

국의 온도가 공복감, 열량 및 영양소 섭취량에 미치는 영향

김석영[§] · 장희애 · 김주영 · 박경민

경상대학교 식품영양학과

Effects of Soup Temperature on Hunger, Energy and Nutrient Intake

Kim, Seok-Young[§] · Jang, Hee-Ae · Kim, Ju-Young · Park, Gyeong-Min

Department of Food and Nutrition, Geongsang National University, Jinju 660-701, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the effects of soup temperature on hunger, energy, and nutrient intake. The hot meal consisted of 400 g of hot beef-vegetable soup (75°C), Yubu Chobap, Bulgogi, cucumber pickle and radish pickle. The cold meal component were the same as the hot meal except 300 g of water (8°C) and boiled vegetables (100 g), instead of the hot beef-vegetable soup of the hot meal. Thirst, core temperature and blood pressure were also measured before and after consumption the test meals in a within-subjects, repeated measures design. 30 women consumed 17% more kilocalories, 13% more protein and lipid and 16% more carbohydrate in the cold meal than in the hot meal. The core temperature at the end of the test meal was higher in the hot meal than in the cold meal. Energy and nutrient intake were inversely correlated with the hunger scores within 1 hour after the hot meal, however those are not related with each other in the cold meal. So hunger feeling might be disturbed in the cold meal. It is concluded that energy and nutrient consumptions were higher in the cold meal, partly because of the distrubed hunger feeling in the cold meal. (*Korean J Nutrition* 36(8): 859~869, 2003)

KEY WORDS : hunger, fullness, temperature, soup, energy intake.

서 론

음식의 포만효과는 새로운 식품을 개발하고자 하는 식품 가공업체나, 식단작성 및 저열량식에 관한 영양상담을 하는 영양사들에게는 매우 중요한 문제이다. 탄수화물, 단백질, 지방의 3대 영양소는 포만 효과에 있어 차이가 있다고 알려져 있는데, 동일한 열량을 섭취하더라도 식사 중 단백질 함량이 높을 때에 가장 포만감을 느낀다^{1,2)}고 하며, 지방함량이 높은 경우가 가장 포만감을 덜 준다^{3,4)}고 한다. 영양소의 구성성분 뿐 아니라 음식의 물리 화학적 특성도 포만감에 영향을 미쳐 에너지 밀도, 부피, 질긴 정도, 온도, 입자크기 등도 포만감 형성에 매우 중요한 요인이 된다⁵⁻⁷⁾고 한다. 체온보다 온도가 낮은 찬 액체는 위에서 빨리 소장으로 내려가며 이러한 효과는 식사 시작 후 5분 이내에 가장 컸고⁸⁾ 또 음식의 온도는 위 운동에도 영향을 미친다⁹⁾고 한다.

열량이 많지 않으면서 부피가 큰 음식을 식사초반에 먼저 섭취하면 식사하는 사람의 포만감을 높일 수 있기 때문에 그 다음에 먹는 음식의 섭취량을 줄일 수 있다. 이러한 목적으로 활용 할 수 있는 음식으로 국을 들 수 있는데, 스프를 자주 먹는 여성이 가끔씩 먹거나 전혀 먹지 않는 여성에 비해 열량섭취가 낮았으며, 스프를 자주 먹는 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 탄수화물 섭취가 높고 지방섭취가 낮아져 남녀 모두에서 균형식을 섭취하는데 도움이 되었다¹⁰⁾고 하였다. Roll 등¹¹⁾은 같은 열량의 멜론이나 크래커보다도 토마토 스프를 먼저 섭취하였을 때, 다음 코스의 음식물 섭취를 감소시킬 수 있었다고 하였으며, Spiegel 등¹²⁾도 스프를 먼저 먹었을 경우가 먹지 않았을 때보다 샌드위치를 적게 먹었다고 한다. Kissileff 등¹³⁾은 크래커, 치즈, 주스보다 국의 포만효과가 컸으며 음식의 온도와 관능요인이 포만효과에 중요하다고 하였다. 한편 국의 건더기의 크기가 큰 경우가 입자크기가 작고 균질화된 상태의 국보다 더욱 포만감을 주었다¹⁴⁾고 하며, 고지방 스프가 고탄수화물 스프보다 위를 천천히 비우기 때문에 더 포만감을 주었다¹⁵⁾고 한다. 이와 같이 다수의 연구에서 국이 다른 음

접수일 : 2003년 7월 14일

채택일 : 2003년 8월 22일

[§]To whom correspondence should be addressed.

식보다 포만감을 주어서 실험식의 섭취량을 감소시켰으며, 국의 내용물에 따라 그 포만 효과가 달라졌다고 하였다. 그러나 국의 온도가 섭취량이나 포만감에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 없었다.

그동안 외국에서는 국의 포만효과에 대한 연구가 활발하였지만 국내에서는 이에 대한 연구가 매우 드문 편이었다. 우리나라 사람들은 식량이 부족하였던 시절에 적은 식품으로 많은 사람이 나누어 먹기 위해 다양한 종류의 국을 발달시켰으며,¹⁶⁾ 현재에도 뜨거운 국을 선호하는 편이므로 이러한 식습관을 이용하여 식욕과 열량 섭취량을 줄이고자 할 때 활용할 수 있는지 알아보자 본 연구를 시도하였다. 젊은 여성을 대상으로 뜨거운 국을 포함한 Hot Meal과 이와 열량 및 부피가 같은 나물과 생수를 포함한 Cold Meal을 제공하고, 이 두 실험식단의 섭취량이나 포만감에 차이가 있는지 알아보았다.

연구방법

1. 대상자 및 기간

흡연, 약물복용, 알콜중독 등의 습관이 없고 건강한 젊은 여성 30명을 대상으로 하였으며, 식사실험은 월경주기 5~14일 사이에 실시하였으며¹⁷⁾ 2003년 1월 20일부터 3월 3일 사이에 실시하였다.

2. 신체계측

신장과 체중은 아침 공복시에 함께 측정하였는데 신장은 철제로 제작된 신장계로 mm단위 까지 측정하였다. 체중은 가운데만 걸치고 측정한 뒤 가운데 무게를 제하였는데 전자식 체중계 (Model: DOLPHIN 100A, CAS사제품)로 50 g단위까지 측정하였다. 측정된 키, 체중치로 body mass index (BMI: 체중 (kg)/키² (m²))를 구하였다. 이와 함께 혈압 (Model: MD800, MEDITEC사 제품)과 심부체온 (귀의 고막온도) (ThermoScan IRT1020)을 측정하였다. impedance method (Model: InBody 3.0, Biospace사제품)를 이용하여 체지방비와 체지방량을 측정하였으며, 가운데 걸치게 하여 배꼽주위의 허리둘레와 엉덩이 둘레를 측정하여 허리둘레/엉덩이둘레의 비 (waist/hip girth ratio, WHR)를 구하였다.

3. 실험계획

피험자들은 2 종류의 실험식 중 무작위로 한 종류의 식단을 선택하여, 아침식사로 제공받았고, 최소한 3일의 간격을 두고 2번의 식사실험에 참여하였는데 식사 직전과 직후, 식후 30분, 60분, 90분, 120분에 혈압과 맥박을 측정

하였다. 자유롭게 물을 마시도록 한 결과 수분섭취는 보통 식사시에 이루어졌으며 식사시 마신 음료수에 따라 식사 섭취량이 증가하였다¹⁸⁾고 하므로 100 mm visual analogue scales (VAS)¹⁹⁾를 이용하여 혈압과 마찬가지로 식사 전후 6회에 걸쳐 공복감, 만복감과 함께 갈증도 측정하였다. VAS는 100 mm선상에서 왼쪽 끝은 '전혀 그렇지 않다'로, 오른쪽 끝은 '매우 그렇다'로 하고 그 사이를 100등분하여 피험자들이 자신의 현재 상태를 표시하도록 고안하였다. 또 동일한 방법으로 식전에 palatability를 측정하여, 2 종류의 실험식의 맛있는 정도를 비교하였으며, 식사 전후와 식사종료 후 5분 간격으로 식후 2시간까지 고막온도를 총 26회 측정하였다.

