peptide	3.0
Kelp powder	2.0
Gingko nut powder	1.0
Monascus Koji powder	0.8
L-carnitine	0.2

Co., USA)으로 각 샘플 당 5회 결과를 반복 도출한 다음 사람 체장의 것(Sigma Chemical Co., USA)으로 단회 확인하였다. 지방기질로서는 triolein을 사용하였다. 측정은 한 샘플당 3회 반복 정량하여 평균값을 사용하였다.

**통계처리**

성적은 평균±표준오차로 표기하였으며 3군 이상의 각 군간 차이의 유의성을 알기 위한 통계학적 방법은 ANOVA를 시행하였다. 임상실험에서 각 군간의 비교는 non-paired Student's t-test를 같은 군간의 비교는 paired 범으로 시행하였다. 유의성 수준은 p<0.05 이하로 하였다.

**실험 결과**

**동물실험**

**식이 섭취량.** 총 식이 섭취량은 대조군이 5주간 동안 평균 11,266 칼로리를 섭취한데 비하여 술잎추출군은 10,960~11,246 kcal였으며, 홍차추출군은 10,936~11,170 칼로리, 녹차추출군은 10,963~11,235 kcal 및 추출물 혼합군은 11,058~11,263 kcal로 각 군 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 함류량 8%의 녹차(평균 10,034 kcal) 및 홍차군(평균 10,007 kcal)에서 실험동물의 현저한 식이 기피 현상으로 8% 녹차 및 홍차군은 실험결과에서 제외하였다.

**체중 감소 효과.** 총 칼로리 섭취량은 0.5, 1, 2, 4% 추출물 실험군과 대조군 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 함류량 8%의 녹차 및 홍차군에서 실험동물의 현저한 식이 기피 현상으로 8% 녹차 및 홍차군은 실험대상에서 제외하였다. Fig. 1에서의와

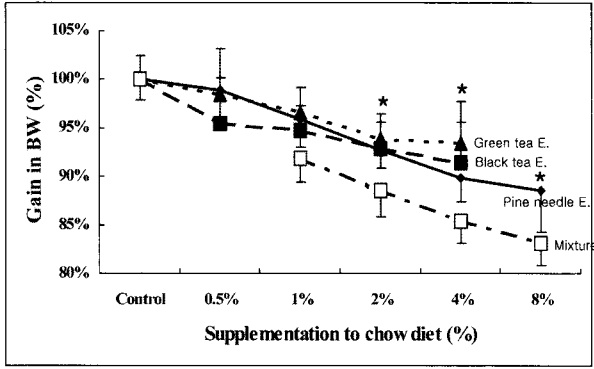


Fig. 1. Body weight gain of pine needle, black and green tea extracts, and mixture groups compared to the control. E; extract. Values are mean±SE. \**p*<0.05, mixture vs. other groups.

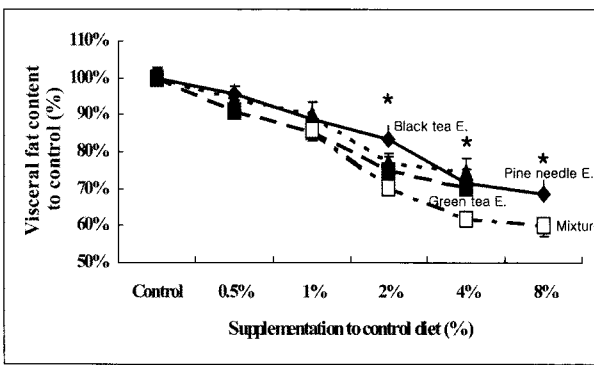


Fig. 2. Visceral fat mass of pine needle, black and green tea extracts, and mixture groups compared to the control. E; extract. Data are mean±SE. \**p*<0.05, mixture vs. other groups.

