

식이 요인이 SCE 빈도수로 본 흡연노인 임파구 DNA 손상에 미치는 영향

강명희^{1*} · 이정희²

¹한남대학교 식품영양학과

²천안외국어대학 외식산업과

Effects of Dietary Factors on Lymphocyte DNA Damage in Smoking Elderly People in Korea

Myung-Hee Kang^{1*} and Jung-Hee Lee²

¹Dept. of Food and Nutrition, Hannam University, Daejeon 306-791, Korea

²Dept. of Food Service Industry, Chonan College of Foreign Studies, Chungnam 330-705, Korea

Abstract

The spontaneous frequency of genetic damage and the possible relationship of this damage to dietary and nutritional variables were investigated in peripheral blood lymphocytes from 45 elderly people using sister chromatid exchange (SCE). The relationship of dietary and nutritional factors on SCE was assessed by different degrees of smoking status such as smokers (n=14), ex-smokers (n=16) and non-smokers (n=15). Significant relationship of the SCE frequency to nutrient intake of the combined subjects (n=45) was found. When cigarette smoking status was taken into account, there were negative linear relationships between SCE and fat, phosphorus or vitamin A intakes of the non-smokers as well as SCE and the dietary quality scores. There was a positive linear relationship between SCE and food frequency of meat and fish among the smokers. Use of artificial sweeteners in ex-smokers of the elderly people produced a significant increase of SCE in comparison with the mean SCE for those not using sweeteners. Other dietary parameters, including intake of coffee, green tea and ginseng tea, alcohol consumption, use of processed foods, and administration of vitamin pills did not show any correlation with SCE. These results suggested that dietary fat, phosphorus or vitamin A status are the major determinants of spontaneous DNA damage in lymphocytes of the elderly people.

Key words: SCE frequency, DNA damage, lymphocyte, nutritional status, dietary pattern, smokers

서 론

인간은 평생을 살면서 여러 유해한 환경에 노출되어 살아 가는데, 이런 유해한 환경은 주로 유전적으로 돌연변이를 일으키는 물질이나 발암물질 등을 함유하고 있는 경우가 많다. 역학조사에 의하면 미국 내에서 암으로 사망하는 사람 중 50~80%가 그들의 생활 양식과 관련이 있으며(1) 암으로 죽는 사람의 35%정도는 식사가 주된 원인이라고 보고 있다(2). 인간의 생활양식 중 식사 외의 요인 중에서는 흡연이 암과 가장 직접적으로 관련되어 있는 인자이다. 서구에서는 가장 흔한 암종의 하나가 폐암이며 한 나라의 폐암 발생률은 그 나라의 산업화 정도보다는 그 나라 국민의 흡연량과 상관관계가 있다. 흡연을 할 경우 폐암 뿐 아니라 후두암, 구강암, 인두암 등의 위험율이 높아진다(3). 흡연을 하게 되면 생체 내에서 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)이 발생되며, 이 ROS는 DNA 손상을 일으킬 뿐 아니라 이로 말미암아 암이나 기타 만성질환들이 시작될 수 있다(4). 이 ROS가 매

개하는 DNA 손상을 증화시키기 위한 기전으로는 항산화 영양소, 항산화 효소 기전이 있다. 비타민 C, 토코페롤, 그리고 캐로티노이드 등과 같은 항산화 비타민 들은 체내에서 ROS scavengers로 활동하며, 구리 혹은 셀레늄 등의 미량무기질은 항산화 효소의 일부분을 구성하면서 ROS의 제거에 역할을 한다(5).

자매염색분체 교환법(SCE, Sister-Chromatid Exchange)은 현미경을 통해 인체 임파구의 염색체를 관찰함으로써 DNA의 손상 여부를 비교적 간단하게 알아볼 수 있는 방법으로서 인간이 환경적인 돌연변이 유발물질에 노출되었는가의 여부를 알아볼 수 있는 human monitoring의 한 방법으로 사용되고 있다(6). SCE 빈도수는 각 개인의 유전적인 형질, 생활양식, 건강 요인 등과 같은 생물학적인 요인에 의해 달라질 수 있으며, 특정 질병에 노출된 환자(7,8), 흡연자(8,9) 및 고령자(8,10,11)의 SCE 빈도수는 비흡연자보다 증가함이 여러 연구자들에 의해서 보고되고 있다. 노화가 진행될수록 체내에서 ROS의 생성이 증가하여 인체 임파구 DNA 손상이