4. Protocol

실험대상자들은 오전 8시까지 실험실로 오도록 하여 실험실 환경에 익숙해지고 체온이 일정해지도록 약 1시간 가량 의자에 앉아 휴식을 취하게 하였다. 실험실 온도는 $22 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 조절하였으며, 한번에 2~4명씩 함께 실험하였는데, 각자 다른 테이블에 떨어져 앉도록 하였다. 피험자들이 지루해하지 않도록 가벼운 음악을 듣거나 잡지 등을 읽도록 하였으며 두꺼운 겉옷은 벗고 동일한 실내화로 갈아 신게 하였다. 2종류의 식단 중 한가지를 무작위로 선택하도록 하여 오전 9시에 선택한 식단을 제공하였으며 먹고 남은 정도로 충분한 양을 제공하였다. 가능한 빨리 먹도록 권장하였으나 심리적인 제약을 가하지 않기 위해 식사시간을 정하지는 않았으며, 대개 오전 11시 30분 경에 실험을 종료하였다.

5. 실험식

2종류의 실험식을 제공하였는데, Hot Meal은 쇠고기국 (75°C), 유부초밥, 불고기, 오이 피클과 단무지였으며, 제공된 음식의 무게, 열량 및 영양소 함량은 Table 1에서와 같다. 예비 실험에서 Cold Meal의 국을 냉국으로 제공했을 때 피험자들의 기호도가 Hot Meal의 뜨거운 국에 비해 상대적으로 낮았다. 음식의 맛있는 정도도 포만감 형성에 영향을 미치기 때문에^{20,21)} Cold Meal의 경우 냉국 대신에 찬 생수 (8°C)와 나물을 제공하였다. 또 음식물의 온도에 따른 영향을 보고자 할 때 액체량을 300 g 이상을 주어야 그 효과를 볼 수 있다는 선행연구,^{22,23)}에 따라 국물량과 생수량은 300 g으로 정하였다. 국의 온도를 제외하고는 두 실험식의 부피, 무게, 열량 및 구성성분이 동일하였다. 모든 음식을 함께 차려놓고 식사하는 한국인의 식습관을 고려하여 모든 음식을 동시에 제공하였지만 Hot Meal에서는 뜨거운 국을, Cold Meal에서는 나물과 생수를 먼저 먹게 하였고,

Table 1. Energy and macronutrient content of the hot meal provided as a breakfast

	Amount (g)	Energy (kcal)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate (g)
Hot soup ¹⁾	400	71.3	9.51	3.72	3.15
Yubu chobap	400	793.5	22.65	18.30	135.15
Bulgogi	220	334.6	40.22	10.98	14.63
Cucumber pickle	50	51.5	0.2	0.15	13.90
Radish pickle	80	9.6	0.4	0.08	2.32

¹⁾ 100 g of Boiled vegetables and 300 g of cold water (8°C) were provided instead of hot soup in the Cold Meal. The vegetable dish has same ingredients, energy and macronutrient content of the hot soup

Table 2. Characteristics of the subjects (n = 30)

Variables	Mean ± SEM
Age (years)	20.7 ± 0.2
Height (cm)	161.1 ± 0.9
Weight (kg)	52.2 ± 1.1
BMI (kg/m ²)	20.1 ± 0.4
% Body fat	25.5 ± 0.9
Fat mass (kg)	13.6 ± 0.7
Waist (cm)	72.9 ± 1.1
Hip (cm)	90.0 ± 0.9
WHR	0.81 ± 0.01
SP (mmHg)	103.5 ± 2.2
DP (mmHg)	68.6 ± 1.7
Pulse (beats/minute)	76.9 ± 2.0
Basal core temperature (°C)	36.6 ± 0.1

BMI: Body mass index, WHR: Waist-hip circumference ratio, SP: Systolic Blood Pressure, DP: Diastolic Blood Pressure

이들 음식을 모두 섭취한 후 나머지 음식은 원하는 만큼 섭취하도록 하였다.

6. 통계방법

모든 실험결과는 statistic analysis system (SAS) 통계 프로그램을 이용하여 평균 (mean)과 표준오차를 산출하였다. 두 종류의 실험식 제공 후의 섭취량, 혈압, 맥박, 공복감, 만복감, 갈증의 차이는 t-test로 비교하였다. 식전과 식후, 식후 30분, 60분, 90분, 120분의 시간경과에 따라 6회 측정된 혈압, 맥박, 공복감, 만복감, 갈증의 측정시간에 따른 차이는 Duncan's multiple range test로 비교하였다. 이외에도 식전과 식후의 각 변인들 간의 상관관계는 Pearson correlation coefficient로 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 조사대상자의 신체적 특성

Table 2에서 보는 바와 같이 조사대상자들의 나이는 평

Table 3. Energy and macronutrient intake in the test meals (Mean ± SEM, n = 30)

Nutrient	Hot Meal	Cold Meal
Energy (kcal)	471.3 ± 23.0	549.6 ± 21.7 ^{**1)}
Protein (g)	27.2 ± 1.3	30.8 ± 1.4
Fat (g)	13.4 ± 0.6	15.2 ± 0.6 ^{**1)}
Carbohydrate (g)	65.1 ± 3.6	75.4 ± 3.1 ^{**1)}

¹⁾ *p < 0.05, compared with Hot Meal by t-test

균 20.7 ± 0.2세였고 키는 161.1 ± 0.9 cm였다. 또 체중과 BMI는 각각 52.2 ± 1.1 kg과 20.1 ± 0.4였으며, 체지방비율은 25.5 ± 0.9%, 체지방량은 13.6 ± 0.7 kg으로 정상체중 범위²⁴⁾에 속하였다. 허리와 엉덩이 둘레는 각각 72.9 ± 1.1 cm와 90.0 ± 0.9 cm였으며, WHR은 0.81 ± 0.01이었다. 그리고 아침 식전에 측정된 수축기혈압, 이완기혈압과 맥박은 각각 103.5 ± 2.2 mmHg, 68.6 ± 1.7 mmHg, 76.9 ± 2.0번으로 정상범위에 속했으며²⁵⁾ 심부체온은 36.6 ± 0.1°C였다.

2. 열량 및 영양소 섭취량의 차이

Table 3에서 보는 바와 같이 피험자들이 뜨거운 쇠고기 국을 먼저 먹고 식사를 하였을 경우 총 열량섭취가 471.3 ± 23.0 kcal였으며, 나물과 생수를 먼저 먹고 식사를 하였을 때에는 549.6 ± 21.7 kcal를 섭취하였다. 국이나 생수를 먼저 섭취함으로써 피험자들이 포만감 때문에 다른 음식을 많이 먹을 수 없었고 따라서 두 실험식의 섭취량이 그리 높지 않았다. 단백질, 지방과 탄수화물 섭취량은 Hot Meal의 경우에 각각 27.2 ± 1.3 g, 13.4 ± 0.6 g, 65.1 ± 3.6 g이었고 Cold Meal의 경우에 각각 30.8 ± 1.4 g, 15.2 ± 0.6 g, 75.4 ± 3.1 g이었다. 두 실험식을 비교해 보면, Cold Meal에서 약 17%가량 열량 섭취량이 높았으며 단백질과 지방은 13%, 탄수화물은 16%정도 섭취량이 높았다.

