

매운맛 선호도가 사람의 말초혈액에서 분리한 면역세포 활성화에 미치는 영향

표종옥 · 한인섭 · 김병삼 · 유리니*†

울산대학교 생물학과

*울산대학교 식품영양학과

Effect of Hot Taste Preference on Selected Immune Responses in Human Peripheral Immunocompetent Cells

Jong-Ok Pyo, In-Seob Han, Byung-Sam Kim and Rina Yu*†

Dept. of Biology, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea

Abstract

The effect of hot taste preference on selected immune responses was investigated in human peripheral immunocompetent cells. Human lymphocytes and natural killer(NK) cells were prepared at a concentration of 2×10^5 cells/ml in RPMI-1640 containing 10% fetal bovine serum. Lymphocytes proliferation was determined with the [3 H]-thymidine pulse for 18hrs after concanavalin A, phytohemagglutinin, *Salmonella typhimurium* mitogen, or media alone. NK cell activity was measured by cytolysis of 51 Cr-labeled target cells K562. Serum antibodies levels such as IgM, IgG, IgA were also measured by ELISA method. There was no difference of serum IgM level among the groups, but IgG and IgA levels were greater in the group with hot taste preference than those of the group without hot taste preference. In lymphocytes of the group with hot taste preference there was a greater mitogen-induced lymphocyte proliferative responses compared to the group without hot taste preference. In addition, NK cell activity in group with hot taste preference was lower than that of the group without hot taste preference. These results suggest that the eating habit of spicy food containing hot components may affect immune status by modulating selective immunocompetent cells function.

Key words: hot taste preference, hot pepper, immune response, antibody, lymphocytes proliferation

서 론

조선후기 고추(*Capsicum annum L.*)가 전래된 이래, 고추는 고추장, 김치, 양념 등 거의 모든 음식에 사용되는 대표적인 향신료로 우리나라 식생활 중 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 한국인의 특징적인 식습관으로는 고추의 매운맛에 대한 선호도가 높은 점을 들 수 있다. 고추의 매운맛 성분 capsaicin(CAP)이 생체에 미치는 영향에 대해서는 약리학, 신경생리학 분야에서 특히 널리 연구되고 있다. 일반적인 CAP의 생리작용으로는 식욕증진, 식염섭취저하, 혈관확장 및 수축, 타액분비 촉진, 위산분비 항진, 장관운동 항진 등을 들 수 있으며, 그밖에도 순환계 콜레스테롤 저하, 에너지 대사 항진,

생리활성 펩타이드 방출 등의 다양한 생리효과를 나타낸다(1,2). 따라서, 일상 식생활 중 매운 음식을 통한 소량의 CAP 섭취가 생체에 미치는 영향은 매우 다양할 것으로 추정되나, 이에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 예로부터, 우리나라나 멕시코 등과 같이 매운맛에 대한 선호도가 높은 나라에서는 고추의 매운맛이 각종 감염성 질환의 예방 및 치료에 활용되어 왔다고 전해지고 있는데(3), 우리나라에서는 감기치료를 위해 감주에 고추가루를 타서 마시는 고추감주가 민간요법으로 활용되었다고 한다. 실제로, 동물실험 모델계에서 CAP이 면역반응에 미치는 연구결과에 따르면(4-6), 약리학적 수준에서의 CAP 투여는 면역역치효과를 나타내지만(7), 식이수준의 CAP은 용량의존적인 형태로 마우스

*† To whom all correspondence should be addressed

의 면역세포를 선택적으로 활성화시키는 것으로 나타나, 식이 CAP이 생체내 방어계의 활성화에 기여하고 있을 가능성이 시사된 바 있다. 한편, 사람의 경우, 매운맛 선호도는 식품섭취 유형에 영향을 미치며(8), 혈중 지질 개선효과 및 항산화성 비타민의 혈중수준을 유지하는데도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 있으나(8), 매운맛 선호도가 사람의 면역반응에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 알려져 있지 않다.