같이, 솔잎추출물은 0.5% 식이 함유군에서는 대조군과 유의한 차이가 없었으나 1, 2, 4, 8% 군에서는 각각 대조군에 비하여 4.1, 7.3, 10.1 및 11.4%의 체중이 감소하였다. 녹차추출물은 0.5% 식이 함유군에서는 대조군과 유의한 차이가 없었으며 1, 2, 4% 군에서는 대조군에 비하여 각각 3.4, 6.2, 6.5% 체중증가량이 감소하였다. 홍차추출물은 역시 0.5% 식이함유군에서는 유의한 체중감소가 없었으나, 1, 2, 4%군에서 대조군에 비하여 각각 5.3, 7.2, 8.6% 체중이 감소하였다. 솔향녹 추출물 혼합군에서는 1, 2, 4, 8%군 모두에서 대조군에 비하여 각각 8.2, 11.4, 14.6, 및 16.9% 감소하여 함량이 많을수록 체중감소 효과가 컸다. 추출물혼합군과 다른 군과의 비교에서는 2, 4, 8%군에서 혼합군이 유의하게 체중감소 효과가 다른 군에 비하여 높았다.

**복부 지방 감소 효과.** 복부지방은 실험동물을 복대동맥을 이용하여 실험사시킨 다음 부고환 지방과 후복부 지방을 제거하여 측정하였다. Fig. 2에서 나타난 바와 같이, 솔잎추출물은 0.5, 1, 2, 4, 8%군 모두에서 대조군에 비하여 각각 4.4, 11.1, 16.8, 28.5 및 31.3% 복부지방량이 감소하였으나 0.5%군은 유의한 수준은 아니었다. 홍차추출물은 0.5, 1, 2, 4%군 모두에서 대조군에 비하여 각각 9, 14.3, 25.1 및 29.9% 복부지방량이 감소하였다. 녹차추출물에서는 0.5, 1, 2, 4%군 모두에서 대조군에 비하여 각각 5.7, 9.8, 23.1 및 25.7% 복부지방량이 감소하였다.

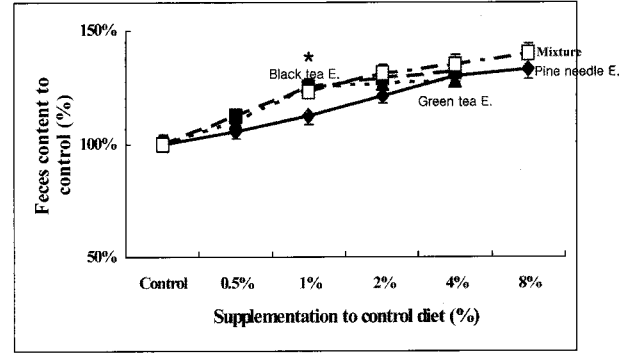


Fig. 3. Feces content of pine needle, black and green tea extracts, and mixture groups compared to the control. E; extract. Values are mean±SE. \**p*<0.05, pine needle vs. other groups.

솔향녹 추출물 혼합군은 1, 2, 4, 8%군 모두에서 각각 대조군에 비하여 14.2, 29.6, 38 및 39.7% 복부지방량이 감소하였다. 추출물혼합군과 다른 군과의 비교에서는 2, 4, 8%군에서 혼합군이 유의하게 체중감소 효과가 다른 군에 비하여 높았다.

**변량.** Fig. 3에서 나타난 바와 같이, 솔잎추출물은 0.5, 1, 2, 4, 8% 군 모두에서 대조군에 비하여 각각 5.4, 12, 21, 30 및 33% 변량이 증가하였다. 홍차추출물에서는 0.5, 1, 2, 4%군 모두에서 대조군에 비하여 각각 12, 25, 29 및 32% 변량이 증가하였다. 녹차추출물은 0.5, 1, 2, 4%군 모두에서 대조군에 비하여 각각 10, 25, 27 및 28% 변량이 증가하였다.

추출물 혼합군은 1, 2, 4, 8%군 모두에서 각각 대조군에 비하여 23, 31, 35 및 40% 변량이 증가하였다. 혼합군과 홍차군에서 변량이 다소 군에 비하여 높은 수치를 보였으나 1% 중량군에서 혼합군, 홍차군 및 녹차군이 솔잎군에 비하여 유의하게 높은 것 이외에는 통계적으로 유의한 수준은 아니었다.