식사 후 음식물 중의 액체성분은 고체성분보다 더 빨리 위를 떠나 소장으로 내려간다²⁶⁾고 하며, 액체성분이 소장으로 내려간 다음에도 대부분의 고체성분은 위에 남아있으며 액체성분이 떠난 후 유분부로 재배치되어 서서히 소장

으로 내려가게 된다고 한다.²⁷⁾ 고체와 액체가 섞인 식사를 하였을 때 섭취 열량에 상관없이 액체성분의 절반이 위를 떠나는 데 걸린 시간이 22분 정도라고 한다. 이에 비해 고체성분이 위를 떠나는 정도는 섭취열량이 일정할 때에는 음식의 무게에 따라 위를 떠나는율이 증가하였다고 하였으며, 열량이 633 kcal이고 무게가 900 g인 식사를 섭취한 1시간 후에는 식사량의 76%가 위에 남아 있었다고 한다.²⁸⁾ 또 12°C와 37°C의 음료수를 마신 5분 후에 위에 남아있는 양을 비교해 본 결과 12°C의 찬 음료수가 더 빨리 위를 떠났다²⁹⁾고 하며, 고체성분을 4~6°C 정도의 찬물과 함께 먹었을 때가 20~25°C나 45°C의 물과 함께 먹었을 때 보다 위비움의 속도가 빨랐다²⁹⁾고 한다. 이와 같이 선행의 여러 연구에서 식사 물리 화학적인 특성이나 식사의 형태, 음식물의 온도에 따라 그 음식물이 위를 떠나는 정도에 차이가 있었다고 하였다. 그리고 식사를 하는 순간에 위에 얼마나 음식이 남아 있는지가 그 다음 섭취량을 좌우하는 가장 중요한 요인³⁰⁾이라고 하였다. 본 식사실험에서 Hot Meal은 75°C의 뜨거운 국을, Cold Meal에서는 8°C의 생수와 나물을 먼저 먹게 하였는데, Hot Meal보다 Cold Meal에서 섭취량이 더 많았던 이유는 우선 식사 시작 후 맨 먼저 섭취한 음식물의 온도 차이로 인해 국보다 생수가 위를 더 빨리 비움으로써 식사 도중에 위의 포만 정도나 식욕에 영향을 주었을 가능성이 있었다. 또 하나 가능한 설명은 미주신경에 의해 매개되는 온도수용체 (thermoreceptors)가 소화관 운동을 조절하였을 가능성이 있다.^{31,32)} 그러나 이러한 사실들을 확인하기 위해서는 추후 음식물 섭취 후의 위 온도, 잔류량과 위 운동 등을 직접 측정할 필요가 있었다.

식사시간은 Table 4에서 보는 바와 같이 Hot Meal의 경우 15.2 ± 0.6분이었고 Cold Meal은 14.7 ± 0.5분으로 유의적인 차이가 없었다. 그런데 두 실험식에서의 열량 섭취량을 식사시간으로 나누어 단위시간 당 열량 섭취율을 비교한 결과, Cold Meal에서 유의하게 높았다. 따라서 두 식사에서 식사시간은 비슷하였지만 Cold Meal에서 단

위시간당 열량 섭취량이 높아서 결국 총 섭취량이 많아졌음을 알 수 있었다. 이외에도 실험식사 직전에 100 mm VAS로 측정된 두 식단의 맛있는 정도나 탄수화물, 단백질, 지방의 섭취열량 비는 서로 차이가 없었다.

3. 식사전 후의 체온과 섭취량과의 관련성

Fig. 1에서와 같이 Hot Meal 직후에 측정된 심부체온은 Cold Meal 직후의 체온에 비해 유의하게 높았다. 그러나 그 외의 시간에 측정된 심부체온은 두 식사 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 본 연구에서는 소화관 내의 온도는 측정하지 않았지만 다수의 연구에서 차거나 더운 음식을 제공한 다음 구강이나 위 등 소화관의 온도변화를 보고하였다. 섭취한 음식물의 온도에 따라서 달랐지만 대개 1분 이내로 소화관을 비롯한 모든 신체기관의 체온이 변하지만,^{33,34)} 찬 음료수를 마셨다고 하여도 인체의 체온 조절 메커니즘에 의해 5분 이내에 위의 온도가 30°C이상으로 데워졌다³⁵⁾고 한다. 또 50°C의 따뜻한 오렌지주스를 마셨을 때는 20분내에, 4°C의 찬 오렌지주스를 마셨을 때는 조금 더 시간이 걸려 30분내에 소화관의 온도가 거의 정상으로 회복되었다³⁵⁾고 하였다. 즉 더운 식사보다 찬 음식이 시간이 조금 더 걸리는 하지만 대개 20~30분 내에 위의 온도는 정상으로 회복됨을 알 수 있었다. 이러한 여러 선행연구의 결과와 유사하게, 본 연구에서도 Hot Meal과 Cold Meal 식사 직후에는 뚜렷한 체온의 차이를 보였지만, 이 후부터는 체온이 회복되어 두 식사 간에 유의한 차이를 보이지 못한 것 같다. 한편 Hot Meal 후 측정된 체온을 식전체온과 비

Table 4. Test meal characteristics (Mean ± SEM, n = 30)

Variables	Hot Meal	Cold Meal
Meal duration (min)	15.2 ± 0.6	14.7 ± 0.5
SEI (kcal/min)	31.9 ± 1.8	39.0 ± 2.4 ^{*1)}
Palatability	72.7 ± 3.1	72.0 ± 2.8
PFC ratio ²⁾	23 : 25 : 52	22 : 24 : 54

SEI: Speed of energy intake

¹⁾ *p < 0.05, compared with Hot Meal by t-test

²⁾ The mean ratio of protein: fat: carbohydrate in the test meals which were consumed by subjects

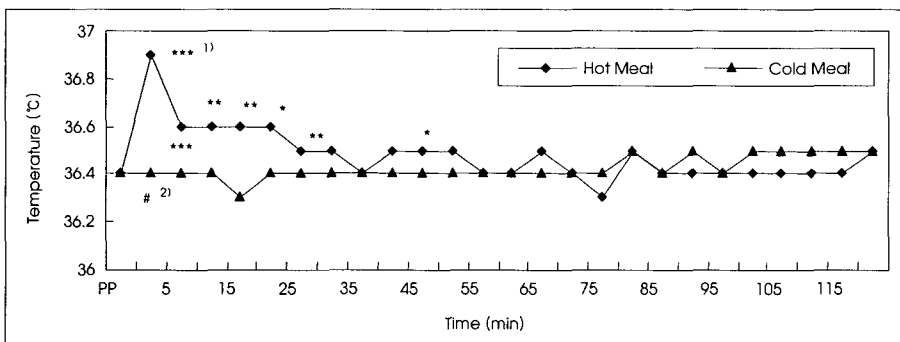


Fig. 1. Changes in core temperature before and after consumption of the test meals. PP: Preprandial. ¹⁾Significantly different with the preprandial core temperature by paired t-test. *: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.0001. ²⁾#: p < 0.01, compared with the value of Hot meal by t-test.

교해 본 결과 식사직후, 식후 5, 10, 15, 20, 25와 45분 후에 측정된 심부체온이 식전체온보다 유의하게 높게 나타났다. 그러나 Cold Meal에서는 식사전 후에 측정된 체온이 유의하게 달라지지 않았다.

열량 및 영양소 섭취량과 식사전 후의 심부체온과의 상관성은 Table 5에서와 같다. Hot Meal의 경우에 식전체온과 열량, 지방, 탄수화물 섭취량 간에 역상관관계를 보였다.