본 연구에서는, 매운맛을 선호하는 식습관이 생체의 면역계에 미치는 영향에 대한 기초정보를 확보하기 위해, 사람을 대상으로 매운맛에 대한 선호도의 차이가 말초혈액에서 분리한 면역세포의 활성화 정도에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

조사대상 및 시료

건강한 여자 성인(20~22세)을 대상으로 먼저 매운맛 선호도를 조사하였다. 먼저, 설문지에 의해 매운 음식을 특히 좋아하며 자주 먹는다는 사람과 싫어하며 거의 안먹는다는 사람을 선정하였다. 이들 가운데 본 연구에 참여하기를 수락한 사람들을 대상으로 하고, 조사대상자들의 식품섭취상태를 파악하기 위해 24시간 회상법에 의해 식품조사표를 작성하였다. 이 조사표를 근거로 각 대상자들의 고추가루 섭취량을 산출하였고, 우리나라 사람의 일일 평균 고추가루 섭취량은 약 10~15g 정도인 점을 고려하여(8), 하루 고추가루 섭취량이 15g 이상인 사람을 매운맛 선호도가 높은 군으로 하고, 하루 고추가루 섭취량이 5g 이하인 사람을 선호도가 낮은 비선호군으로 분류하였다. 매운맛 선호도가 높은 군과 비선호군의 구별을 보다 확실하게 하기 위해, 매운맛 선호도가 높은 군에게는 실험기간인 10일 동안 매일 아침 고추가루 1g(건조중량)을 100ml 물에 타서 마시도록 하였다. 각 그룹당 조사대상자는 10명이었다. 매운맛을 좋아하는 그룹과 싫어하는 그룹의 평균 신장은 각각 161.2 ± 4.2 와 159.7 ± 2.2 였고, 평균 체중은 각각 50.4 ± 5.5 와 50.2 ± 4.6 이었다. 실험기간 전후에 이들 각 군의 혈액을 채취하였으며, 혈청 중 항체수준을 측정하였다. 또한, 이들 말초 혈액으로부터 다형핵 백혈구(peripheral blood mononuclear cells, PBMC)를 분리하여 림파구의 증식 활성을 측정하였다.

사람 혈액으로부터 PBMC의 분리

조사 대상자로부터 채취한 전혈을 4시간 이내에 2,500

rpm에서 5분간 원심분리하고 백혈구층을 ficoll-Hypaque(Pharmacia) 상부에 얹고 400g, 20°C에서 45분간 원심분리하였다. 상층액과 Ficoll층 사이에 위치한 PBMC를 취해 HBSS로 2회 세척한 다음 RPMI 1640, FCS 10%, 50ug/ml gentamicin sulfate, 5×10^{-5} M 2-mercaptoethanol배지에 현탁하였다(9).

B림파구 및 T림파구 증식능

조사대상자들의 말초혈액으로부터 분리한 PBMC를 96 multi well plate에 4×10^6 cells/well 농도로 분주하여, B림파구 특이적인 mitogen 인 lipopolysaccharide(LPS, Sigma Co., St Louis, USA)와 *Staphylococcus typhimurium*(STM, Sigma Co., St Louis USA)을 사용하고, T림파구 특이적인 mitogen으로는 phytohemagglutinin(PHA, Sigma Co., St Louis, USA)와 concanavalin A(Con A, Sigma Co., St Louis, USA)를 사용하였다. 각 mitogen을 소정농도(LPS: 10ug/ml, STM: 25ug/ml, Con A: 1ug/ml, PHA: 2ug/ml)으로 처리한 다음 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 54시간 배양한 후, ³H의 [methyl-³H] thymidine(Amersham Ltd., England)으로 pulse시켜 18시간 더 배양하였다(9). 배양 후, 세포를 cell harvester(Millipore, USA)를 이용하여 GF/C glass fiber filter에 세포를 수확한 후 filter를 잘 건조시켜 scintillation cocktail 5ml로 녹였다. Beta-liquid scintillation counter(Hewlett-Packard)로 incorporate된 [³H]-thymidine의 양을 측정하여 증식능을 관찰하였다.

