J Korean Soc Food Sci Nutr
40(6), 809~817(2011)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2011.40.6.809

다시마 분말과 밥을 이용한 햄버거 패티가 식후 혈당과 혈중 지질 농도에 미치는 영향

오현경[1] · 임현숙[1,2†]

[1]전남대학교 식품영양학과
[2]전남대학교 생활과학연구소

Effects of Hamburger Patties Added Sea Tangle (*Laminaria japonica*) Powder and/or Cooked Rice on Postprandial Blood Glucose and Lipid Levels

Hyun-Kyung Oh[1] and Hyeon-Sook Lim[1,2†]

[1]Dept. of Food and Nutrition and [2]Human Ecology Research Institute, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract

This study was performed to determine the effects of hamburger patties added sea tangle powder and/or cooked rice on postprandial plasma glucose and lipid levels. Four patties were prepared; one control patty (C) and three experimental patties (L, LⅠ, and LⅡ). L was the patty with sea tangle powder substituted for 2.5% of meat while LⅠ and LⅡ were the patties with cooked rice containing sea tangle powder substituted for 25% and 50% of meat, respectively. Ten healthy women voluntarily participated in the clinical test. Plasma glucose and lipid levels were measured at 0, 30, 60, 90, 120, 180, and 240 minutes after consuming each of the four patties. After consuming L, LⅠ, or LⅡ, changes in area under curve (⊿-AUCs) of plasma glucose, triglyceride, total cholesterol, and LDL-cholesterol were significantly lower than that after consuming C. However, ⊿-AUCs of plasma HDL-cholesterol after consuming L, LⅠ, or LⅡ were significantly higher than that after consuming C. These results indicate that the patty substituted with 2.5% sea tangle powder for meat might improve blood glucose concentration, whereas patties substituted with cooked rice containing 25% or 50% sea tangle powder might ameliorate plasma lipid profiles.

Key words: sea tangle, *Laminaria japonica*, rice, hamburger patty, Δ-AUC

서 론

산업화와 국제화에 따른 식문화의 서구화 현상은 패스트푸드의 이용을 증가시키고 있다. 햄버거를 예로 들면, 1973년에 처음 소개되었으나 햄버거 전문점이 증가하면서 소비량이 꾸준하게 늘고 있다(1). 이로 인해 햄버거용 패티류의 생산량 또한 늘어나는 추세이다(2).

햄버거용 패티류는 대부분 쇠고기, 돼지고기 또는 닭고기 등 육류를 주재료로 하여 제조된다. 그러므로 이들 식품의 섭취 증가는 열량을 비롯해 지질, 특히 포화지방과 콜레스테롤의 과다 섭취를 가져온다. 이러한 요인들은 비만이나 당뇨병 또는 동맥경화증 등 성인병 발생의 위험인자이다(3). 우리나라는 물론 이들 성인병의 유병률이 증가하는 것은 국제적인 현상이다(4).

햄버거는 신속성과 편리성 그리고 높은 기호성의 장점을 지니나 위와 같은 영양적 특성이 단점으로 지적되고 있다. 이를 해결하고자 최근에는 건강지향적인 햄버거 제품을 개발하기 위해 많은 연구들이 수행되고 있다. 즉 한약재(5)나 로즈마리(6) 추출분말, 화분(7), 복분자 추출물(8) 또는 조릿대 잎 추출물(9)을 첨가한 패티 개발이 시도되었다.

다시마에는 라미나린(laminarin), 후코이단(fucoidan), 알긴산(alginic acid) 등의 조류 식이섬유가 31~37% 정도 함유되어 있다(10). 이들 식이섬유는 장내에서 유해 미생물의 증식을 억제하고 비피도 박테리아나 젖산균 등 유익균의 증식을 촉진함으로써 결장 내 환경을 개선하고(11), 변비를 예방하며(12,13), α-amylase의 활성을 저해하여 탄수화물의 소화·흡수 속도를 늦추는(14) 등 여러 가지 생리작용을 수행한다. 다시마가 혈장 콜레스테롤 농도를 내리고(15), 혈당을 낮추며(10), 혈압을 떨어뜨리고(16), 중금속을 배출하는(17) 등의 효과를 발휘하는 것은 주로 이들 식이섬유의 작용일 것이라 이해된다. 다시마를 주원료로 하여 개발한 생 다시마 차와 생 다시마 음료가 만성기능성 변비를 개선하는 잠재적

†Corresponding author. E-mail: limhs@chonnam.ac.kr
Phone: 82-62-530-1332, Fax: 82-62-530-1339

효능을 나타낸다는 점도 확인되었다(18).

다시마는 우리나라 근해에서 다량 생산되고 있어 가공식품의 원료나 생물자원으로서의 개발 잠재력이 무한하다. 그러나 아직까지 다시마는 조미 재료로써 제한적으로 이용되어 왔다. 최근에 들어서야 다시마의 생리활성을 적극 활용하기 위하여 다시마 묵(19), 다시마 고추장(20), 다시마 설기떡(21) 등 다양한 제품을 개발하고자 하는 연구들이 진행되고 있다. 그러나 아직 다시마를 패스트푸드용 식자재로 활용하고자 하는 시도는 없었다.

한국인의 쌀 섭취량은 1980년대 이후 현저하게 감소하는 추세를 보인다(22). 이는 패스트푸드의 소비 증가와 무관하지 않다. 전통식의 섭취를 촉진하는 방안도 쌀 소비를 증대할 수 있을 것이나 소비자가 선호하는 음식, 즉 패스트푸드에 쌀을 활용하는 방안도 효과적일 것이다. 햄버거 패티에 조릿대 잎 추출물과 함께 밥을 첨가한 연구결과, 육류의 25%을 밥으로 대체한 패티의 품질특성이 우수하였고, 가열감소율이 낮아졌으며, 관능성이나 기호성은 저하되지 않았다(9). 또한 육류를 밥으로 대체하면 패티의 열량과 지방, 특히 포화지방과 콜레스테롤 함량이 낮아지므로 패티의 영양적 문제점 해결에 직접적으로 도움이 된다(23).

그러므로 본 연구에서는 패티 재료의 육류 일부를 다시마 분말 또는 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체하는 경우 이들 패티가 식후 혈당과 혈중 지질 농도를 개선하는 효과를 나타내는지 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

패티의 제조

재료: 본 실험에 사용한 다시마 분말은 시중에서 판매되는 건 다시마(완도산)를 사용하였으며, 쌀은 굿모닝쌀(담양산)을 이용하였다. 패티의 표준재료인 계육 가슴살, 돈육 후지, 마늘, 소금, 설탕, 후추, 빵가루, 대두유는 시중에서 구입하였다.

다시마 분말 제조: 시중에서 구입한 건 다시마를 흐르는 물에 씻어 염분을 제거하였고, 풍건했으며, 믹서(Kitchen Aid Co., Greensville, OH, USA)를 이용해 분쇄한 후, 100 mesh-체를 통과시켜 다시마 분말을 제조하였다.