이러한 경향은 식사 직후와 식후 5분까지 계속되어 식사 후 5분이 지나서도 열량 섭취량과 심부체온은 역상관관계를 보였다. 이후 섭취량과 체온은 거의 상관이 없는 편이었다. 반면 Cold Meal에서는 식후 25분부터 단백질 섭취량과 체온이 역상관관계를 보였고 식후 40분부터 45, 50, 55, 65분, 90, 110분에 열량 및 영양소 섭취량과 체온 간에 역상관관계를 보였다. 즉 음식의 온도가 낮은 Cold Meal에

Table 5. Correlation coefficients between the core temperature, energy and macronutrients intakes before and after the consumption of two kinds of test meals (n = 30)

Time (min)	Hot Meal				Cold Meal			
	Energy	Protein	Fat	CHO	Energy	Protein	Fat	CHO
PP	-0.40*	-0.24	-0.37*	-0.40*	-0.27	-0.28	-0.30	-0.21
0	-0.36	-0.07	-0.27	-0.39*	-0.22	-0.21	-0.22	-0.20
5	-0.39*	-0.25	-0.35	-0.35	-0.12	-0.04	-0.10	-0.15
10	-0.31	-0.24	-0.30	-0.29	-0.29	-0.19	-0.27	-0.31
15	-0.25	-0.07	-0.21	-0.28	-0.16	-0.13	-0.17	-0.15
20	-0.27	-0.11	-0.23	-0.30	-0.21	-0.20	-0.21	-0.18
25	-0.34	-0.07	-0.26	-0.38*	-0.33	-0.37*	-0.36	-0.25
30	-0.18	0.07	-0.09	-0.22	-0.35	-0.25	-0.35	-0.36
35	-0.14	0.13	-0.04	-0.18	-0.29	-0.23	-0.28	-0.29
40	-0.30	-0.13	-0.24	-0.29	-0.43*	-0.38*	-0.43*	-0.38*
45	-0.18	-0.02	-0.13	-0.20	-0.38*	-0.36*	-0.39*	-0.33
50	-0.16	0.09	-0.06	-0.17	-0.34	-0.37*	-0.37*	-0.26
55	-0.23	-0.10	-0.19	-0.22	-0.40*	-0.41*	-0.43*	-0.32
60	-0.24	-0.02	-0.17	-0.28	-0.31	-0.32	-0.32	-0.25
65	-0.37*	-0.13	-0.28	-0.36	-0.44*	-0.42*	-0.45*	-0.38*
70	-0.33	-0.20	-0.29	-0.30	-0.32	-0.35	-0.34	-0.24
75	-0.24	-0.04	-0.17	-0.25	-0.27	-0.30	-0.30	-0.20
80	-0.19	-0.05	-0.14	-0.17	-0.32	-0.34	-0.34	-0.26
85	-0.24	-0.13	-0.21	-0.23	-0.18	-0.18	-0.20	-0.15
90	-0.26	-0.12	-0.21	-0.25	-0.38*	-0.39*	-0.39*	-0.31
95	-0.19	-0.02	-0.12	-0.20	-0.29	-0.27	-0.30	-0.25
100	-0.14	-0.06	-0.12	-0.13	-0.21	-0.20	-0.23	-0.18
105	-0.25	-0.08	-0.21	-0.28	-0.27	-0.25	-0.28	-0.22
110	-0.24	-0.15	-0.23	-0.26	-0.44*	-0.33	-0.42*	-0.43*
115	-0.29	-0.17	-0.24	-0.25	-0.34	-0.28	-0.34	-0.31
120	-0.29	-0.14	-0.26	-0.32	-0.23	-0.17	-0.22	-0.23

PP: Preprandial, *p < 0.05

Table 6. Blood pressure and pulse measured before and after the consumption of two kinds of test meals (Mean ± SEM, n = 30)

Time (min)	Hot Meal			Cold Meal		
	SP (mmHg)	DP (mmHg)	Pulse	SP (mmHg)	DP (mmHg)	Pulse
PP	95.2 ± 1.4 ^{ab1)}	68.2 ± 1.1 ^{ab}	68.8 ± 1.7 ^a	92.7 ± 1.0 ^c	65.5 ± 1.1 ^c	68.8 ± 1.2
0	98.5 ± 1.5 ^a	70.0 ± 1.5 ^a	75.6 ± 1.7 ^b	101.1 ± 1.7 ^b	71.9 ± 1.5 ^b	68.0 ± 1.8 ^{**2)}
30	94.4 ± 1.7 ^{ab}	63.0 ± 1.3 ^c	73.9 ± 1.7 ^{ab}	92.5 ± 1.6 ^a	62.6 ± 1.3 ^c	71.0 ± 1.4
60	94.0 ± 1.8 ^{ab}	63.6 ± 1.2 ^c	73.1 ± 1.6 ^{ab}	91.8 ± 1.6 ^a	63.2 ± 1.2 ^c	72.5 ± 1.3
90	91.4 ± 1.7 ^b	63.2 ± 1.4 ^c	72.9 ± 1.8 ^{ab}	92.0 ± 1.4 ^a	62.9 ± 1.3 ^c	72.3 ± 1.2
120	93.1 ± 1.7 ^b	64.9 ± 1.3 ^{bc}	70.5 ± 1.9 ^{ab}	95.0 ± 1.4 ^a	65.0 ± 1.3 ^c	71.5 ± 1.5

SP: Systolic Blood Pressure, DP: Diastolic Blood Pressure, PP: Preprandial

¹⁾ Means in a same column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test (p < 0.05)

²⁾ **p < 0.01, compared with Hot Meal by t-test

서는 식사 30분 이후부터 섭취량과 체온 간에 역상관관계를 보였다.

4. 식사 전 후의 혈압과 섭취량의 관련성

식사 전 후, 식사 후 30분, 60분, 90분, 120분에 혈압과 맥박을 측정하였는데 Table 6에서와 같이 혈압은 두 종류의 시험식 간에 유의하게 달라지지 않았다. 그러나 식사 직후의 맥박은 Hot Meal에 비해 Cold Meal에서 유의하게 낮았다. Hot Meal에서 식 후 수축기 혈압은 식전 혈압에 비해 달라지지 않았다. 하지만 이완기 혈압은 식사 직후에는 식전과 차이가 없었지만 식 후 30분부터 90분까지는 식전 혈압에 비해 유의하게 낮아졌다. 이에 비해 Cold Meal에서는 수축기 혈압과 이완기 혈압 모두 식사 직후에 혈압이 유의하게 높아졌지만 식 후 30분부터는 다시 낮아져 식전 혈압 정도로 내려 왔다. Hot Meal에서의 맥박은 식사 직후 높아졌다가 다시 식전 상태로 낮아졌으며, Cold Meal에서는 식사 전 후에 변화가 없었다. Kuipers 등³⁷⁾은 찬 포도당 용액을 섭취한 뒤에는 혈압이 상승하였으나 50°C의 따뜻한 용액을 섭취한 뒤에는 혈압이 오히려 낮아졌다고 하여 대체로 Kuipers 등과 유사한 결과를 나타내었다고 볼 수 있었다. 식사 후 혈압이 낮아지는 증세는 정상인,³⁸⁾ 당뇨병환자,³⁹⁾ 노인들⁴⁰⁾에게서 흔히 나타난다고 하며 아직까지 그 메카니즘은 확실하게 규명되지는 않았지만, 식후에 내장으로 흐르는 혈액량이 많아지고,^{41,42)} 증가된 인슐린⁴³⁾과 소화관내 호르몬⁴⁴⁾에 의해 말초 혈관이 확장되었기 때문이라고 한다. 그러나 본 실험의 Cold Meal의 경우처럼 찬 음식섭취 후의 일시적인 혈압상승에 대해서는 상대적으로 알려진 바가 없었다. 고혈압이나 성인병 환자의 경우 식

후 혈압 상승도 건강관리에 중요한 요인이 될 수 있으므로 추후 고혈압이나 비만환자를 대상으로 식사온도가 식 후 혈압 상승에 미치는 영향에 대하여 살펴볼 필요가 있었다.

한 편 식사 전 후의 혈압과 열량 및 영양소 섭취량 간의 상관도를 살펴본 결과, Table 7에서 보는 바와 같이 Hot Meal의 경우 수축기 혈압과 열량 및 영양소 섭취량 간에는 상관성이 없었다. 이에 비해 Cold Meal에서는 식후 60분에 수축기 혈압과 단백질 섭취량 간에 역상관을 보였고, 식후 90분에는 열량, 단백질, 지방과 수축기 혈압이 유의한 역상관을 보였다. 그러나 탄수화물 섭취량과 수축기 혈압 간에는 상관성이 없었다. 한편 Hot Meal의 섭취량과 이완기혈압과의 상관성은 식후 90분에 측정된 이완기 혈압과 열량, 단백질, 지방과 탄수화물의 섭취량 간에는 유의한 역상관 관계를 보였다. 또 Cold Meal의 경우에도 60분과 90분에 열량 및 단백질 지방 섭취량과 이완기혈압 간에 유의한 역상관을 보였다. 식사 섭취량이 많은 경우가 적은 경우에 비해 혈압이 낮다⁴⁵⁾고 하였으므로, 대체로 본 실험에서도 유사한 결과를 나타내었다고 볼 수 있었다. 또 섭취량이 많을수록 혈압이 낮아지는 현상은, Cold Meal에서 식후 1~1.5시간 정도 시간이 경과한 후에 더욱 뚜렷이 나타났다.