혈청 IgG, IgM, IgA함량 측정

조사대상자의 혈액성분을 3,000rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 이 혈청 중의 항체수준을 enzyme-linked immunosorbent assay(ELISA)로 측정하였다(10). 소정농도로 희석한 혈청 100ul를 96 multi-well flat bottom plate에 분주하여 37°C에서 2시간 동안 coating시킨 후 phosphate buffered saline(PBS)로 세척하였다. 비특이적인 결합을 방지하기 위해서 1% BSA로 3시간 blocking시킨 후 0.01% tween-PBS로 세척하였다. 여기에 horse radish peroxidase(HRP)로 conjugate된 anti-human IgM, IgG, IgA(1 : 1000, 1 : 700, 1 : 1000)을 넣어 1시간 동안 반응시킨 다음, citrate phosphate buffer로 용해한 o-phenylene diamine(OPD, Sigma, USA)를 첨가하여 20분간 발색시켰다. 1N H₂SO₄로 반응을 정지시켜 microplate reader(Molecular Device, USA)를 이용하여 490nm에서 흡광도를 측정하여 각 항체의 양을 측정하였다.

Natural killer(NK) 세포 활성측정

말초혈액으로부터 저비중 단핵세포를 단리하여 effector 세포(NK cells)로 사용하였다. 표적세포(target cells)로서 K562 세포를 DMEM에 10% FCS가 첨가된 배지에 배양하여 원심분리하여 세척한 후 세포수를 1×10^7 cells/ml로 조절하였다. 여기에 200 μ Ci의 51 Cr을 흡수시켰다. 세포수를 1×10^7 cells/ml로 재조정하여 0.1 ml을 위의 K562 세포를 가하여 37°C CO₂배양기에서 4시간 배양하였다. 배양 후 원심분리하여 상층액 0.1ml를 취하여 gamma ray 측정기로 방사능량을 측정하였다. NK세포의 활성능은 % 세포독성으로 표시하며 다음과 같이 계산하였다(11).

세포독성=(실험치-자연발생적 유출치/최대유출치-자연발생적 유출치) \times 100

최대유출치는 51 Cr을 함유한 K562 세포 1×10^6 cells/ml의 0.01ml에 증류수 0.2ml을 혼합하여 측정하였고, 자연 발생적 유출치는 1×10^7 의 K562 세포에 0.1ml의 배양액을 첨가하여 측정하였다.

통계처리

모든 결과는 각 실험군의 평균과 표준편차로 나타냈고, student-t test를 사용하여 각 군간의 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

Fig. 1에 매운맛 선호도에 따른 혈청 IgG, IgM, IgA 수준을 각각 나타냈다. 조사군간에 혈청 IgM수준의 차이는 관찰되지 않았으나, IgG수준은 매운맛 선호도가 높은 군이 낮은 군보다 유의성 있게 높았다(p<0.05). IgA 수준은 통계학적인 유의성은 관찰되지 않았으나, 매운맛 선호도가 높은 군이 낮은 군에 비해 약간 높은 경향을 보였다.

매운맛 선호도의 차이에 따라 말초혈액에서 분리한 B 임파구 및 T 임파구의 유사분열 물질 유도 증식(mitogen-induced proliferation)능을 나타냈다(Fig. 2). 임파구 증식능은 mitogen처리를 하지 않은 경우, 매운맛 선호군에 비해 비선호군의 임파구 증식능이 높은 것으로 나타났다. 한편, B 임파구 특이적인 유사분열 촉진제(mitogen)인 SAC 자극에 의한 임파구의 증식능은 비선호군이 약간 높은 경향을 보였으나(Fig. 2), T 임파구 특이적인 Con A 또는 PHA 자극에 의한 임파구의 증식능은 매운맛 선호도가 높은 군과 낮은 군 사이에 거의 차이가 없었다. 그러나, 흥미롭게도 mitogen 처리를