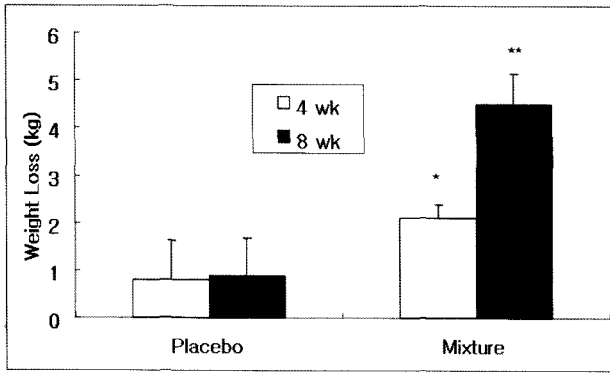
**임상시험**

**체중 감소 효과.** 추출물 혼합물을 4주간 섭취한 과체중군의 체중(kg)이 섭취전 63.7±2.3에서 61.6±2.4로 평균 2.1 kg 감소하였으며(*p*<0.001), 8주간 섭취후에는 59.3±2.2로 평균 4.5 kg 감소하였다(*p*<0.001). 혼합물이 들어 있지 않은 캡슐을 섭취한 대조군은 섭취전 63.4±1.7 kg에서 63.1±1.6 kg으로 유의한 차이가 없었으며, 8주간 섭취 후에도 63.0±1.6 kg으로 역시 차이가 없었다. 4주 및 8주간의 추출물 혼합물 섭취에 의한 체중감량의 정도는 대조군과 비교하여 유의하게(*p*<0.001) 많았다 (Fig. 4).

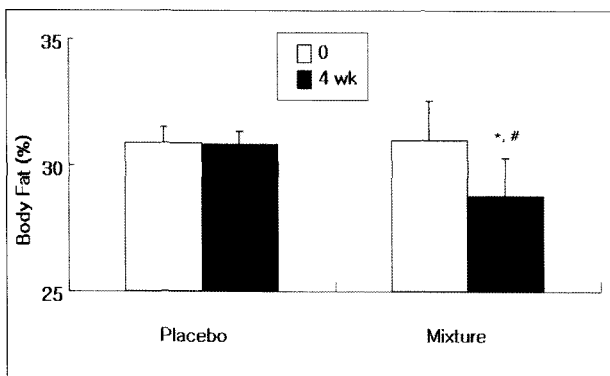
**체지방 감소 효과.** 추출물 혼합물을 4주간 섭취한 과체중군의 체지방(%)은 섭취전 31.0±1.55에서 28.8±1.48로 평균 2.2% 감소하였다(*p*<0.001). 추출물 혼합물이 들어 있지 않은 캡슐을 섭취한 대조군은 섭취 전 30.9±0.61에서 4주 후 30.8±0.56로 유의한 차이가 없었다. 4주 간의 추출물 혼합물 섭취에 의한 체지방 감량의 정도는 대조군과 비교하여 유의하게(*p*<0.01) 많았다(Fig. 5).

**시험관 실험**

**췌장 α-amylase 및 lipase 억제능 측정.** 췌장의 α-amylase



**Fig. 4.** Loss of body weight (kg) in placebo control and mixture groups. Values are mean  $\pm$  SE. \* $p < 0.05$  vs placebo. \*\* $p < 0.01$  vs placebo.



**Fig. 5.** Loss of body fat (%) in placebo control and mixture groups. Values are mean  $\pm$  SE. \* $p < 0.001$  vs 0 week. # $p < 0.05$  vs placebo.