한편 Cold Meal에서 탄수화물 섭취량은 수축기 및 이완기혈압과 유의한 상관성을 보이지 못하였는데, 이렇게 탄수화물이 지방 및 단백질과 다른 결과를 보이는 것은 식후 미주신경과 소화관내 호르몬 분비에 미치는 영향이 다르기 때문일 가능성이 있었다. 식사 후 음식물이 위와 소장 에 있을 때는 인슐린, 게스트린 (gastrin), 콜레시스토키닌 (cholecystokinin), 소마토스테틴 (somatostatin) 등의 호르몬이 소화관과 순환계에 분비된다. 그리고 이 때 먹은 음식

Table 7. Correlation coefficients between blood pressure, energy, and macronutrient intake before and after the consumption of two kinds of test meals (n = 30)

Time (min)		Hot Meal				Cold Meal			
		Energy	Protein	Fat	CHO	Energy	Protein	Fat	CHO
PP	SP	-0.20	-0.14	-0.19	-0.20	-0.12	-0.20	-0.13	-0.06
	DP	-0.13	-0.16	-0.13	-0.06	-0.20	-0.17	-0.19	-0.18
0	SP	-0.10	-0.14	-0.09	0.01	-0.08	-0.22	-0.11	0.02
	DP	-0.07	-0.17	-0.11	0.01	-0.23	-0.32	-0.26	-0.13
30	SP	-0.09	-0.20	-0.16	-0.10	-0.12	-0.29	-0.17	0.01
	DP	-0.14	-0.19	-0.20	-0.19	-0.21	-0.27	-0.23	-0.14
60	SP	-0.04	-0.19	-0.09	0.05	-0.26	-0.48**	-0.33	-0.08
	DP	-0.21	-0.22	-0.22	-0.17	-0.38*	-0.42*	-0.39*	-0.29
90	SP	-0.22	-0.31	-0.28	-0.22	-0.37*	-0.52**	-0.44*	-0.20
	DP	-0.39*	-0.40*	-0.43*	-0.39*	-0.40*	-0.44*	-0.42*	-0.31
120	SP	-0.19	-0.19	-0.18	-0.16	-0.28	-0.31	-0.29	-0.21
	DP	-0.24	-0.20	-0.24	-0.27	-0.26	-0.30	-0.28	-0.19

CHO: Carbohydrate, PP: Preprandial, SP: Systolic Blood Pressure, DP: Diastolic Blood Pressure
*p<0.05, **p<0.01

물 중의 3대 영양소 비율에 따라 주로 분비되는 호르몬의 종류도 달라진다고 한다.⁴⁶⁾

5. 식사전 후의 공복감과 섭취량과의 관련성

Fig 2.에서와 같이 식사 전에 측정된 공복감은 Hot Meal의 경우 74.1 ± 3.7 이었고 식사 직후에는 5.3 ± 1.7 로 유의하게 감소하였다. 또 Cold Meal의 경우에도 식전 공복감이 76.2 ± 4.0 이었는데 식후에 5.6 ± 1.9 로 유의하게 감소하였다. 이후 시간경과에 따라 두 종류의 실험식사에서 공복감이 증가하였지만 식사 2시간 후의 공복감은 여전히 식전보다 유의하게 낮게 나타났다. 그러나 두 종류의 실험식 식사 간의 식사 전 후, 식사 후 30분, 60분, 90분, 120분에 각각 측정된 공복감은 서로 차이가 없었다.

식사 전 후에 측정된 공복감과 섭취열량 및 영양소 간의 상관도를 살펴본 결과는 Table 8에서 보는 바와 같이 Hot Meal에서는 식사 직후, 식 후 30분과 60분에 측정된 공복감과 섭취량 간에는 유의한 역상관관계를 보였다. 그러나 식후 90분과 120분에 측정된 공복감과 섭취량 사이에는 상관성이 없는 것으로 나타났다. 즉 식후 1시간까지는 식사시 섭취한 열량 및 영양소 섭취량에 따라 공복감에 영향을 주었지만, 1시간 이후에는 식사량의 많고 적음이 피험자가 느끼는 공복감과는 상관이 없음을 알 수 있었다. 한편 Cold Meal에서는 뜨거운 국에서 나타나는 섭취

량과 공복감 간의 이러한 관련성을 볼 수 없었다.

6. 식사전 후의 만복감과 섭취량과의 관련성

두 종류의 실험식에서 모두 식후에 만복감이 유의하게 증가하였으며, 이후 시간경과에 따라 만복감이 감소하였지만 식사 2시간 후의 만복감은 여전히 식전보다 유의하게 높게 나타났다. 그러나 두 종류의 실험식 식사 간의 식사 전후, 식사후 30분, 60분, 90분, 120분에 각각 측정된 만복감은 Hot meal과 Cold meal 사이에 유의한 차이가 없었다 (테이타를 제시하지 않았음). McArthur & Feldman⁴⁷⁾은 58°C, 37°C, 4°C의 커피 360 ml를 관을 통해 위에 주입한 결과, 식 후 15~20분 후에 약 50%가, 식후 30분 후에 80~90%가 위를 떠났다고 하였다. 토마토 스프를 먹고 곧바로 샌드위치 식사를 하면 스프를 먹지 않았을 때 보다 음식물이 위를 떠나는 시간이 길어졌지만, 샌드위치 먹기 20분 전에 토마토 스프를 먼저 먹으면, 이 음식물들이 위를 떠나는 시간은 달라지지 않았다⁴⁸⁾고 하였다. 즉 스프나 커피 같이 액체성분의 비율이 높은 음식물은 식후 약 20분이 지나면 상당한 정도의 양이 위를 떠날 수 있음을 알 수 있었다. 그런데 액체성분만 섭취하였을 때 보다 액체성분과 고형식과 함께 섞어 먹었을 때는 위비움 정도가 느려졌으나, 고체성분은 단독으로 먹을 때나 액체성분과 섞어 먹을 때나 위 비움정도가 달라지지 않았다⁴⁹⁾고 하여 고체성분은

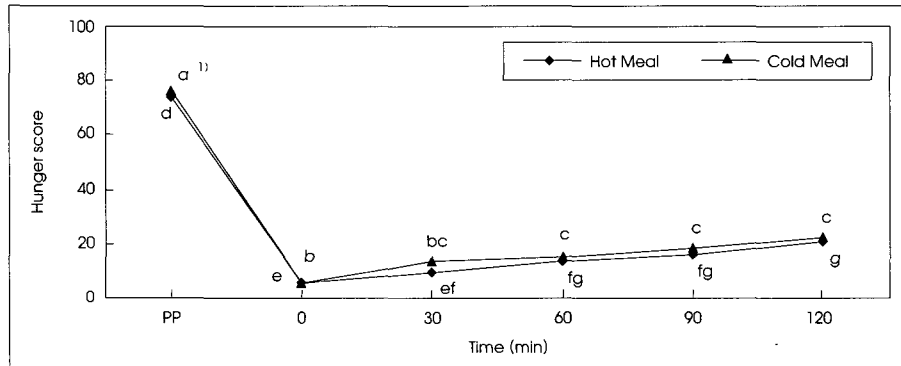


Fig. 2. Mean hunger scores measured before and after the consumption of two kinds of test meals (n = 30). PP: Preprandial. ^aMeans with the same letter in each test meal are not significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 8. Correlation coefficients between hunger and energy and macronutrient intake before and after the consumption of two kinds of test meals (n = 30)