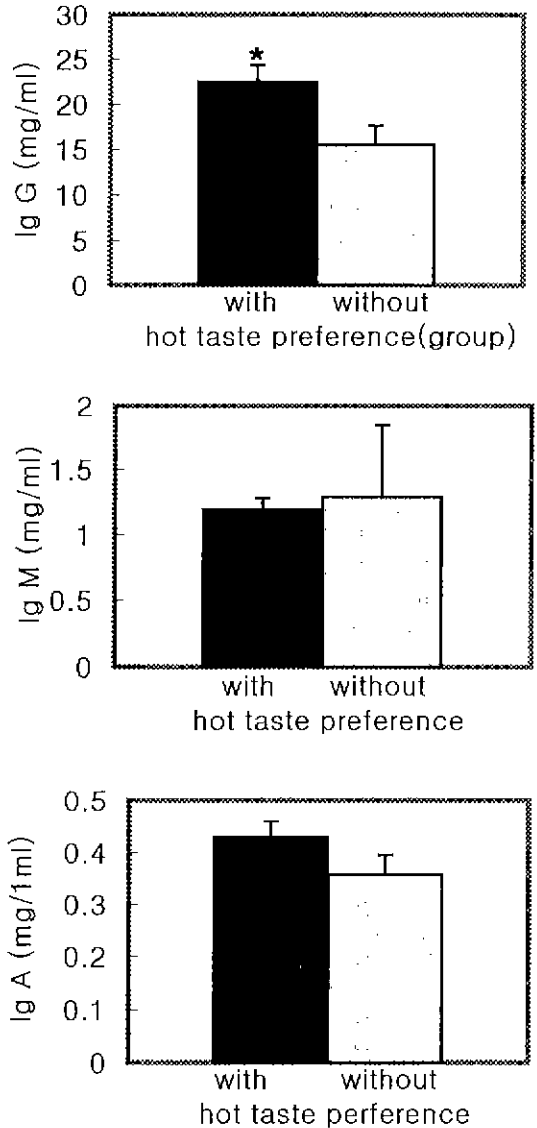


Fig. 1. Effect of hot taste preference on serum immunoglobulins level.

*Significantly different from the group without hot taste preference(p<0.05). Each value is Mean \pm SE

하지 않았을 때의 증식능과 mitogen 자극 후의 증식능을 비교한 경우, 매운맛 선호도가 높은 군의 경우 mitogen-induced 증식능은 B 임파구 및 T 임파구 모두 약 5~6배 증가하였는데 비해, 비선호군의 경우 3배 정도의 증가율을 보여 선호군에서의 증가율이 비선호군보다 약 2배 정도 많은 것으로 평가되었다.

Fig. 3에 매운맛 선호도가 NK세포 활성에 미치는 영향을 나타냈다. 매운맛 선호도가 높은 그룹의 NK세포

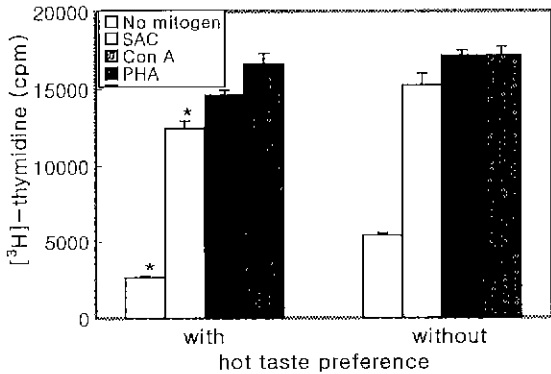


Fig. 2. Effect of hot taste preference on mitogen-induced lymphocyte proliferation.

*Significantly different from the group without hot taste preference ($p < 0.05$).
Each value is Mean \pm SE

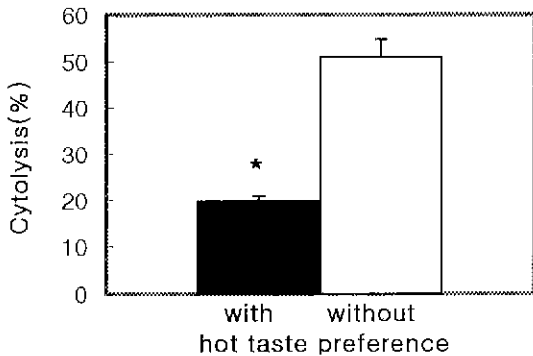


Fig. 3. Effect of hot taste preference on natural killer cell activity.

*Significantly different from the group without hot taste preference ($p < 0.01$).
Each value is Mean \pm SE

활성은 비선호 그룹보다 낮은 것으로 나타났다. 생체내에서 바이러스 감염세포 또는 종양세포를 제거하는데 중요한 역할을 하는 NK세포의 활성화(12)이 비선호군에 비해 매운맛 선호군에서 낮게 나타난 것은 주목할 만하다. 이러한 현상은, 특정 면역세포의 활성증가 및 활성저하가 동시에 관찰되는 면역반응계의 조절작용과 관련되어 있을 것으로 추정되나, 이에 대해서는 고추가루 성분 중 NK세포 활성을 특이적으로 저해하는 물질이 있는지의 가능성 등을 중심으로 검토 중에 있다. 한편, 실험기간 중 고추가루를 섭취한 매운맛 선호 그룹의 혈청 중 항체수준, 임파구 및 NK세포 활성화는 고추가루를 섭취한 실험기간 전후에 유사한 수준에 있었으며, 비선호도 그룹과의 차이도 같은 경향을 보였다.