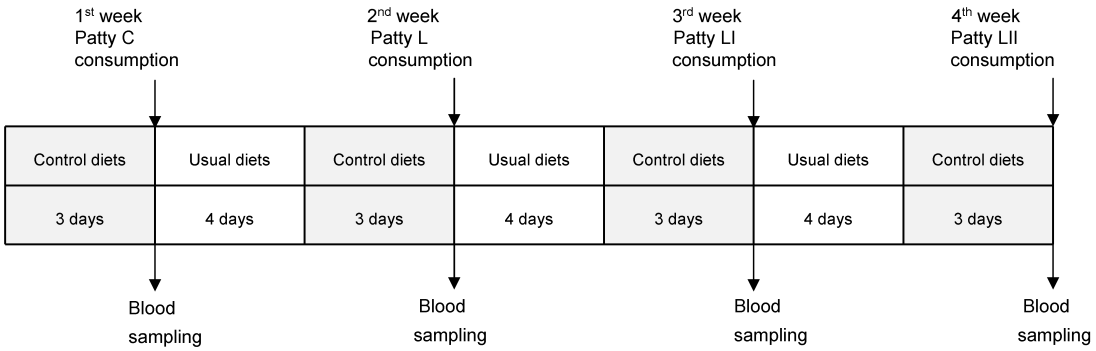
다시마 분말을 첨가한 밥 제조: 쌀 100 g에 다시마 분말 2 g와 물 150 g를 넣어 가스레인지(GOR 7200 GV, Tong Yang Magic Co., Hwasung, Korea)를 열원으로 하여 압력솥(pspc 20C, Pungnyun Pressure Cooker Co., Ansan, Korea)을 이용해 취반하였다. 다시마 분말 함량은 밥의 5% (w/w)이었다.

패티의 일반성분, 나트륨 및 콜레스테롤 함량 분석: 제조된 패티의 일반성분은 AOAC 방법(24)에 따라 조단백질은 Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet법으로 그리고 회분은 직접회화법으로 정량하였다. 콜레스테롤은 식품공전(25)에 의하여 Gas Chromatography(GC/MS5907, Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 이용해 분석하였다. 나트륨 함량은 시료를 HNO_3 matrix(시료 5 g+질산 6 mL+과산화수소 1 mL)로 분해한 후 ICP-AES(IRIS-AP, Thermo Jarrell Ash Co., Boston, MA, USA)를 이용하여 power 1.15 kw, auxiliary flow 0.50 L/min, nebulizer flow 25.0 PSI, wave length 590 nm 조건에서 분석하였다.

인체시험

연구대상자: 연구대상자는 뚜렷한 질환이 없는 20대의 건강한 성인여성 중에서 본 연구의 취지와 내용을 충분히 이해하고 자발적인 참여의사를 문서로 제출한 10명으로 하였다.

시험설계: 인체시험을 네 종류의 패티에 대해 각각 한 주에 한 종류씩 시행하여 총 4주에 걸쳐 수행하였다(Fig. 1). 매 주마다 첫 사흘 동안은 조절식사(control diets)를 섭취하



Period (week)	Experimental group	Subject number	Treatment
1	C	10	200 g of patty C
2	L	10	200 g of patty L
3	L I	10	200 g of patty L I
4	L II	10	200 g of patty L II

Fig. 1. Experimental scheme. Abbreviations of L, L I, and L II are the same as in Table 1.

도록 하였고, 나흘째 되는 날 공복 혈액을 채취하고 나서 바로 각각의 패티 200 g를 섭취하게 한 후 30분, 60분, 120분, 180분 및 240분에 채혈하였다. 이날 점심부터 나흘간은 일상식사를 섭취하도록 허용하였다.

조절식사: 매 주마다 패티를 섭취하기 전 사흘 동안 연구대상자들에게 영양적으로 균형 잡힌 동일한 식사를 제공함으로써 시험 전 식사가 혈당과 혈장 지질 농도에 미치는 영향을 가능한 한 동일하게 하고자 하였다. 조절식사는 에너지와 단백질 및 지질을 비롯한 영양소 함량을 한국인 영양섭취기준(26)에 따라 구성하였다. 조절식사의 조리와 배식은 연구자의 관리 하에 실시하였으며, 일정한 장소에서 일정한 시간(아침 8:30, 간식 10:30, 점심 12:30, 저녁 5:30)에 섭취하도록 하였다. 다만 물은 임의로 마시도록 허용하였다.

채혈 및 혈액 분석: 매 주마다 패티를 섭취하기 직전(0분)과 섭취 후 30분, 60분, 90분, 120분, 180분 및 240분에 정맥에서 10 mL 정도의 혈액을 채혈했다. 채혈 직후 3,000 rpm에서 15분간 원심·분리하여 혈장을 분리하였고, 이를 분주하여 -70°C에 냉동·보관하면서 분석에 사용하였다. 건식전자동 생화학분석기(Fuji Dry-Chem 3500s, Fuji Photo Film, Tokyo, Japan)를 이용하여 혈당과 혈장의 중성지방, 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도를 분석하였다. LDL-콜레스테롤 농도는 아래의 방정식을 이용해 산출하였다. 한편 혈당과 이들 지질 농도가 각각의 공복 농도에서 각 패티를 섭취한 후 240분까지 변화된 값을 반응면적의 변화(change in area under curve: Δ-AUC)로 나타냈으며, Δ-AUC는 아래의 방정식으로 산출하였다(27).

$$\text{LDL-cholesterol} = \text{Total cholesterol} - (\text{HDL-cholesterol} + \text{Triglyceride}/5)$$

$$\Delta\text{-AUC} = 0.25\{\text{공복 측정치} + 2(\text{30분 측정치} + \text{60분 측정치} + \text{90분 측정치}) + \text{120분 측정치} + \text{240분 측정치}\}$$

통계처리

통계처리는 SPSS program(12 version)을 이용하였다(28). 모든 측정 항목의 평균과 표준편차를 구하였다. 시간대별 평균의 차이는 일원분산분석(one-way ANOVA)으로 유의성을 확인한 후 Duncan의 다중검정법으로 사후검정을 시행하였다. 네 패티 간 평균의 차이는 반복측정 ANOVA로 유의성을 확인하고 사후검증은 동일한 방법으로 시행하였다. 모든 유의수준은 $p<0.05$로 판정하였다.

결과 및 고찰

패티의 일반성분, 나트륨 및 콜레스테롤 함량

패티 네 종류의 일반성분, 나트륨 및 콜레스테롤 함량은 Table 1과 같았다. 표준패티 재료 중 육류의 일부를 다시마 분말 또는 동 분말을 함유한 밥으로 대체한 결과, 일반성분과 나트륨 및 콜레스테롤 함량에 유의성 있는 변화가 나타났다. 실험패티 세 종류 모두 수분 함량이 표준패티에 비해 높았으며, LⅠ과 LⅡ가 L보다 더 높았다. 탄수화물 함량은 표준패티와 비교해 L은 낮은 반면에 LⅠ과 LⅡ는 높았으며 특히 LⅡ는 18.7%로 현저히 높았다. 조단백 함량은 L은 표준패티와 다르지 않았으나 LⅠ과 LⅡ는 낮았으며, LⅡ는 LⅠ보다 더 낮았다. 조지방 함량은 표준패티에 비해 세 실험패티 모두 낮았는바, LⅠ과 LⅡ의 조지방 함량 감소는 각각 20.3%와 34.2%로 현저했다. 콜레스테롤 함량도 조지방과 마찬가지로 표준패티에 비해 세 실험패티 모두 낮았으며, LⅠ과 LⅡ의 콜레스테롤 함량 저하는 각각 52.7%와 57.2%로 상당했다. 조회분 함량은 표준패티에 비해 LⅠ은 낮았으나 L과 LⅡ는 높았으며, L이 LⅡ보다 더 높았다. 나트륨 함량은 표준패티에 비해 세 실험패티 모두 높았으며, LⅡ가 LⅠ보다 더 높았고, L이 LⅡ보다 더 높았다.