Time (min)	Hot Meal				Cold Meal			
	Energy	Protein	Fat	Carbohydrate	Energy	Protein	Fat	Carbohydrate
PP	0.30	0.32	0.32	0.25	-0.06	0.02	-0.05	-0.09
0	-0.49**	-0.36	-0.47**	-0.52**	-0.01	-0.02	-0.00	-0.02
30	-0.44*	-0.35	-0.41*	-0.43*	0.10	0.10	0.11	0.08
60	-0.35	-0.28	-0.35	-0.39*	0.06	0.03	0.07	0.05
90	-0.11	-0.01	-0.09	-0.16	0.01	-0.01	0.03	0.00
120	0.04	0.08	0.06	-0.01	-0.07	-0.11	-0.07	-0.04

PP: Preprandial, *p < 0.05, **p < 0.01

같이 먹는 음식의 종류에 크게 상관없이 일정시간 위에 머물러 있음을 알 수 있었다. 고형식을 섭취한 후 위 팽창 정도를 측정된 결과 식사 후 30분 만에 위가 최대로 늘어났고 식 후 90분까지 그 상태가 지속되었다^{50,51)}고 한다. 또 섭취량에 따라 차이가 있지만 대략 식사 후 1시간이 지나면 50~80%정도의 음식이 위에 남아 있었고, 식후 2시간 후에도 30~60%의 음식이 위에 남아있었다고 한다.²⁸⁾ 이러한 선행연구들을 종합해 볼 때 본 연구에서는 실험식 후 시간대 별로 위비움의 정도를 직접 측정하지는 않았지만, 실험식사의 초반에 국이나 냉수를 먹을 때에는 음식물의 온도가 식사의 액체성분의 위비움에 영향을 미쳐 Cold meal의 생수가 Hot Meal의 국물보다 위를 빨리 떠남으로써, Cold Meal에서 섭취량이 17%가량 높아졌을 가능성이 있었다. 그러나 이 후 유부초밥과 불고기 등 양쪽 실험식에서 온도가 동일한 고형식을 섭취하게 되고 시간이 지남에 따라 초반 액체음식의 온도 차이가 나중에 섭취한 고형식의 위비움 정도에는 별다른 영향을 주지 못하였을 가능성이 있었다. 오히려 실험식 섭취 후의 위비움에는 국의 온도에 의한 영향보다 섭취한 음식물의 부피에 따른 영향이 있을 가능성이 있었다. Collins 등⁵²⁾은 고형식 섭취 후에 음식의 부피가 많을수록 위비움 속도가 빨랐다고 하였는데 섭취량이 상대적으로 높았던 Cold Meal이 위를 빨리 비움으로써 결국 식사가 끝난 후에 피험자들이 느끼는 만족감은 두 식

사에서 서로 다르지 않았던 것 같다.

열량 및 영양소 섭취량과 피험자들이 느끼는 만족감 사이의 관련성은 Table 9에서 보는 바와 같이 Hot Meal에서는 식전에 측정된 만족감과 단백질 및 지방섭취량 사이에 역상관관계를 보였으나 식후에 측정된 만족감과 열량 및 영양소 섭취량 간에는 상관성이 없었다. 한편 Cold meal에서는 식사 전 후에 측정된 만족감과 섭취량 간에 상관성이 없는 것으로 나타났다. 식후의 만족감은 음식의 부피와 무게에 따라 크게 좌우되며, 식후에 느끼는 식욕도 섭취열량 보다는 섭취한 음식물의 부피와 무게와 관련이 있었다^{28,53)}고 한다. 따라서 본 연구에서도 식후에 측정된 만족감과 열량 및 영양소 섭취량 사이의 상관도가 낮게 나온 것 같으며, 본 실험에서 측정하지는 않았지만, 아마도 식후의 만족감은 섭취한 음식의 부피나 무게와 보다 상관도가 높을 가능성이 있었다.

7. 식사전 후의 갈증과 섭취량과의 관련성

두 종류의 실험식 식사에서 온도가 매우 다른 300 g의 국물이나 생수를 각각 제공하였는데 Fig. 3에서와 같이 Hot Meal 후에 측정된 갈증은 식사 직후, 식사 후 30분, 60분에서 Cold meal에 비해 유의하게 높았다. 또 Hot Meal은 식사 전 후에 느끼는 갈증의 차이가 없었으나 Cold meal에서는 식후에 갈증이 유의하게 낮아졌는데, Rolls 등²²⁾

Table 9. Correlation coefficients between fullness and energy and macronutrient intake before and after the consumption of two kinds of test meals (n = 30)

Time (min)	Hot Meal				Cold Meal			
	Energy	Protein	Fat	Carbohydrate	Energy	Protein	Fat	Carbohydrate
PP	-0.34	-0.40*	-0.38*	-0.28	0.03	-0.09	-0.01	0.10
0	0.20	0.15	0.17	0.18	0.07	0.09	0.07	0.05
30	0.03	0.08	0.04	0.04	0.03	0.08	0.05	-0.01
60	-0.19	-0.19	-0.24	-0.18	-0.17	-0.14	-0.18	-0.16
90	-0.06	-0.14	-0.12	-0.05	-0.15	-0.13	-0.16	-0.12
120	-0.05	-0.14	-0.11	-0.01	-0.25	-0.19	-0.25	-0.23

PP: Preprandial, *p < 0.05, **p < 0.01

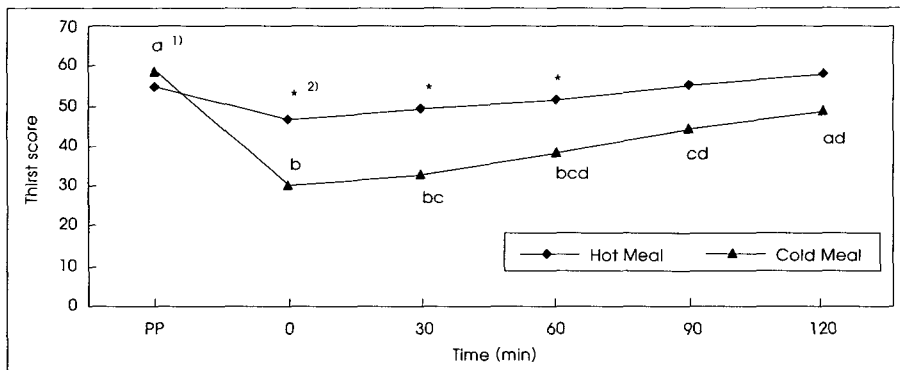


Fig. 3. Mean thirst scores measured before and after the consumption of two kinds of test meals (n = 30). PP: Preprandial. ¹⁾Means with the same letter are not significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test. ²⁾*: p < 0.05, compared with the value of Cold Meal.

Table 10. Correlation coefficients between thirst and energy and macronutrient intake before and after the consumption of two kinds of test meals (n = 30)

Time (min)	Hot Meal				Cold Meal			
	Energy	Protein	Fat	Carbohydrate	Energy	Protein	Fat	Carbohydrate
PP	0.15	-0.04	0.07	0.18	0.15	0.16	0.15	0.13
0	0.13	0.07	0.12	0.15	-0.07	-0.07	-0.07	-0.06
30	0.14	-0.00	0.07	0.12	0.11	0.08	0.10	0.13
60	0.10	-0.02	0.03	0.06	0.18	0.15	0.17	0.18
90	0.01	-0.12	-0.08	-0.03	0.22	0.14	0.19	0.24
120	0.09	-0.02	0.01	0.04	0.38*	0.34	0.37*	0.34

PP: Preprandial, *p < 0.05, **p < 0.01

도 찬 야채주스 (1°C)를 섭취한 후에 갈증이 크게 감소하였다고 하였다. 혈압을 조절하는 angiotensin II에 의해 매개되는 메카니즘에 의해 혈압이 상승하면 갈증을 덜 느낀다⁵⁴⁾고 하였는데 본 실험에서도 Cold meal 식사 직후 수축기와 이완기혈압이 모두 식전에 비해 상승하였다 (Table 6). 따라서 피험자들이 느끼는 갈증의 정도가 이 시점에 가장 낮았던 것 같다. 혈압 외에 체온도 갈증에 영향을 미쳐 일반적으로 사람은 체온 상승으로 인해 구강 내의 냉감을 느끼는 감각 수용체가 자극되거나⁵⁵⁾ 침분비 감소로 입안이 건조해지면 갈증을 느끼게 된다⁵⁶⁾고 한다. 0°C의 소금물을 마신 뒤 침분비가 증가하였으며,³⁴⁾ 온도가 낮고 신맛이 나는 음료가 입안을 촉촉하게 하고 갈증을 줄여주는데 가장 효과적이라고 하며,⁵⁶⁾ Brunstrom & Macrae²⁴⁾는 22°C보다 5°C의 냉수를 마셨을 때가 갈증 감소효과가 컸으며 갈증 감소에는 온도의 영향이 크다고 하였다. 따라서 본 실험에서도 냉수를 마신 Cold meal에서 냉수의 낮은 온도 때문에 갈증을 덜 느꼈음을 알 수 있었다.