*Corresponding author. E-mail: mhkang@hannam.ac.kr
Phone: 82-42-629-7491, Fax: 82-42-633-7491

증가할 수 있는데 여러 연령의 인구집단을 대상으로 SCE 빈도수를 분석해 본 결과, 나이가 증가할수록 SCE 빈도수가 증가하였음이 보고되고 있다(12).

사람에게서 유전적인 손상이 일어나는 원인, 각 개인 내에서 혹은 개인간 유전적 손상이 서로 다르게 나타나는 점, 그리고 이 유전적인 손상에 식이 요인이나 영양학적인 요인이 어떻게 영향을 주는지에 대한 것들은 아직까지도 명확하게 밝혀지지 않고 있으며(13), SCE 빈도수로 본 DNA 손상정도에 식이성 요인이 얼마나 영향을 미치는가에 대한 연구도 많지 않다. 식이성 요인 중에서는 비타민 A와 selenium의 섭취(14) 또는 혈장 α -tocopherol 수준(15)과 임파구 SCE 빈도수와 역 상관관계가 있음이 보고되었다. 일정기간 항산화 비타민을 보충 투여한 영양중재 실험 결과로는 성인 남성(16)과 임신부(17)의 SCE 빈도수가 개선되었으며, β -carotene 투여는 SCE 빈도수로 측정된 DNA 손상을 예방해 주는데 효과가 없었다(18).

한편 국내에서도 인체 DNA 손상을 monitoring하는 방법으로 SCE 분석법을 사용한 연구가 몇 편 보고되었는데, 이 중에서 식이성요인과 관련된 연구로는 공단지역 주부(19), 남자대학생(20) 및 중년남자(21)의 식습관과 SCE 빈도수와 의 관계를 본 연구가 있으며, 특정 인구집단을 대상으로 인삼(22) 및 녹차(23)의 섭취와 인체 임파구 SCE 빈도수와의 관계를 살펴 본 연구가 있다. 그 외에 일반 인구 집단을 대상으로 환경적인 요인 또는 식이요인을 포함한 생물학적인 여러 요인이 SCE 분석법으로 본 임파구 DNA 손상정도에 미치는 영향에 관해서는 보고된 바 없다.

최근 우리나라도 노인 인구의 증가로 인해 노인의 건강문제 등이 사회 문제로 대두되고 있으며, 남자 노인의 경우 아직도 흡연 인구가 상당수 존재하고 있으나 흡연과 노화로 인한 DNA 손상 증가와 식이성 요인과의 관계에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 노인의 식품섭취 빈도를 포함한 여러 식이성 요인에 따라 흡연노인과 비흡연 노인의 인체 임파구 SCE 빈도수가 어떤 영향을 받는지를 알아보고 한다. 이러한 연구는 앞으로 노화와 흡연으로 인한 DNA 손상을 식이성 요인으로 극복할 수 있는 방안에 대한 연구를 수행하는데 중요한 기초연구자료를 제공하리라고 생각된다.

재료 및 방법

조사 대상자 선정 및 체위조사

본 연구의 대상자를 선정하기 위하여 대전시 J교회 소속 경로 대학에 등록된 60세 이상의 남, 여 노인 176명을 대상으로 하여 우선 설문 조사를 실시하였다. 질문지의 내용은 일반적인 사항, 건강 및 환경 요인, 식품 섭취 빈도를 포함한 식이 요인으로 구성하였다. 일반적인 사항에는 나이, 성별, 가족 수, 용돈, 배우자와의 관계 등을 넣었고 건강 및 환경 요인으로는 흡연에 관한 사항, 질병 및 유전적인 결함의 유무, 장기

적인 의약품의 복용 여부, 컴퓨터나 X-ray 또는 유해 물질의 노출 여부로 구성하고, 식이 요인으로는 커피, 인삼차, 녹차, 알코올 음료, 인공 감미료, 가공 식품의 섭취 여부 및 식품의 섭취 빈도수 등에 관한 항목을 만들었다. 총 질문지는 58문항, 6페이지로 작성하였다. 질문지 조사는 미리 훈련받은 조사원 30명이 노인 1명씩과 개별 면담하면서 조사하였다.