이러한 결과는 예측한 바와 같았다. L에서 보인 일반성분과 나트륨 및 콜레스테롤 함량의 변화는 패티 재료 중 육류의 2.5%를 수분 흡착력이 높고 나트륨을 비롯해 회분 함량이 상당하며 지방이나 콜레스테롤을 함유하지 않는 다시마 분말로 대체했기 때문이었다. 한편 LⅠ과 LⅡ에서 보인 변화는 육류의 25% 또는 50%를 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체하였으므로, 위에서 언급한 다시마 분말의 영향과 함께 육류에 비해 상대적으로 수분과 탄수화물 함량은 높고 단백질과 지방 및 콜레스테롤 함량이 낮은 밥의 영향이었다.

Table 1. Composition of moisture, carbohydrate, crude protein, crude fat, crude ash, cholesterol, and sodium of the patties

	Control	L	LⅠ	LⅡ
Moisture (g/100 g)	61.9±0.4^{c}	63.6±0.5^{b}	64.5±0.0^{a}	64.3±0.2^{a}
Carbohydrate (g/100 g)	10.1±0.0^{c}	8.8±0.0^{d}	13.3±0.0^{b}	18.7±0.0^{a}
Crude protein (g/100 g)	18.2±0.0^{a}	18.0±0.0^{a}	14.1±0.1^{b}	9.8±0.0^{c}
Crude fat (g/100 g)	7.9±0.0^{a}	7.4±0.0^{b}	6.3±0.0^{c}	5.2±0.0^{d}
Crude ash (g/100 g)	1.9±0.0^{c}	2.3±0.0^{a}	1.8±0.0^{d}	2.0±0.0^{b}
Cholesterol (mg/100 g)	53.3±0.1^{a}	51.5±0.1^{b}	25.2±0.1^{c}	22.8±0.1^{d}
Na (mg/100 g)	318.8±0.0^{d}	357.3±0.0^{a}	339.1±0.0^{c}	351.3±0.0^{b}

Values are mean±standard deviation.
Values with different superscripts (a-d) in the same row are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
L: Patty L, which substituted 2.5% of meat with sea tangle powder.
LⅠ: Patty LⅠ, which substituted 25% of meat with cooked rice containing sea tangle powder.
LⅡ: Patty LⅡ, which substituted 50% of meat with cooked rice containing sea tangle powder.

Table 2. Percent changes of plasma glucose concentration in time interval

	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
C	12.8±19.6^{aB}	6.8±10.1^{bAB}	12.2±6.5^{abA}	17.7±6.4^{aA}	18.4±9.7^{aA}
L	-2.8±5.2^{aB}	-1.6±8.3^{aB}	-1.1±8.2^{aB}	2.0±3.8^{aBC}	3.3±4.3^{aBC}
L Ⅰ	33.7±15.1^{aA}	-6.1±14.4^{cB}	5.8±16.7^{bcAB}	10.5±17.6^{bAB}	12.1±18.6^{bAB}
L Ⅱ	38.6±21.5^{aA}	18.6±21.5^{abA}	1.4±12.0^{bcAB}	-0.9±6.8^{bcC}	-2.6±6.1^{cC}

Values are mean±standard deviation.
Values with different superscripts in the same row (a-c) and column (A-C) are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
Abbreviations of L, L Ⅰ, and L Ⅱ are the same as in Table 1.

연구대상자의 일반사항

연구대상자의 연령은 22.2±1.0세이었고, 신장은 160.9±2.9 cm이었으며, 4주에 걸친 인체시험의 시작 전과 후의 체중은 각각 51.0±6.2 kg과 51.1±6.1 kg이었고, BMI는 각각 19.7±2.3 kg/m^{2}과 19.7±2.3 kg/m^{2}이었다. 신장, 체중, BMI 모두 정상 범위에 속했으며 인체시험 전과 후에 유의적인 차이가 없었다. 연구대상자들은 모두 시험기간 동안 주어진 조절식사에 잘 적응하였으며 시험 절차에 무리 없이 순응하였다.

혈장 포도당 농도

공복 시와 비교해 각 패티를 섭취한 후 30분부터 240분까지의 혈당 수준의 변화는 Table 2와 같았다. 공복혈당은 조절식사를 제공했음에도 불구하고 시험 차수에 따라 76.3~88.9 mg/dL로 다소 달랐으며 대상자 간에도 달랐다. 그러나 유의성 있는 차이는 아니었고 모두 정상 범위이었다. 각각의 패티를 섭취한 후 혈당은 다양한 반응을 보였다. C의 경우 섭취 30분 후 혈당이 공복혈당보다 12.8% 상승해 유의성 있게 높아졌고 240분까지 높은 수준이 유지되었으며 240분의 혈당 농도는 공복혈당보다 18.4% 높았다. 그러나 L은 섭취 후 240분까지 전혀 유의한 변화 없이 공복혈당 수준이 그대로 유지되었다. L Ⅰ의 경우는 섭취 30분 후 혈당이 공복혈당보다 33.7% 상승해 유의하게 높아졌으나, 60분 후에는 공복혈당 수준을 회복했고 이후 240분까지 회복된 수준이 유지되었다. L Ⅱ는 섭취 30분 후 혈당이 공복혈당보다 38.6% 상승해 유의성 있게 올라갔고 상승된 수준이 60분까지 유지되었으나 120분에는 공복혈당 수준으로 회복되었고 240분까지 회복된 수준이 유지되었다.

이러한 결과, 각각의 패티를 섭취한 후 240분까지 혈당 농도의 Δ-AUC는 Fig. 2와 같았다. L Ⅰ 또는 L Ⅱ를 섭취했을 때의 Δ-AUC는 C를 섭취했을 때와 다르지 않게 크게 증가했다. 그러나 L은 Δ-AUC의 감소를 가져왔다. 즉 육류의 2.5%가 다시마 분말로 대체된 L은 섭취 후 240분까지 혈당을 전혀 올리지 않는다는 점을 확인해 주었다.