억제는 추출물을 다양한 양에서의 억제 그래프를 그린 후 50% 억제능을 나타내는 양을 계산해 본 결과 대조군과 솔잎추출물은 억제 효과를 나타내지 않았으나 홍차추출물은 0.32 mg/ml 농도에서 50% 억제능을 나타내어 녹차군의 1.27 mg/ml과 혼합군의 1.79 mg/ml에 비하여 4-6배 우수한 억제능을 나타내었다. 같은 방법으로 췌장의 lipase는 홍차추출물에서 4.7 mg/ml의 농도에서 50% 억제능을, 녹차추출물은 1.9 mg/ml, 혼합물은 7.3 mg/ml에서 50% 억제능을 나타내어 녹차추출물이 홍차나 혼합군에 비하여 2-4배 우수한 억제능을 보여 주었다(Table 4).

**혈액 생화학물질.** 혈당, 혈장 총콜레스테롤 및 중성지방은 솔잎, 홍차, 녹차 및 추출물 혼합물 투여시 대조군과 비교하여 유의한 변화가 초래되지 않았다.

**조직소견에 의한 부작용 여부.** 기간의 솔잎, 홍차 및 녹차 추출물혼합물을 투여하였을 경우에 나타날 수 있는 부작용을 알

아보기 위하여 뇌, 소뇌, 심장, 간, 신장, 소장, 췌장, 골격근 등에서 광학현미경으로 H&E 염색 조직소견을 보았으나 모두 정상 소견을 보였다.

### 고찰

본 연구에서 솔잎 추출물의 항비만 효과는 일반식이에 0.5%를 추가한 경우에는 발생하지 않았으나 1, 2, 4%양을 추가하여 5주간 식이 할 경우에는 발생하였다. 솔잎의 항비만 효과는 잘 알려져 있지 않은 것이어서, 탄수화물이나 지방의 소화와 흡수를 억제할 가능성에 관한 췌장  $\alpha$ -amylase나 lipase의 활성 저해 효과를 측정해 본 결과 유의한 차이를 발견할 수가 없었다. 지금까지 알려진 솔잎의 유효한 성분들은 독특한 향을 내는  $\alpha$ -oionene,  $\beta$ -pinene, camphene 등의 정유성분, quercetin, kaempferol, 루틴(rutin) 등의 플라보노이드류나 피니톨(pinnitol) 등이 있는 것으로 알려져 있으며 이중 루틴은 항산화 효과를 가지며 중풍, 고혈압, 당뇨 등의 노화성 질환에 효과가 있는 것으로 알려져 있으며<sup>21)</sup>, 피니톨의 항-당뇨 효과도 보고 되었다.<sup>22,23)</sup>

그러나 솔잎이 항비만 효과를 나타낸다는 연구보고는 찾을 수가 없었으며 어느 성분이 어떤 경로로 항비만 효과를 나타내는 지는 본 연구 결과로서는 알 수가 없었다. 다만 식이 섭취량이 대조군과 비슷한 것으로 보아 식이섭취 억제 효과로 인한 것으로는 생각할 수가 없을 것으로 생각된다. 이 부분에 관한 추가 연구가 요망된다.

녹차의 항비만 효과는 비교적 잘 알려져 있으며 녹차의 주 성분은 epicatechin, epicatechin gallate, epigallocatechin, 및 epigallocatechin gallate의 형태로 많은 양의 카테킨(catechin)을 함유하고 있으며 이들 카테킨이 항비만 효과를 나타내는 주 성분인 것으로 알려져 있다.<sup>24)</sup> 이들 카테킨 등은 췌장  $\alpha$ -amylase나 lipase의 활성을 저해하여 탄수화물과 지방의 소화와 흡수 억제로 인한 칼로리 섭취량 제한 효과로 항비만 효과를 가진다고 알려져 있다.<sup>24)</sup> 그 외에 카페인도 교감신경을 흥분시켜 지방의 체내 사용을 증가시켜 항비만 효과를 가질 수 있다.<sup>25)</sup>

홍차의 항비만 효과는 녹차의 그것에 비해서 연구된 바가 적으나, 국내에서는 장이 처음으로 고지방식에서 항비만 효과를 보고한 바 있다.<sup>26)</sup>