일반적으로, 혈청의 항체수준은 각 개체의 외부 또는 내부환경에 따라 달라지며, 항체수준의 증가는 감염

상태를 나타내는 지표로 사용된다. 본 연구의 조사대상자들의 각 항체수준은 생화학적인 평가기준에 비교했을 때(13) 정상범위내에 있는 것으로 평가되었다. 외부항원으로부터의 감염에 대한 효율적인 방어를 위해서는 IgM, IgG 및 IgA의 생성을 촉진하는 것이 바람직하다(14) 면역적혈구로 면역시킨 마우스의 IgG 및 IgM 생성수준은 식이 CAP에 의해 증가하는 것으로 나타나 있으며(4,6). 본 실험에서 관찰된 매운맛 선호도가 높은 그룹의 혈청 IgG 수준이 높은 것은 매운맛 성분인 CAP의 작용과 관련이 있을 것으로 사료된다. 특히, 고추의 매운맛 성분 CAP은 구강 및 소화관을 자극하므로, 소화관 관련 면역조직에서의 분비형 면역계에 영향을 줄 가능성이 높을 것으로 추정된다. 매일 방대한 양의 항원성 물질을 포함한 식품성분이 통과하는 소화관은 외계의 세균이나 바이러스, 나아가 식품 유래의 항원에 대해 생체를 방어하는 임파장치를 확보하고 있으며, 이때, 특히, 분비형 항체인 IgA는 매우 중요한 역할을 담당한다(14). 따라서, 매운맛 선호도가 높은 군에서 관찰된 IgA수준의 증가는 매운맛 성분이 분비형 면역계의 활성화에 기여하고 있을 가능성을 시사하는 것으로 추측되며, 지속적인 연구가 기대된다.

매운맛 선호도의 차이는 mitogen과 같은 비특이적인 항원에 대한 B 임파구 및 T 임파구의 반응성을 증가시키는데 기여하고 있음이 확인되었다(Fig. 2). 약리학적인 수준의 CAP은 감각신경계를 손상시키며, 결과적으로 면역조절물질인 substance P의 분비를 저해하여 임파구의 증식능 및 항체생성능을 저하시킨다고 알려져 있으나(7), 최근, 식이수준의 CAP은 오히려 임파구 및 대식세포 등 면역세포의 활성화에 기여하는 것으로 보고되어(6), CAP이 그 투여량에 따라서는 biphasic effect를 나타낼 수 있음이 시사된 바 있다. 본 실험에서 관찰된 매운맛 선호도 정도의 차이에 따른 임파구 증식능 향상은 식이수준의 CAP에 의한 임파구의 활성화 작용과 밀접한 관련이 있을 것으로 사료된다. 매운맛 선호도는 조사대상자의 영양소 섭취상태 및 항산화성비타민의 혈액성상에 영향을 미치는 것으로 평가된 바 있다(8). 본 실험에서도 조사대상자들의 영양소 섭취상태를 비교한 결과, 매운맛 선호도가 높은 그룹의 비타민 A와 C 섭취량이 선호도가 낮은 그룹보다 높은 것으로 나타났으며(Fig. 4), 이러한 차이는 본 실험에서 관찰된 면역세포 활성화에 부분적으로 관여되어 있을 것으로 추정된다.

매운맛 선호도가 높은 그룹에서 mitogen 자극에 대한 임파구의 증식능이 높았던 점이 항체수준의 차이와 관련되어 있을 가능성은 있으나, 본 실험에서 측정된