L이 보인 이러한 본 연구결과는 다시마 분말이 혈당 상승을 억제하는 효과가 강력하다는 점을 보여준다. 수용성이든 불용성이든 식이섬유가 건강한 사람에서나 당뇨병 환자에서나 인슐린 요구량을 감소시키고 혈당을 개선한다는 점은 잘 알려져 있다(29). 특히 스트렙토조토신(streptozotocin) 처리로 당뇨가 유발된 흰쥐에 다시마를 보충·급여한 결과

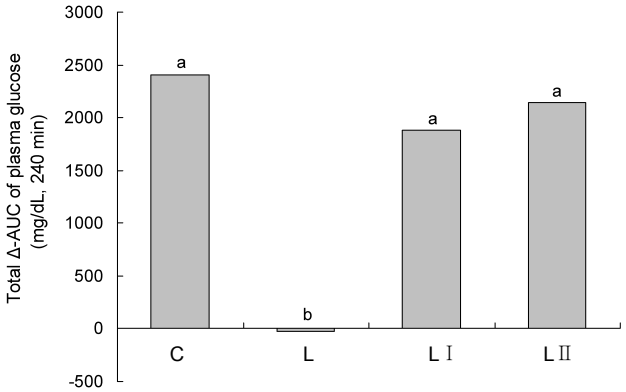


Fig. 2. Total Δ-AUC (change in area under curve) of plasma glucose concentration after consuming each patty. There are significant differences among the 4 groups by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p<0.05$. Abbreviations of L, L Ⅰ, and L Ⅱ are the same as in Table 1.

혈당 강하 등 당뇨병 증상을 개선하는 효과가 나타났다는 점(30)은 다시마를 함유한 패티가 긍정적인 혈당 반응을 보인 본 연구결과를 지지해준다. 식이섬유는 소장에서 포도당의 확산을 저해하여 포도당의 흡수속도를 낮춘다고 알려져 있다(31). 이에 관한 기전으로 점성 식이섬유가 장 내에서 겔 매트릭스(gel matrix)를 형성해 포도당과 흡착하는 trapping effect로 설명된다(32). 이외에 다시마가 α-amylase 활성을 저해한다는 증거(14) 또한 본 연구결과를 뒷받침한다. α-Amylase의 활성이 떨어지면 탄수화물의 가수분해력이 감소해 혈당 반응이 개선된다. 다시마에는 라미나린, 후코이단, 알긴산 등의 조류 식이섬유가 다량 함유되어 있는 점(10)을 생각할 때, 혈당반응이 L에 의해 뚜렷하게 개선된 본 연구결과는 다시마 분말에 함유된 식이섬유에 의한 영향이라고 결론지을 수 있겠다.

한편 L Ⅰ과 L Ⅱ가 보인 결과는, 패티 재료 중 육류의 25% 또는 50%를 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체함으로써 패티 내 탄수화물 함량이 높아졌음에도 불구하고(23) C에 비해 혈당 반응이 나쁘지 않다는 점을 증명한다. 그러나 L이 보인 혈당 개선 효과가 L Ⅰ과 L Ⅱ에서 상쇄된 점은 역시 탄수화물 함량이 크게 증가된 때문이었을 것이라고 이해된다.

혈장 지질 농도

중성지방: 공복 시와 비교해 각 패티를 섭취한 후 30분부터 240분까지의 혈장 중성지방 농도의 변화는 Table 3과 같

Table 3. Percent changes of plasma triglyceride concentration in time interval

	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
C	-7.2 ± 28.5^{bA}	-15.6 ± 11.5^{bAB}	4.0 ± 14.9^{ab}	18.6 ± 19.3^{aA}	23.1 ± 27.0^{aA}
L	-21.1 ± 9.1^{bAB}	-25.7 ± 9.4^{bB}	8.5 ± 40.6^{a}	15.1 ± 20.9^{aA}	23.4 ± 23.2^{aA}
L Ⅰ	-27.7 ± 20.5^{bB}	-27.7 ± 22.6^{bB}	-9.9 ± 27.0^{ab}	4.9 ± 24.3^{aAB}	3.9 ± 25.8^{aAB}
L Ⅱ	-26.5 ± 8.5^{abA}	-28.7 ± 9.1^{bA}	-20.6 ± 13.5^{ab}	-14.4 ± 15.7^{aB}	-14.2 ± 17.6^{aB}

Values are mean±standard deviation.
Values with different superscripts in the same row (a,b) and column (A,B) are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
Abbreviations of L, L Ⅰ, and L Ⅱ are the same as in Table 1.

았다. 공복 시의 중성지방 농도는 시험 차수에 따라 59.8~95.1 mg/dL로 다소 차이가 있었고 대상자 간에도 차이가 있었다. 그러나 유의성 있는 차이는 아니었고 모두 정상 범위이었다. 각각의 패티를 섭취한 후 혈장 중성지방 농도는 다양한 반응을 보였다.

C의 경우 섭취 30분 후에 혈장 중성지방 농도가 공복 시보다 7.2%로 떨어졌고, 60분에는 더 저하되었으나 120분에는 공복 농도를 상회했고 240분에는 23.1% 상승했다. 그러나 시간 경과에 따른 유의한 차이는 없었다. 세 시험패티는 모두 섭취 30분 후에 혈장 중성지방 농도가 공복 시보다 21.1 내지 27.7% 저하해 유의하게 낮아졌고 이 추세는 60분까지 유지되다가 120분에 점차 회복되었다. 회복 정도는 패티마다 달랐는데, L은 120분의 혈장 중성지방 농도가 공복 시보다 8.5%, 180분에는 15.1% 그리고 240분에는 23.4% 높았다. 한편 L Ⅰ은 120분에 혈장 중성지방 농도가 상승세로 반전했으나 여전히 공복 시보다 9.9% 낮은 상태였다가 180분에는 4.9% 높았고 240분까지 큰 변화 없이 3.9% 높은 농도를 유지했다. L Ⅱ는 120분 이후 혈장 중성지방 농도가 상승세로 반전했으나 여전히 공복 시보다 20.6% 낮은 상태였고 180분과 240분에도 여전히 14.4%와 14.2% 낮은 수준을 유지했다.

이러한 결과, 각각의 패티를 섭취한 후 240분 간 혈장 중성지방 농도의 Δ-AUC는 Fig. 3과 같았다. C를 섭취했을 때는 Δ-AUC가 증가했는데 반해 세 시험패티의 경우는 모두 감소했다. 그러나 L은 감소의 정도가 적어 L Ⅰ과 L Ⅱ만 C와 유의성 있는 차이를 보였다. 이러한 결과는 C는 혈장 중성지방 농도를 높이는데 반해 육류의 2.5%를 다시마 분말로 대체한 L은 혈장 중성지방 농도를 공복 농도 이상으로 증가시키지 않으며, 육류의 25% 또는 50%를 다시마 분말을 함유한 밥으