한편 식사 전 후에 측정된 갈증과 섭취열량 및 영양소사이의 상관도를 살펴본 결과는 Table 10에서 보는 바와 같이, Hot Meal에서는 식사 섭취량과 갈증 간에는 서로 상관성이 없었다. 그러나 Cold meal에서 식후 120분에 측정된 갈증과 열량 및 지방 섭취량 간에 정상관 관계를 보여 Cold meal 섭취 후 시간이 지남에 따라 식사량이 많았던 사람들이 상대적으로 더 갈증을 느꼈음을 알 수 있다.

요약 및 결론

30명의 건강한 여대생을 대상으로 2003년 1월 20일부터 3월 3일 사이에 75°C의 뜨거운 국을 포함한 Hot Meal과 국 대신에 나물과 8°C의 생수를 포함한 Cold Meal을 제공하여 국의 온도가 식욕과 섭취량에 미치는 영향을 측정하였다. Hot Meal과 Cold Meal의 총 열량섭취량은 각각

471.3 ± 23.0 kcal과 549.6 ± 21.7 kcal이었으며, 단백질, 지방과 탄수화물 섭취량은 Hot Meal의 경우에 각각 27.2 ± 1.3 g, 13.4 ± 0.6 g, 65.1 ± 3.6 g였고 Cold Meal은 각각 30.8 ± 1.4 g, 15.2 ± 0.6 g, 75.4 ± 3.1 g으로 Cold Meal에서 약 17%가량 열량 섭취량이 높았으며, 단백질과 지방은 13%, 탄수화물은 16%정도 섭취량이 높았다.

식사 직후의 체온은 Cold Meal에 비해 Hot Meal에서 유의하게 높았으며, Hot Meal 식사 후 여러 번에 걸쳐 식후체온이 식전체온보다 유의하게 높았으나 Cold Meal에서는 식사 전 후의 체온이 달라지지 않았다. 한편, Hot Meal에서는 이완기혈압이 식전에 비해 식후 30분부터 유의하게 낮아졌고, 수축기 혈압은 달라지지 않았다. 이에 비해 Cold Meal은 식사 직후의 혈압이 식전에 비해 유의하게 높았으며 식후 30분부터 식전상태로 낮아졌다. 또 Hot Meal에서 수축기 혈압은 섭취량과 상관성이 없었지만 식후 90분의 이완기혈압은 섭취량과 역상관관계를 보였고, Cold Meal에서는 식후 60분과 90분에 수축기와 이완기혈압이 모두 열량 및 영양소 섭취량과 역상관을 보여 섭취량이 많을수록 혈압이 낮아졌다. 따라서 두 종류의 실험식사후에 체온과 혈압변화 양상이 서로 달랐음을 알 수 있었다.

또 식후 섭취량에 따른 공복감의 변화정도도 서로 달랐는데 Hot Meal에서는 식후 1시간까지 식사시 섭취한 열량 및 영양소 섭취량에 따라 공복감에 영향을 주었지만, 1시간 이후에는 식사량의 많고 적음이 피험자가 느끼는 공복감과는 상관성이 없었다. 그러나 Cold Meal에서는 식사전후에 측정된 공복감과 열량 및 영양소 섭취량간에 서로 상관성이 없는 것으로 나타나 정상적인 공복감이 교란되었을 가능성이 있었다.

결론적으로 Hot Meal보다 Cold Meal에서 열량 및 영양소 섭취량이 많았는데 이것은 Cold Meal에 의해 공복감이 교란되었기 때문이었다.