녹차와는 달리 발효과정에서 80% 이상의 카테킨이 파괴된 홍차<sup>27)</sup>가 우수한 항비만효과를 나타내는 점은 매우 의미 있는 결과로 생각되며, 이는 Yang 등<sup>28)</sup>이 발표한 고지방식이 비만쥐에서 홍차추출물의 항비만효과와 유사한 것이다. 홍차의 항비만 효과는 주로 슈가블락 효과, 즉 췌장  $\alpha$ -amylase의 활성도 억제에 의한 탄수화물의 위장관내 소화를 억제하여 체

**Table 4.** Inhibition by 50% of pancreatic  $\alpha$ -amylase and lipase activities by pine needle, black tea and green tea extracts, and extracts mixture (mg/ml)

	Control	Pine needle E.	Black tea E.	Green tea E.	Mixture
Amylase- $\alpha$	NE	NE	0.32	1.27	1.79
Lipase	NE	NE	4.7	1.9	7.3

Values are average values from triplicated experiments *in vitro*.

E: extracts, NE: no effects

내 섭취를 억제한 결과로 생각되나 췌장의 lipase 활성 억제에 의한 효과도 있을 것으로 생각된다.

또한 체중과 체지방의 감소 기전은 칼로리 섭취량뿐 아니라 에너지의 사용량도 중요한 역할을 담당하므로 녹차와 홍차추출물의 항비만 효과는 녹차와 홍차에 다량 포함되어 있는 카페인<sup>25</sup>에 의한 열량 소모 효과 또한 무시할 수 없을 것으로 생각되었다.<sup>29</sup>

추출물 혼합물의 효과는 같은 양의 첨가 시 솔잎, 홍차, 녹차 각각의 추출물에 비해서 2%와 4%에서 복부지방 기준에 의한 유의하게 높은 항비만 효과를 보였다. 이의 기전으로서 솔잎의 항비만 물질이 밝혀져 있지 않을 뿐만 아니라 췌장의  $\alpha$ -amylase와 lipase의 억제 효과 또한 홍차나 녹차의 그것과 비교하여 높아진 것도 아니어서, 단정하기는 어려우나 세 가지 물질의 항비만 효과의 기전이 상이하여 혼합시 상승작용을 가지는 것이 아닐까 추정된다.

이상의 결과를 요약하면, 솔잎, 홍차, 녹차 추출물은 1% 이상의 양으로 첨가시 농도 의존적으로 높은 항비만 효과를 보였으며, 홍차의 항비만 효과는 상대적으로 높은 수가블락 효과, 즉 췌장  $\alpha$ -amylase 효소 억제작용으로, 녹차에서는  $\alpha$ -amylase의 효소 억제보다는 췌장 lipase의 억제 효과에 더 기인하는 것으로 생각된다. 추출물-혼합물의 항비만 효과는 단독 추출물보다 높은 상승효과를 보여주었다.

## 초 록

본 연구는 흰쥐와 과체중인에서 솔잎, 홍차 및 녹차 추출물의 항비만효과와 관련기전을 알아보기 위하여 시행되었다. 흰쥐는 무작위로 솔잎, 홍차, 녹차 및 추출물 혼합물 군으로 분류되었다. 대조군은 흰쥐 chow 식이로 사육되었으며 추출물군은 각각 0.5, 1, 2, 4 및 8% 추출물을 흰쥐 chow 식이에 첨가하여 5주간 사육하였다. 추출물 혼합물은 솔잎 : 홍차 : 녹차를 2 : 1 : 1의 비율로 만들어 흰쥐 chow 식이에 첨가하여 제조하였다. 솔잎과 혼합물 추출물 1, 2, 4 및 8% 첨가군은 대조군에 비하여 유의하게 체중과 내장지방을 감소시켰다. 홍차와 녹차 추출물 1, 2, 4% 첨가군은 대조군에 비하여 유의하게 체중과 내장지방을 감소시켰다. 추출물 혼합군이 다른 군에 비해서 체중과 내장지방 감소효과가 컸다. 5주간의 식이동안 총 식이 섭취량은 녹차 및 홍차 8% 첨가군을 제외하고는 그룹간 차이가 없었다. 5주간의 식이에서 총 변량은 솔잎, 녹차 및 추출물 혼합 1, 2, 4% 첨가군에서 대조군보다 많았다. 과체중인에서는 추출물 혼합물이 대조군에 비하여 체중과 체지방을 유의하게 감소시켰다. 솔잎, 홍차 및 녹차의 작용기전을 알아보기 위한 시험관실험에서 솔잎은 췌장의 lipase 및  $\alpha$ -amylase 활성도를 억제하지 않았다. 반면에 홍차와 녹차는 농도 의존적으로 췌장의 lipase 및  $\alpha$ -amylase 활성도를 억제하였다.  $\alpha$ -amylase의 억제효과는 홍차가 녹차보다 컸으나 lipase의 활성 억제는 반대였다. 결론적으로 흰쥐에서 솔잎, 홍차 및 녹차의 항비만 효과가 관찰되었으며 추출물 혼합물의 항비만 효과가 같은 조건에서는 가장 컸다. 과체중인에서 추출물 혼합물은 대조군에 비하여 체중 및 체지방 감소효과를 보였다. 홍차와 녹차의 항비만효