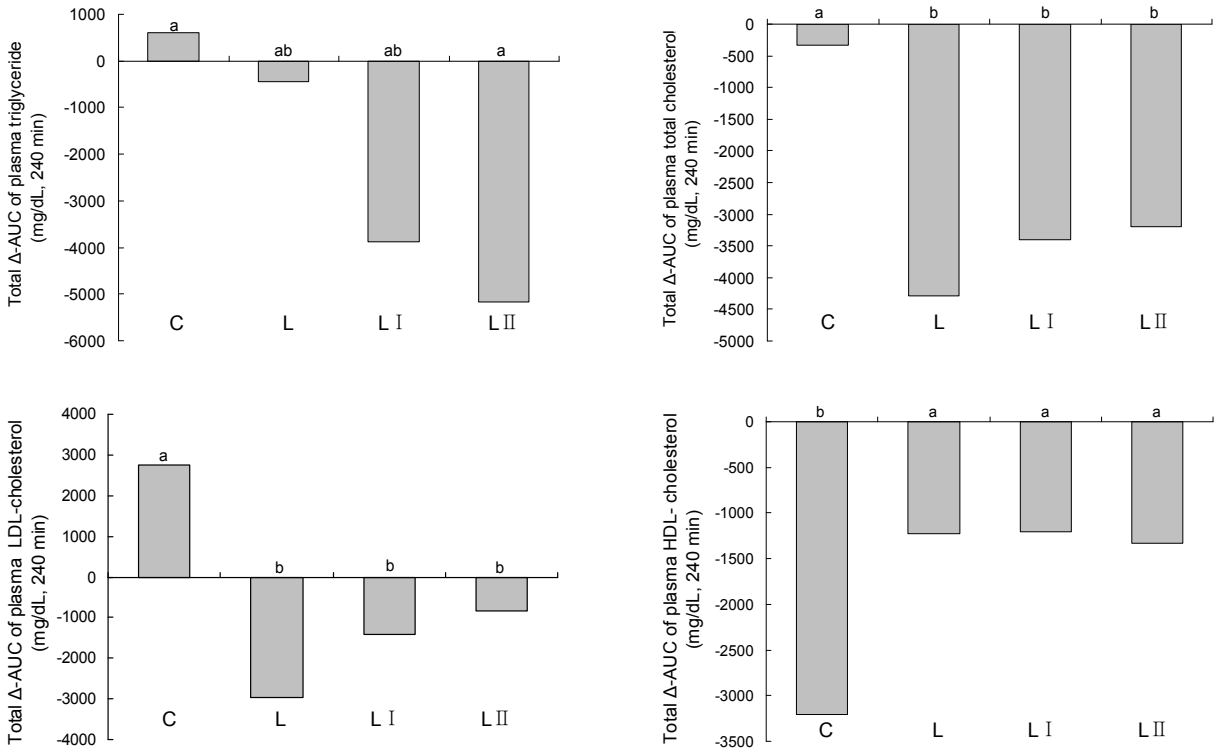


Fig. 3. Total Δ-AUC (change in area under curve) of plasma triglyceride, total cholesterol, LDL-cholesterol, and HDL-cholesterol concentration after consuming each patty. There are significant differences among the 4 groups by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p<0.05$. Abbreviations of L, L Ⅰ, and L Ⅱ are the same as in Table 1.

Table 4. Percent changes of plasma total cholesterol concentration in time interval

	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
C	-9.1±11.8^{bA}	-0.1±7.8^{aA}	0.0±7.5^{aA}	2.1±7.0^{aA}	5.6±6.1^{aA}
L	-9.2±5.0^{aA}	-12.0±4.2^{aB}	-10.9±4.8^{aB}	-10.4±6.5^{aB}	-7.1±4.2^{aB}
L Ⅰ	-9.8±5.1^{aA}	-9.6±5.8^{aB}	-9.3±5.2^{aB}	-7.8±6.3^{aB}	-5.8±6.9^{aB}
L Ⅱ	-5.5±11.0^{aA}	-10.6±7.1^{aB}	-5.9±14.3^{aAB}	-5.0±12.3^{aAB}	-6.1±11.8^{aB}

Values are mean±standard deviation.
Values with different superscripts in the same row (a,b) and column (A,B) are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
Abbreviations of L, L Ⅰ, and L Ⅱ are the same as in Table 1.

로 대체한 L Ⅰ과 L Ⅱ는 오히려 공복 농도보다 크게 저하시킨다는 점을 알려준다.

총 콜레스테롤: 공복 시와 비교해 각 패티를 섭취한 후 30분부터 240분까지의 혈장 총 콜레스테롤 농도의 변화는 Table 4와 같았다. 공복 시의 혈장 총 콜레스테롤 농도는 시험 차수에 따라 159.3~173.3 mg/dL로 다소 차이가 있었고 대상자 간에도 달랐으나 유의한 차이는 아니었고 모두 정상 범위이었다.

각각의 패티를 섭취한 후 혈장 총 콜레스테롤 농도도 다양한 반응을 보였다. C의 경우 섭취 30분 후 혈장 총 콜레스테롤 농도가 공복 시보다 9.1% 저하해 유의성 있게 낮아졌다가 60분에는 공복 수준으로 회복되었고 점차 상승해 240분에는 5.6% 상승하여 공복 농도보다 유의하게 높았다. 세 시험패티는 모두 섭취 30분 후 혈장 총 콜레스테롤 농도가 공복 시보다 5.5% 내지 9.8% 감소했고 이후 240분까지도 5.0% 내지 12.0%의 감소된 상태를 유지했다.

이러한 결과, 각각의 패티를 섭취한 후 240분 간 혈장 총 콜레스테롤 농도의 Δ-AUC는 Fig. 3과 같았다. C를 비롯해 L과 L Ⅰ 및 L Ⅱ 모두 Δ-AUC를 감소시켰다. 그러나 C는 감소 정도가 미미했는데 비해 세 시험패티의 감소는 상당해서 유의성 있는 차이를 보였다. 세 시험패티 간에 감소의 효과는 유의하게 다르지 않았다. 이러한 결과는 C도 혈장 총 콜레스테롤 농도를 낮추지만 육류의 2.5%를 다시마 분말로 또는 25%나 50%를 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체한 L과 L Ⅰ 및 L Ⅱ는 모두 혈장 총 콜레스테롤 농도를 낮추는 영향력이 크다는 점을 알려준다.

LDL-콜레스테롤: 공복 시와 비교해 각 패티를 섭취한 후 30분부터 240분까지의 혈장 LDL-콜레스테롤 농도의 변화는 Table 5와 같았다. 공복 시의 혈장 LDL-콜레스테롤 농도는 시험 차수에 따라 83.9~108.0 mg/dL로 다소 차이가 있었고 대상자 간에도 달랐으나 유의한 차이는 아니었고 모두 정상 범위이었다.

각각의 패티를 섭취한 후 혈장 LDL-콜레스테롤 농도도 다양한 반응을 보였다. C의 경우 섭취 30분 후 혈장 LDL-콜레스테롤 농도가 공복 시보다 4.8% 낮아졌으나 유의성은 없었으며 60분에는 상승세로 반전해 공복 수준보다 18.4% 높아졌고 이후 점차 상승세를 보여 240분에는 22.6% 상승해 공복 시 농도보다 유의하게 높아졌다. 반면에 세 시험패티는 모두 섭취 30분 후에 혈장 LDL-콜레스테롤 농도가 공복 시보다 5.5% 내지 9.2% 낮아졌고 이후 240분까지 5.0% 내지 12.0% 낮은 수준이 유지되었다. 특히 L의 경우는 30분부터 240분까지 내내 10% 전후의 낮은 수준을 유지했다.