Literature cited

- 1) Marmonier C, Chapelot D, Louis-Sylvestre J. Effects of macronutrient content and energy density of snacks consumed in a satiety state on the onset of the next meal. *Appetite* 34(2): 161-168, 2000
- 2) Latner JD, Schwartz M. The effects of a high-carbohydrate, high-protein or balanced lunch upon later food intake and hunger ratings. *Appetite* 33(1): 119-128, 1999
- 3) Blundell JE, Burley VJ, Cotton JR, Lawton CL. Dietary fat and the control of energy intake: evaluating the effects of fat on meal size and postmeal satiety. *Am J Clin Nutr* 57(5 Suppl): 772S-777S, 1993
- 4) Woodend DM, Anderson GH. Effect of sucrose and safflower oil preloads on short term appetite and food intake of young men. *Appetite* 37: 185-195, 2001
- 5) Porrini M, Crovetti R, Riso P, Santangelo A, Testolin G. Effects of physical and chemical characteristics of food on specific and general satiety. *Physiol Behav* 57(3): 461-468, 1995
- 6) Santangelo A, Peracchi M, Conte D, Fraquelli M, Porrini M. Physical state of meal affects gastric emptying, cholecystokinin release and satiety. *Br J Nutr* 80: 521-527, 1998
- 7) Weiner K, Graham LS, Reedy T, Elashoff J, Meyer JH. Simultaneous gastric emptying of two solid foods. *Gastroenterology* 81(2): 257-266, 1981
- 8) Bateman DN. Effects of meal temperature and volume on the emptying of liquid from the human stomach. *J Physiol* 331: 461-467, 1982
- 9) Verhagen MAMT, Luijk HD, Samsom M, Smout AJPM. Effect of meal temperature on the frequency of gastric myoelectrical activity. *Neurogastroenterol Mot* 10(2): 175-181, 1998
- 10) Bertrais S, Galan P, Renault N, Zarebska M, Preziosi P, Hercberg S. Consumption of soup and nutritional intake in French adults: consequences for nutritional status. *J Hum Nutr Dietet* 14: 121-128, 2001
- 11) Rolls BJ, Fedoroff IC, Guthrie JF, Laster LJ. Foods with different satiating effects in humans. *Appetite* 15(2): 115-126, 1990
- 12) Spiegel TA, Hubert CD, Fried H, Peikin SR, Siegel JA, Zeiger LS. Contribution of gastric and postgastric feedback to satiation and satiety in women. *Physiol Behav* 62(5): 1125-1136, 1997
- 13) Kissileff HR, Gruss LP, Thornton J, Jordan HA. The satiating efficiency of foods. *Physiol Behav* 32(2): 319-332, 1984
- 14) Himaya A, Louis-Sylvestre J. The effect of soup on satiation. *Appetite* 30(2): 199-210, 1998
- 15) Cecil JE, Francis J and Read NW. Comparison of the effects of a high-fat and high-carbohydrate soup delivered orally and intragastrically on gastric emptying, appetite, and eating behaviour. *Physiol Behav* 67(2): 299-306, 1999
- 16) 이규태. 한국인의 버릇2 (살리고 싶은 버릇), pp.156-161, 신원문화사, 서울, 1994
- 17) Dye L, Blundell JE. Menstrual cycle and appetite control: implications for weight regulation. *Hum Reprod* 12(6): 1142-1151, 1997
- 18) de Castro JM. The interactions of fluid and food intake in the spontaneous feeding and drinking patterns of rats. *Physiol Behav* 45(5): 861-870, 1989
- 19) Poppitt SD, McCormack D, Buffenstein R. Short-term effects of macronutrient preloads on appetite and energy intake in lean women. *Physiol Behav* 64(3): 279-285, 1998
- 20) Sawaya AL, Fuss PJ, Dallal GE, Tsay R, McCrory MA, Young V, Roberts SB. Meal palatability, substrate oxidation and blood glucose in young and older man. *Physiol Behav* 72: 5-12, 2001
- 21) Yeomans MR. Palatability and the micro-structure of feeding in humans: the appetizer effect. *Appetite* 27: 119-133, 1996
- 22) Rolls BJ, Fedoroff IC, Guthrie JF, Laster LJ. Effects of temperature and mode of presentation of juice on hunger, thirst and food intake in humans. *Appetite* 15: 199-208, 1990
- 23) Brunstrom JM, Macrae AW. Effects of temperature and volume on measures of mouth dryness, thirst and stomach fullness in males and females. *Appetite* 29: 31-42, 1997
- 24) Bray GA. Pathophysiology of obesity. *Am J Clin Nutr* 55: 488S-494S, 1992
- 25) Lee RD, Nieman DC. Nutritional assessment., pp.361-363, Mosby, St. Louis, 1996
- 26) Notivol R, Carro I, Cano L, Estorch M, Vilardell F. Gastric emptying of solid and liquid meals in healthy young subjects. *Scand J Gastroenterol* 19(8): 1107-1113, 1984
- 27) Collins PJ, Houghton LA, Read NW, Horowitz M, Chatterton BE, Heddl R, Dent J. Role of the proximal and distal stomach in mixed solid and liquid meal emptying. *Gut* 32: 615-619, 1991
- 28) Moore JG, Christian PE, Brown JA, Brophy C, Datz F, Taylor A, Alazraki N. Influence of meal weight and caloric content on gastric emptying of meals in man. *Dig Dis Sci* 29(6): 513-519, 1984
- 29) Ritschel WA, Erni W. The influence of temperature of ingested fluid on stomach emptying time. *Int J Clin Pharmacol Biopharm* 15(4): 172-175, 1977
- 30) Porrini M, Santangelo A, Crovetti R, Riso P, Testolin G, Blundell JE. Weight, protein, fat, and timing of preloads affect food intake. *Physiol Behav* 62(3): 563-570, 1997
- 31) Taieb EI Ouazzani. Thermoreceptors in the digestive tract and their role. *J of the Autonomic Nervous System* Vol 10(3-4): 246-254, 1984
- 32) Villanova N, Azpiroz F, Malagelada JR. Perception and gut reflexes induced by stimulation of gastrointestinal thermoreceptors in humans. *J Physiol* 502(Pt 1): 215-222, 1997
- 33) Daanen HAM, Van de Linde FJG, Romet TT, Ducharme MB. The effect of body temperature on the hunting response of the middle finger skin temperature. *Eur J Appl Physiol* 76(6): 538-543, 1997
- 34) Pangborn PM, Chrisp RB, and Bertolero LL. Gustatory, salivary, and oral thermal responses to solutions of sodium chloride at four temperatures. *Perception & Psychophysics* Vol 8(2): 69-75, 1970
- 35) Shi X, Bartoli W, Horn M, Murray R. Gastric emptying of cold beverages in humans: effect of transportable carbohydrates. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 10(4): 394-403, 2000
- 36) Sun WM, Houghton LA, Read NW, Grundy DG, Johnson AG. Effect of meal temperature on gastric emptying of liquids in man. *Gut* 29(3): 302-305, 1988
- 37) Kuipers HM, Jansenn RW, Peeters TL, Hoefnagels WH. The

- influence of food temperature on postprandial blood pressure reduction and its relation to substance-P in healthy elderly subjects. *J Am Geriatr Soc* 39(2) : 181-184, 1991
- 38) Fagan TC, Sawyer PR, Gourley LA, Lee JT, Gaffney TE. Postprandial alterations in hemodynamics and blood pressure in normal subjects. *Am J Cardiol* 58(7) : 636-641, 1986
- 39) Jones KL, Tonkin A, Horowitz M, Wishart JM, Carney BI, Guha S, Green L. Rate of gastric emptying is a determinant of postprandial hypotension in non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Clin Sci* 94 : 65-70, 1998
- 40) Berry MK, Russo A, Wishart JM, Tonkin A, Horowitz M, Jones KL. Effect of solid meal on gastric emptying of, and glycemic and cardiovascular responses to, liquid glucose in older subjects. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 284(4) : G655-G662, 2003
- 41) Mathias CJ. Effect of food intake on cardiovascular control in patients with impaired autonomic function. *J Neurosci Methods* 34(1-3) : 193-200, 1990
- 42) Scott EM, Greenwood JP, Vacca G, Stoker JB, Gilbey SG, Mary DASG. Carbohydrate ingestion, with transient endogenous insulinaemia, produces both sympathetic activation and vasodilatation in normal humans. *Clin Sci* 102 : 523-529, 2002
- 43) Jansen RW, Hoefnagels WH. Postprandial blood pressure reduction. *Neth J Med* 37(1-2) : 80-88, 1990
- 44) Qamar MI, Read AE. Effects of ingestion of carbohydrate, fat, protein, and water on the mesenteric blood flow in man. *Scand J Gastroenterol* 23(1) : 26-30, 1988
- 45) Puvi-Rajasingham S, Mathias CJ. Effect of meal size on postprandial blood pressure and on postural hypotension in primary autonomic failure. *Clin Auton Res* 6(2) : 111-114, 1996
- 46) Wells AS, Read NW, Uvnas-Moberg K, Alster P. Influences of fat and carbohydrate on postprandial sleepiness, mood, and hormones. *Physiol Behav* 61(5) : 679-686, 1997
- 47) McArthur KE, Feldman M. Gastric acid secretion, gastrin release, and gastric emptying in humans as affected by liquid meal temperature. *Am J Clin Nutr* 49(1) : 51-54, 1989
- 48) Spiegel TA, Kaplan J M, Alavi A, Kim PSY, Tse KKM. Effects of soup preloads on gastric emptying and fullness ratings following an egg sandwich meal. *Physiol Behav* 56(3) : 571-575, 1994
- 49) Fisher RS, Malmud LS, Bandini P, Rock E. Gastric emptying of a physiologic mixed solid-liquid meal. *Clin Nucl Med* 7 : 215-221, 1982
- 50) Benini L, Sembenini C, Heading RC, Giorgetti PG, Montemezzi S, Zamboni M, Di Benedetto P, Brighenti F, Vantini I. Simultaneous measurement of gastric emptying of a solid meal by ultrasound and by scintigraphy. *Am J Gastroenterol* 94(10) : 2861-2865, 1999
- 51) Feinle C, Christen M, Grundy D, Faas H, Meier O, Otto B, Fried M. Effects of duodenal fat, protein or mixed-nutrient infusions on epigastric sensations during sustained gastric distension in healthy humans. *Neurogastroenterol Mot* 14 : 205-213, 2002
- 52) Collins PJ, Horowitz M, Maddox A, Myers JC, Chatterton BE. Effects of increasing solid component size of a mixed solid/liquid meal on solid and liquid gastric emptying. *Am J Physiol* 271 (Gastrointest Liver Physiol 34) : G549-G554, 1996
- 53) Gray RW, French SJ, Robinson TM, Yeomans MR. Dissociation of the effects of preload volume and energy content on subjective appetite and food intake. *Physiol Behav* 76 : 57-64, 2002
- 54) Stricker EM, Huang W, Sved AF. Early osmoregulatory signals in the control of water intake and neurohypophyseal hormone secretion. *Physiol Behav* 76 : 415-421, 2002
- 55) Eccles R. Role of cold receptors and menthol in thirst, the drive to breathe and arousal. *Appetite* 34 : 29-35, 2000
- 56) Brunstrom JM. Effects of mouth dryness on drinking behavior and beverage acceptability. *Physiol Behav* 76 : 423-429, 2002