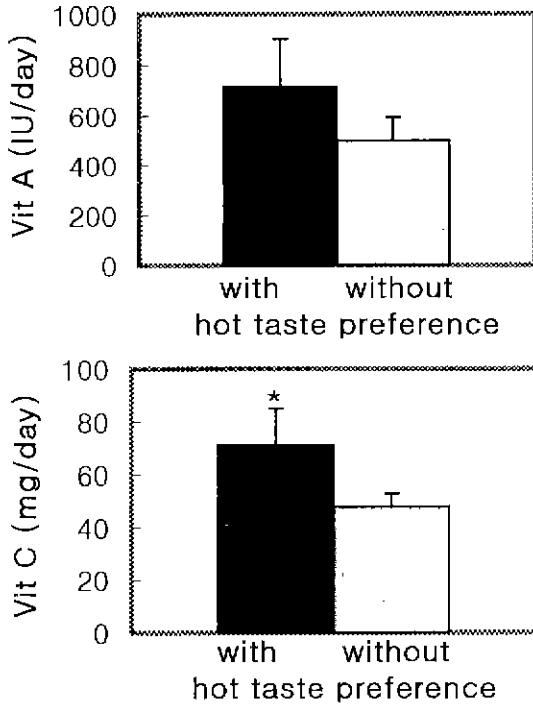


Fig. 4. Effect of hot taste preference on vitamin A and vitamin C intakes.

*Significantly different from the group without hot taste preference ($p < 0.05$).

Each value is Mean \pm SE

혈청 중 항체수준은 특이적인 항원에 대한 항체 생성능의 증가에 기인하는 것이 아니므로, 이에 대해서는 더 연구가 필요한 것으로 사료된다. 한편, 자연살해세포의 활성이 비선호군에 비해 매운맛 선호군에서 낮게 나타난 것은 주목할 만하다. 전술한 바와 같이, 약리학적인 수준에서의 CAP는 임파구의 증식능 및 항체생성을 억제하는 등 면역 반응을 저해한다(7). 본 연구에 참여한 매운맛 선호도가 높은 군의 대상자들은 거의 매끼 매운 음식을 먹어야 한다고 답하고 있으며, 따라서, 극단적인 매운 음식의 빈번한 섭취는 NK세포의 활성의 차이에서 관찰된 바와 같이 특정 면역세포의 활성을 저해할 가능성을 시사하고 있다. 한편, 고추에는 매운맛 성분 이외에 다양한 성분을 함유하고 있다(15). 예를 들면, 붉은 고추에 다량 함유된 카로티노이드 성분은 면역세포의 활성을 변화시키며(16), 고추의 다당류 성분은 면역반응에 중요한 역할을 하는 보체활성을 저해한다고 보고되어 있다(17). 따라서, 고추성분들의 중에는 특정 면역세포의 활성을 증가 또는 억제하는데 관여하는 성분에 대해서는 좀 더 조사해 볼 필요가 있다. 또한, 본 연구에서 다루고 있는 매운맛 선호도란 고추의 매운

맛에 중점을 두고는 있으나, 실제로는 음식에 첨가되는 후추, 마늘, 생강 등의 향신료 성분의 자극적인 맛을 포함한 형태로 평가하고 있으며, 전술한 바와 같이 매운맛 선호도의 차이 이외에 다른 요소들의 관여도 배제할 수는 없다.

이들 결과를 종합하면, 본 연구에서 관찰된 조사대상자들의 면역세포의 활성의 차이는 매운맛을 선호하는 식습관을 지닌 사람과 그렇지 않은 사람 사이에서 생체내로 침입하는 항원성 물질에 대한 방어작용을 위한 생체내 면역반응에 차이가 있을 수 있음을 시사하고 있는 것으로 사료된다.

요 약

고추의 매운맛 성분 capsaicin의 생체에 미치는 영향에 관한 기초 정보를 확보하기 위해, 사람을 대상으로 생체방어기구의 활성화 측면에서 검토하였다. 매운맛을 좋아하는 사람과 싫어하는 사람을 대상으로, 매운맛에 대한 선호도의 차이가 면역세포의 활성 정도에 어떤 영향을 미칠 수 있는지를 조사하였다. 먼저, 각 조사대상자의 혈액으로부터 혈청을 분리하여 IgG, IgM, IgA 함량을 ELISA로 측정하였다. 각 조사대상자의 말초혈액으로부터 B 임파구 및 T 임파구를 분리하여, 각 임파구 특이적 유사분열 촉진 물질(mitogen)인 phytohemagglutinin, Concanavalin A, *Staphylococcus typhimurium* 자극에 따른 임파구의 증식능을 측정하였다. NK세포 활성은 ^{125}Cr 으로 표지한 종양세포에 대한 세포독성으로 나타내었다. 혈청 IgM 수준은 매운맛 선호 정도에 따른 차이를 보이지 않았으나, IgG 및 IgA 수준은 매운맛 선호도가 높은 그룹에서 약간 높은 경향을 보였다. 임파구의 증식정도는 mitogen 처리를 하지 않았을 때의 증식능과 mitogen 자극 후의 증식능을 비교한 경우, 매운맛 선호도가 높은 군의 mitogen-induced 증식능은 B 임파구 및 T 임파구 모두 비선호군의 증식능보다 약 2~3배 정도 높은 것으로 나타났다. 한편, NK세포 활성은 매운맛 비선호군이 선호군보다 높았다. 이들 결과들은 매운맛을 선호하는 식습관을 지닌 사람과 그렇지 않은 사람에게 있어서 생체내로 침입하는 항원성 물질에 대한 방어작용을 위한 생체내 면역반응에 차이가 있을 수 있음을 시사하는 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 한국과학재단 산학협력 연구비 지원(과제번호: 94-2-15-05-01-3)에 의한 결과이며, 본