이러한 결과, 각각의 패티를 섭취한 후 240분 간 혈장 LDL-콜레스테롤 농도의 Δ-AUC는 Fig. 3과 같았다. C의 경우는 Δ-AUC가 증가했으나 세 시험패티는 모두 Δ-AUC가 감소해 C와 유의성 있는 차이를 보였다. L의 감소가 패티 L Ⅰ이나 L Ⅱ에 비해 큰 경향을 보였으나 유의성은 없었다. 세 시험패티가 보인 이러한 결과는 C는 혈장 LDL-콜레스테롤 농도를 높이나 육류의 2.5%를 다시마 분말로 또는 25%나 50%를 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체한 L과 L Ⅰ 및 L Ⅱ는 모두 혈장 LDL-콜레스테롤 농도를 낮춘다는 점을 알려준다.

HDL-콜레스테롤: 공복 시와 비교해 각 패티를 섭취한 후 30분부터 240분까지의 혈장 HDL-콜레스테롤 농도의 변화는 Table 6과 같았다. 공복 시의 HDL-콜레스테롤 농도는 시험 차수에 따라 52.2~60.9 mg/dL로 다소 차이가 있었고 대상자에 따라서도 달랐으나 유의성은 없었고 모두 정상 범위이었다. 각각의 패티를 섭취한 후 혈장 HDL-콜레스테롤

Table 5. Percent change of plasma LDL-cholesterol concentration in time interval

	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
C	-4.8±24.3^{b}	18.4±16.8^{abA}	19.5±19.7^{abA}	20.2±18.0^{abA}	26.6±17.6^{aA}
L	-9.2±6.7^{aA}	-12.3±6.8^{aB}	-13.7±7.8^{aB}	-12.5±10.6^{aB}	-9.4±7.7^{aB}
L Ⅰ	-8.8±17.4^{aA}	-4.9±17.3^{aB}	-3.3±19.0^{aB}	-8.6±16.8^{aB}	0.3±25.0^{aB}
L Ⅱ	6.0±31.5^{aA}	-7.0±12.5^{aB}	7.2±37.3^{aAB}	4.8±31.8^{aAB}	1.3±33.7^{aB}

Values are mean±standard deviation.
Values with different superscripts in the same row (a,b) and column (A,B) are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
Abbreviations of L, L Ⅰ, and L Ⅱ are the same as in Table 1.

Table 6. Percent change of plasma HDL-cholesterol concentration in time interval

	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
C	-17.3±4.5^{aB}	-20.1±4.1^{abA}	-23.8±2.4^{bB}	-23.2±5.5^{bB}	-22.7±5.0^{bB}
L	-6.7±6.1^{aA}	-9.0±8.8^{aB}	-7.5±8.7^{aA}	-11.3±6.5^{aA}	-9.1±7.4^{aAB}
L Ⅰ	-0.7±17.8^{aA}	-8.6±15.9^{aB}	-19.8±22.1^{aAB}	-5.9±19.0^{aA}	-11.9±26.9^{aAB}
L Ⅱ	-8.2±7.6^{aAB}	-8.8±8.6^{aB}	-12.2±6.8^{aAB}	-7.2±8.0^{aA}	-6.4±7.2^{aA}

Values are mean±standard deviation.
Values with different superscripts in the same row (a,b) and column (A,B) are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
Abbreviations of L, L Ⅰ, and L Ⅱ are the same as in Table 1.

농도도 다양한 반응을 보였다.

C의 경우 섭취 30분 후 혈장 HDL-콜레스테롤 농도가 공복 시보다 17.3% 낮아져 유의성을 보였으며 240분까지 20.1% 내지 23.8%의 감소세를 유지했다. 세 시험패티도 모두 섭취 30분 후에 혈장 HDL-콜레스테롤 농도를 0.7% 내지 8.2% 저하시켰으며 240분까지 5.9% 내지 19.8% 범위에서 저하한 수준이 유지되었다. 그러나 공복 시의 HDL-콜레스테롤 농도와 유의한 차이는 없었다.

이러한 결과, 각각의 패티를 섭취한 후 240분 간 혈장 HDL-콜레스테롤 농도의 Δ-AUC는 Fig. 3과 같았다. 네 패티 모두 Δ-AUC가 크게 감소했으나 C에 비해서 세 시험패티의 감소는 유의하게 작았다. L과 L Ⅰ 및 L Ⅱ 간에 Δ-AUC에 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 C는 혈장 HDL-콜레스테롤 농도를 낮추나 육류의 2.5%를 다시마 분말로 또는 25%나 50%을 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체한 L과 L Ⅰ 및 L Ⅱ는 혈장 HDL-콜레스테롤 농도를 낮추는 영향력이 적다는 점을 알려준다.

고콜레스테롤혈증, 특히 고LDL-콜레스테롤혈증은 심·순환기계 질환 발생과 높은 상관성을 갖는다. 혈장 LDL-콜레스테롤 농도는 순환계에서 LDL의 제거와 생성의 균형에 의해 일정하게 유지된다(26). 그러나 포화지방산이나 콜레스테롤을 과다 섭취하면 LDL 수용체가 감소해 혈장 LDL 농도가 증가하게 된다(33). 과다한 LDL은 산화되고 동맥 내피세포로 유입되며 대식세포는 산화 LDL을 탐식해 포말세포(foam cell)로 전변된다(34). 이러한 과정을 통해 동맥경화가 발생한다. 반면에 혈장의 HDL은 동맥의 내피세포 등 말초조직으로부터 콜레스테롤을 간으로 수송하므로 동맥경화를 예방하는 효과를 나타낸다. 그러므로 고HDL-콜레스테롤혈증은 심·순환기계 질환의 보호인자이다(35). 최근에는 혈장 중성지방 농도도 심·순환기계 질환의 독립적인 위험인자라는 증거가 많이 확인되었다(36).

이러한 점을 생각할 때 본 연구에서 C가 LDL-콜레스테롤 농도를 상승시키고 HDL-콜레스테롤 농도를 상당히 감소시킨 결과는 비록 총 콜레스테롤 농도가 낮아졌지만 혈장 지질 양상에 끼친 영향은 상당히 부정적이라고 할 수 있다. 반면에 육류의 2.5%를 다시마 분말로 대체한 L이나 육류의 25% 또는 50%를 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체한 L Ⅰ과 L Ⅱ는 HDL-콜레스테롤 농도를 감소시키기는 했지만 그 감소 정도가 C에 비해 유의성 있게 작았고 LDL-콜레스테롤 농도를 유의하게 저하시켜 혈장 총 콜레스테롤 농도를 크게 낮추었으므로 혈장 지질 양상에 끼친 영향이 매우 긍정적이라고 평가된다.