과는 부분적으로는 위장관에서 췌장 lipase와  $\alpha$ -amylase의 활성 억제에 의한 탄수화물과 지방의 소화감소에 기인하는 것으로 생각된다.

**Key words:** 솔잎, 홍차, 녹차, 체중, 체지방, 췌장  $\alpha$ -amylase, lipase 활성도, 비만

## 참고문헌

1. Chua, S. and Leibel, R. L. (1997) Obesity genes: molecular and metabolic mechanisms. *Diabetes Rev.* **5**, 2-7.
2. Kelley, D. E. and Mandarino, L. J. (2000) Fuel selection in human skeletal muscle in insulin resistance: a reexamination. *Diabetes* **49**, 677-683.
3. Kelley, D. E., Thaete, F. L., Troost, F., Huwe, T. and Goodpaster, B. H. (2000) Subdivisions of subcutaneous abdominal adipose tissue and insulin resistance. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* **278**, 941-948.
4. Kim, J. Y., Nolte, L. A., Hansen, P. A., Han, D. H., Kawanaka, K. and Holloszy, J. O. (1999) Insulin resistance of muscle glucose transport in male and female rats fed a high-sucrose diet. *Am. J. Physiol.* **276**, 665-672.
5. Kim, J. Y., Nolte, L. A., Hansen, P. A., Han, D. H., Ferguson, K. and Holloszy, J. O. (2000) High fat diet induced muscle insulin resistance: Relationship to visceral fat mass. *Am. J. Physiol.* **279**, 2057-2063.
6. Storlien, L. H., Baur, L. A., Kriketos, A. D., Pan, D. A., Cooney, G. J., Jenkins, A. B., Calvert, G.D. and Campbell L.V. (1996) Dietary fats and insulin action. *Diabetologia* **39**, 621-631.
7. Pan, D. A., Lillioja, S., Kriketos, A. D., Milner, M. R., Baur, L. A., Bogardus C., Jenkins, A. B. and Storlien, L. H. (1997) Skeletal muscle triglyceride levels are inversely related to insulin action. *Diabetes* **46**, 983-988.
8. Raz, I., Eldor, R., Cernea, S. and Shafir, E. (2005) Diabetes: insulin resistance and derangements in lipid metabolism. Cure through intervention in fat transport and storage. *Diabetes Metab. Res. Rev.* **21**, 3-14.
9. Lee, C. H., Choi, B. K., Lee, W. C., Park, C.I., Yuziro F. and Kimura, S. (1992) Effect of dietary protein levels, caffeine and green tea on body fat deposition in Wistar Rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**, 595-600.
10. Jeon J. R. and Park, G. S. (1999) Korean green tea by Ku Jeung Ku Po's 1. Analysis of general compositions and chemical compositions. *Korean J. Soc. Food Sci.* **15**, 95-101.
11. Sin, M. K., and Jung, W. H. (2000) The effect on rats serum lipid of treadmill exercise and green tea extracts intake with high fat diet. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **29**, 683-690.
12. Dullo, A. G., Duret, C., Rohrer, D., et al. (1999) Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* **70**, 1040-1045.
13. Dullo, A. G., Seydoux, J., Girardier, L., Chantre, P. and Vandermander, J. (2000) Green tea and thermogenesis: interactions between catechin-polyphenols, caffeine and sympathetic activity. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord* **24**,