연구의 협력기관인 울산 동강의료재단측에 감사드립니다.

문 헌

1. Buck, S. H. and Burks, T. F. : The neuropharmacology of capsaicin' Review of some recent observations. *Pharmacological Reviews*, **38**, 773(1979)
2. Watanabe, T., Kawada T. and Iwai, K. . Enhancement by capsaicin of energy metabolism in rats through secretion of catecholamine from adrenal medulla. *Agric Biol. Chem*, **51**, 75(1987)
3. Amal, N. : Peppers First Vintage Books Edition. N.Y., p.10(1993)
4. 유리나 : Capsaicin 첨가 식이가 마우스의 체액성 면역 반응에 미치는 영향. *한국면역학회지*, **16**, 65(1994)
5. 유리나 : 고추가루 첨가 식이가 흰쥐의 체액성 면역반응에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **24**, 837(1995)
6. Yu, R., Park, J. W, Kurata, T. and Erickson, K. L. . Modulation of select immune responses by dietary capsaicin. *Int. J. Vit. Nutr. Res.*, **68**, in press(1998)
7. Nilsson, G. and Ahlstedt, S. ' Altered lymphocyte proliferation of immunized rats after neurological manipulation with capsaicin. *Int J Immunopharmac*, **10**, 747(1988)
8. 유리나, 김정미, 한인섭, 김병삼, 이선희, 김미향, 조성희

: 매운맛 선호도가 식품섭취유형, 혈중 지질 및 항산화성 비타민 수준에 미치는 영향 *한국영양식량학회지*, **25**, 338 (1996)

9. Parish, C. R. : Separation and functional analysis of subpopulations of lymphocytes bearing complement and Fc receptors. *Trans. Rev.*, **25**, 98(1975)
10. Voller, A. and Bidwell, D. : Enzyme-linked immunosorbent assay. In manual of clinical immunology. Rose, N., Friedman, W. and Fahey, J. L.(eds.), American Society for Microbiology, Washington, D. C., p.99(1987)
11. Ristow, S. S., Starkey, J. R. and Hass. G. M. : Inhibition of natural killer cell activity *in vitro* by alcohols. *Biochem Biophys. Res. Commun.*, **105**, 1315(1982)
12. Mule, J. J., Schwarz, S. L., Roberts, A. B., Sporn. M. B. and Rosenberg, S. A. . Transforming growth factor-beta inhibits the *in vitro* generation of lymphokine-activated killer cells *Cancer Immunol Immunother.*, **26**, 95(1988)
13. Benjamin, E. and Leskowitz, S. Immunology. Wiley-Liss, NY, p.71(1993)
14. Stokes, C. R., Newby, T. J. and Stokes, C. R. Local Immune Responses of the Gut. CRC Press(1984)
15. 최옥수, 허봉석 . 고추 oleoresin의 가열조리 중 carotenoid 색소의 변화 *한국영양식량학회지*, **23**, 225(1994)
16. Bendich, A. and Olson, J. A. . Biological actions of carotenoids. *FASEB J.*, **3**, 1927(1989)
17. 나경수, 山田陽城, 성하진, 정종철, 양한철 고추의 항보체 다당의 정제와 특성 *한국농화학회지*, **32**, 378 (1989)

(1997년 9월 12일 접수)