L과 L Ⅰ 및 L Ⅱ가 보인 이러한 결과는 첫째, 이들 패티에 지방이나 콜레스테롤 함량이 C에 비해 적었던 점으로 설명할 수 있다(23). 그러나 L의 경우는 육류의 2.5%만 다시마 분말로 대체했으므로 지방이나 콜레스테롤 함량의 감소가 미미한 정도였다. 그러므로 L Ⅰ 및 L Ⅱ가 보인 효과는 지방이나 콜레스테롤 함량이 낮아진 결과로 이해되나 L이 나타낸 효과는 다시마 분말에 함유된 생리활성물질의 작용이었을 것이라 해석된다. Streptozotocin으로 당뇨병이 유발된 쥐에서 다시마 추출물이 첨가된 사료는 항당뇨 효과와 함께 혈장 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시켰으며 HDL-콜레스테롤 농도는 증가시켰다(10). HDL-콜레스테롤 농도의 변화가 비록 본 연구결과와 다르지만 혈장 지질 양상을 개선한 점은 일치한다. 다시마는 아니지만 수용성 펙틴이 흰쥐에서 혈장 콜레스테롤 농도와 중성지방 농도를 낮춘 결과(37)나 구아검(gua gum)이 식사 지방의 흡수는 물론 담즙의 재흡수를 저해한다는 증거(38,39)를 생각할 때 본 연구에서 세 패티가 혈장 LDL-콜레스테롤과 총 콜레스테롤 농도를 낮춘 효과는 다시마 분말에 함유된 식이섬유 때문이었을 것이라고 생각할 수 있다. 인체를 대상으로 수행된 한 연구에서도 차전자 피와 식물성 스테롤의 병합·보충이 고콜레스테롤혈증자에서 혈장 LDL-콜레스테롤의 감소로 총 콜레스테롤 농도가 낮아졌다(40).

한편 다시마 분말 첨가식이를 당뇨쥐에게 공급한 결과 중성지방이 감소했고(10), 인체시험에서 β-glucan이 풍부한 파스타(41)나 셀룰로오스나 펙틴 함량이 높은 식사(42)나 또는 식이섬유 함량이 높은 식사(43)가 정상인에서 식후에 혈장 중성지방 농도를 유의성 있게 낮추었다는 보고들이 있다. 본 연구에서는 C가 혈장 중성지방 농도를 약간 상승시켰는데 반해 L은 다소 저하시켰지만 유의성은 없었으며 L Ⅰ과 L Ⅱ는 현저하게 저하시켰다. 그러므로 본 연구결과는 혈장 중성지방 농도의 저하는 육류의 2.5%를 대체한 다시마 분말의 영향이라기보다 육류의 25% 또는 50%를 대체한 다시마 분말을 함유한 밥의 영향이라고 결론지을 수 있겠다. 탄수화물의 과다 섭취도 물론 혈장 중성지방 농도를 높이지만(44),

LⅠ과 LⅡ가 보인 결과로 보아 패티 재료 중 육류의 25% 또는 50%를 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체함으로써 패티의 지방 함량이 낮아진 점(23)이 탄수화물 함량의 증가에 따른 효과를 상쇄하면서 오히려 혈중 중성지방 농도를 현저하게 저하시켰을 것이라고 추측된다.

요 약

본 연구는 햄버거 패티 재료 중 육류의 일부를 다시마 분말 또는 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체하여 식후 혈당과 혈장 지질 농도에 미치는 영향이 개선되는지 알아보고자 수행되었다. 표준패티 C와 시험패티 L, LⅠ 및 LⅡ를 제조하였다. L은 육류의 2.5%를 다시마 분말로 대체하였고, LⅠ과 LⅡ는 각각 육류의 25%와 50%를 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체하여 제조했다. 인체시험 대상자는 외견상 건강하고 혈당과 혈장 지질 농도가 정상이며 본 실험에 참여하고자 자발적으로 동의서를 작성한 성인 여성 10명이었다. 이들 대상자에게 매 시험 시작 전 사흘 동안 영양적으로 균형 잡힌 식사를 제공했다. 각각의 패티를 200 g씩 섭취하게 하였으며, 섭취 전에 공복 혈액을 채취하였고, 섭취 후 30분, 60분, 120분, 180분 및 240분에 채혈하였다. C는 섭취 후 240분까지 혈당을 크게 올렸고 중성지방 농도는 미미하게 올렸으며, LDL-콜레스테롤 농도를 상당히 높인 반면에 HDL-콜레스테롤 농도를 현저하게 낮추어 총 콜레스테롤 농도를 약간 낮추는 결과를 나타냈다. 이에 비해 L은 혈당을 전혀 높이지 않았으며, 중성지방 농도의 저하 효과는 거의 없었으나 총 콜레스테롤 농도를 크게 낮추었는데, 이는 HDL-콜레스테롤 농도도 떨어졌지만 LDL-콜레스테롤 농도의 저하가 크게 기여한 결과였다. 한편 LⅠ과 LⅡ는 혈당은 C와 비슷하게 올렸지만, 중성지방 농도를 현저하게 낮추었고, 총 콜레스테롤 농도를 L과 비슷한 양상으로 낮추었다. LⅠ과 LⅡ는 L에 비해 비록 통계적 유의성은 없었으나, LDL-콜레스테롤 농도의 저하 효과가 약한 편이었다. 반면에 HDL-콜레스테롤 농도를 낮춘 효과는 비슷했다. 이러한 연구결과는 햄버거 패티의 재료 중 육류 일부를 다시마 분말로 대체하거나 또는 다시마 분말을 함유한 밥으로 대체함으로써 식후 혈당이나 혈장 지질 양상을 개선시키는 건강기능성 패티의 개발 가능성을 증명해준다. 혈당 상승을 경계해야 할 사람에게는 혈당 저하 효과가 강력한 다시마 분말로 육류 2.5%를 대체한 L이 적합하며, 중성지방이나 콜레스테롤 농도의 상승을 억제해야 할 사람에게는 다시마 분말을 함유한 밥으로 육류의 25% 또는 50%을 대체한 LⅠ과 LⅡ가 유용할 것이다. 즉, 혈당이나 혈장 지질 농도가 정상인 사람에서 확인되었는바 고혈당이나 고지혈증을 지닌 사람에서는 그 효과가 더 크게 나타날 것이라 추측되며 향후 확인해야 할 과제라고 생각한다.