- 252-258.
14. Kao, Y. H., Hiiipakka, R. A. and Liao, S. (2000) Modulation of obesity by a green tea catechin. *Am. J. Clin. Nutr.* **72**, 1232-1234, 2000.
  15. Sayama, K., Lin, S., Zheng, G. and Oguni, I. (2000) Effects of green tea on growth, food utilization and lipid metabolism in mice. *In Vivo* **14**, 481-484.
  16. Chantre, P. and Lairon, D. (2002) Recent findings of green tea extract AR25 (Exolise) and its activity for the treatment of obesity. *Phytomedicine* **9**, 3-8.
  17. Kim, E. S. and Kim, M. K. (1999) Effect of dried leaf powders and ethanol extracts of Persimmon, green tea and pine needle on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J. Nutrition* **32**, 337-352.
  18. Lee, E. (2003) Effects of powdered pine needle (*Pinus densiflora* seib et Zucc.) on serum and liver lipid composition and antioxidative capacity in rats fed high oxidized fat. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **32**, 926-930.
  19. Bernfeldt, P. (1955) Amylase,  $\alpha$  and  $\beta$ . *Methods in Enzymology* **1**, 149-150.
  20. Yamamoto, M., Shimura, S., Itoh, Y., Ohsaka, T., Egawa, M. and Inoue, S. (2000) Anti-obesity effects of lipase inhibitor CT-II, an extract from edible herbs, *Nomame Herba*, on rats fed a high-fat diet. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord* **24**, 758-764.
  21. Kim, S. M. and Cho, Y. S. (1999) Effect of pine needle extract on Fe ion and active oxygen related lipid oxidation in oil emulsion. *Korean J-Harvest Sci Technol. Agri. Products* **6**, 115-120.
  22. Bates, S. H., Jones, R. B. and Bailey, C. J. (2000) Insulin-like effect of pinitol. *Br. J. Pharmacol.* **130**, 1944-1948.
  23. Davis, A., Christiansen, M., Horowitz, J. F., Klein, S., Hellerstein, M. K. and Ostlund, R. E. Jr. (2000) Effect of pinitol treatment on insulin action in subjects with insulin resistance. *Diabetes Care* **23**, 1000-1005.
  24. Gupta, S., Saha, A. and Giri, A. K. (2002) Comparative antimutagenic and anticlastogenic effects of green tea and black tea: A review. *Mutation Research* **512**, 37-65.
  25. Lee, Y. J., An, M. S. and Hong K. H. (1998) A study on the content of general compounds, amino acid, vitamins, catechins, alkaloids in green, Oolong and black tea. *J. Fd. Hyg. Safety* **13**, 377-382.
  26. Jang, E. C. (2003) Effects of black tea on body weight gain and visceral fat mass in rats. *Korean J. Physical Edu.* **41**, 507-514.
  27. Balentine, D. A., Ho, C. T., Lee, C. Y. and Huang, M. T. (1991) Phenolic compounds in food and their effect on health analysis, occurrence and chemistry. *American Chemical Society*, Washington, DC, pp. 102-116.
  28. Yang, M. H., Wang, C. H. and Chen, H. L., (2001) Green, oolong and black tea extracts modulate lipid metabolism in hyperlipidemia rats fed high-sucrose diet. *J. Nutr. Biochem.* **12**, 14-20.
  29. Horton, T. J. and Geissler, C. A. (1996) Post-prandial thermogenesis with ephedrine, caffeine and aspirin in lean, pre-disposed obese and obese women. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord* **20**, 91-97.