감사의 글

이 연구는 한국학술진흥재단의 '2008년도 우수여성과학자도약연구' 지원사업(KRF-C00076)에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Lyu ES, Kwak TK. 1989. Consumer opinions on fast foods and food service. *Korean J Dietary Culture* 4: 229-236.
2. Choi MH. 1993. An empirical study on the determinant attributes of hamburger in fast foods. *MBA Thesis*. Yonsei University, Seoul, Korea.
3. Chin KB. 2000. Manufacture and evaluation of low-fat meat products. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 363-372.
4. Kim SG, Choi DS. 2008. The present state of diabetes mellitus in Korea. *J Korean Med Assoc* 51: 791-798.
5. Park JG, Her JH, Li SY, Cho SH, Youn SK. 2005. Study on the improvement of storage property and quality in the traditional seasoning beef containing medical herb extraction. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 113-119.
6. Oh SH, Kim JH, Lee JW, Lee YS, Park KS, Kim JG, Lee HK, Byun MW. 2004. Effects of combined treatment of gamma irradiation and addition of rosemary extract powder on ready-to-eat hamburger steaks. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 687-693.
7. Han GJ, Shin DS, Kim JS, Cho YS, Jeong KS. 2006. Effects of propolis addition on quality characteristics of oriental medicinal seasoning pork. *Korean J Food Sci Technol* 38: 75-81.
8. Park SY, Chin BK. 2007. Evaluation of antioxidant activity in pork patties containing Bokbunja (*Rubus coreanus*) extract. *Korean J Food Sci Ani Resour* 27: 432-439.
9. Oh HK, Lim HS. 2010. Quality characteristics of hamburger patties with bamboo (*Sasa borealis*) leaf extract with/without cooked rice. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30: 833-841.
10. Cho YJ, Bang MA. 2004. Effects of dietary sea tangle on blood glucose, lipid and glutathione enzymes in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Food Culture* 19: 419-428.
11. Hidaka H, Eida T, Takizawa T, Tashiro Y. 1986. Effect of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora* 5: 37-50.
12. Kuda T, Fujii ST, Hasegawa A, Okuzmi M. 1992. Effects of brown algae on fecal flora of rats. *Nippon Nogoeikagaku Kaishi* 58: 307-314.
13. Roe IW, Jung HC, Kim SY. 1990. Colonic transit time in chronic idiopathic constipation and diabetic constipation. *Korean J Internal Med* 39: 620-629.
14. Shin ES, Lee JH, Park KJ, Ryu HS, Jang DH. 2004. Optimizing cooking condition of short grain rice containing sea-tangle patch. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1726-1734.
15. Kim YY, Lee KW, Kim GB, Cho YJ. 2000. Studies on physicochemical and biological properties of depolymerized alginate from sea tangle, *Laminaria japonicus* by thermal decomposition. *J Kor Fish Soc* 33: 393-398.
16. Haroun BF, Ellouali M, Sinquin C, Boisson VC. 2000. Relationship between sulfate groups and biological activates of fucans. *Thrombosis Res* 100: 453-459.
17. Penman A, Sanderson GR. 1972. A method for the determi-

nation of uronic acid sequence in alginates. *Carbohydr Res* 25: 273-282.
18. Oh HK, Lim HS. 2007. Effects of the products of row sea tangle on chronic idiopathic constipation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 720-726.
19. Jung YH, Kim GB, Choe SN, Kang YJ. 1994. Preparation of mook with sea mustard and sea tangle. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 156-163.
20. Bae TJ, Choi OS. 2001. Changes of free amino acid composition and sensory properties in Kochujang added sea tangle powder during fermentation. *Korean J Food Nutr* 14: 245-254.
21. Cho MS, Hong JS. 2006. Quality characteristics of sulgidduk by the addition of sea tangle. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 37-44.
22. Ministry of Health & Welfare. 2006. *2005 National Health and Nutrition Survey*. Seoul, Korea.
23. Oh HK. 2008. Development of the hamburger patties containing *Sasaborealis* bamboo leaves, *Laminaria japonica*. *PhD Dissertation*. Chonnam National University, Gwangju, Korea.
24. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 69-74.
25. Korea Food Industry Association. 2006. *Food Code*.
26. Brown MS, Goldstein JL. 1986. A receptor-mediated pathway for cholesterol homeostasis. *Science* 232: 34-47.
27. Lee HJ, Shin GS, Park SH, Cho HK. 1999. Insulin resistance and visceral fat obesity in hyperlipidemia. *Korean Circulation J* 29: 673-679.
28. Kim SH, Cho SS, Kim SS. 2004. Ver. SPSS 12K. SPSS Academy, Seoul, Korea.
29. Boyle MA, Roth SL. 2010. *Personal Nutrition*. 7th ed. Wadworth, Belmont, CA, USA. p 111-113.
30. Lee HS, Choi MS, Park SH, Kim YJ. 1996. A study on the development of high-fiber supplements for the diabetic patients (1) Effect of seaweed supplementation on the gastrointestinal function and diabetic symptom control in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Nutr* 29: 286-295.
31. Mark LW. 1987. Dietary fiber and carbohydrate metabolism. *Am J Clin Nutr* 45: 1232-1236.
32. Jenkins DJ, Leeds AR, Slavin B, Mann J, Jepson EM. 1979. Dietary fiber and blood lipids: reduction of serum cholesterol in type II hyperlipidemia by guar gum. *Am J Clin Nutr* 32: 16-18.
33. Miettinen TA. 1987. Dietary fiber and lipid. *Am J Clin Nutr* 45: 1237-1242.
34. Jeong IK. 2010. Molecular biology of atherosclerosis. *Endocrinol Metab* 25: 166-170.
35. Simons LA. 1986. Interrelations of lipids-lipoproteins with coronary artery disease mortality in 19 countries. *Am J Cardiol* 57: 5G-10G.
36. Cui R, Iso H, Toyoshima H, Date C. Yamamoto A, Kikuchi S, Kondo T, Watanabe Y, Koizumi A, Inaba Y, Tamakoshi A. 2007. JACC Study Group. Serum total cholesterol levels and risk of mortality from stroke and coronary heart disease in Japanese: the JACC study. *Atherosclerosis* 194: 415-420.
37. Nishina PM, Schneeman BO, Freedlenad RA. 1991. Effects of dietary fiber on nonfasting plasma lipoprotein and apolipoprotein levels in rat. *J Nutr* 121: 431-437.
38. Imaizumi K, Sugano M. 1986. Dietary fiber and intestinal lipoprotein secretion. In *Dietary Fiber, Basic and Clinical Aspects*. Vahouny GV, Kritchevsky D, eds. Plenum Press, New York, NY, USA. p 287-308.
39. Tinker LF, Schneeman BO. 1989. The effects of guar gum or wheat bran on the disappearance of ^{14}C-labeled starch from the rat gastrointestinal tract. *J Nurt* 119: 403-408.
40. Shrestha S, Volek JS, Udani J, Wood RJ, Greene CM, Aggarwal D, Contois JH, Kavoussi B, Fernandez ML. 2006. A combination therapy including psyllium and plant sterols lowers LDL cholesterol by modifying lipoprotein metabolism in hypercholesterolemic individuals. *J Nutr* 136: 2492-2497.
41. Banon S, Diaz P, Rodriguez M, Garrido MD, Price A. 2007. Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the self life of low sulphite beef patties. *Meat Sci* 77: 626-633.
42. Lee SW, Ro HK, Choi IS, Oh SH. 2006. Effects of cellulose and pectin on postprandial blood glucose and plasma lipid concentration. *Korean J Nutr* 39: 244-251.
43. Redard CL, Davis PA, Schneeman BO. 1990. Dietary fiber and gender: effect on postprandial lipemia. *Am J Clin Nutr* 52: 837-845.
44. Kim HK, Kim MJ. 2010. Effects of weight control program on dietary habits and blood composition in obese middle-aged women. *Korean J Nutr* 43: 273-284.

(2011년 5월 9일 접수; 2011년 6월 12일 채택)