수집된 질문지를 여러 문항에 걸쳐 검토하여 유해 환경이나 석면, 농약 등 유해 화학 물질에 과도하게 노출되었던 사람, 큰 질병이나 감염이 있는 사람, X-ray 노출 빈도수가 많은 사람, 큰 수술을 했던 사람들은 본 연구의 대상자 선정에서 제외시켰다. 이때 검토한 항목은 Carrano와 Natarajan의 논문(24)을 참고로 하였다. 한편 SCE 빈도수는 성별에 따라 달라지며(25) 본 연구에서는 대상자를 흡연군, 담배를 피우다 끊은 금연군 및 비흡연군으로 나누어 SCE 빈도수의 차이를 보고자 하였으므로 흡연자가 많지 않은 여자 노인을 제외시키고 남자 노인들만을 본 연구의 대상자로 선정하였다. 위와 같은 검토 항목에 따라 선정된 조사 대상자 70명에게 혈액 제공 동의서를 배부하였으며 70명 중 57명이 혈액 제공에 동의하였다. 혈액 제공에 동의한 대상자 57명 중에서 흡연상태와 실험 당일 출석 여부, 체혈 혈액의 응고여부 등을 고려하여 45명을 최종대상자로 선정하였다. 대상자의 흡연상태는 흡연력, 흡연량 및 금연력 등에 관한 문항이 있는 설문지로 조사하였으며, 설문지 조사결과를 토대로 하여 대상자를 흡연군 14명, 금연군 16명, 비흡연군 15명으로 나누었다. 흡연군은 3년 이상 담배를 피웠던 사람, 금연군은 담배를 끊은지 2년이 경과한 사람, 그리고 비흡연군은 담배를 피워 본 경험이 없는 사람으로 선정하였다.

체위조사로는 조사 대상자의 신장, 체중, 혈압 및 체지방을 측정하였다. 신장은 신장계(삼화 주식회사 제품), 체중은 체중계(미국 Sunbeam사 제품), 혈압은 일반 혈압계를 사용하였으며, 체지방 측정은 Futrex 1000 Body fat tester(미국 Futrex사 제품)를 사용하여 왼팔의 삼두근에서 측정하였다. 혈압은 한국 건강관리협회 소속 임상병리사와 간호사의 도움으로 측정하였다.

식품 섭취 조사 및 영양소 섭취량 분석

대상 노인들의 1일 영양소 섭취 실태를 알기 위하여 24시간 회상법으로 그 전날의 식품 섭취량을 조사하였다. 미리 훈련을 받은 조사원들이 15~20분간 개별 면담을 하여 조사 대상자들의 각 끼니별로 섭취한 음식의 종류와 양을 조사하였고 이를 식품 분석표에 의거하여 1일 영양소 섭취량으로 환산하였다. 식습관 조사는 선행연구(21)에서 사용한 방법을 다소 수정하여 질문지로 일주일 동안의 식품 섭취 빈도수(food frequency)를 조사한 후 아래와 같이 점수화 하였다. 각 식품군별로 해당 식품의 섭취일이 일주일에 1번이나 2번 이하이면 1점, 2~6번이면 2점, 7번 이상이면 3점을 주었고, 인스턴트 식품의 경우는 거꾸로 식품 섭취일이 일주일에 1번이나 2번 미만이면 3점, 2~6번이면 2점, 7번 이상이면 1점

을 주어 총 30점을 만점으로 하였다. 따라서 점수가 높을수록 식습관이 우수하며 영양섭취의 충족도가 높은 것으로 해석하였다. 하루에 몇 가지 종류의 식품을 섭취하는가 하는 것은 균형식 섭취, 그리고 충분한 식이섭취의 여부를 알아보는 데 좋은 지표가 되므로(26) 본 연구에서는 섭취식품 가짓수로 본 식사 다양도 점수(dietary diversity score)를 내어보았다. 식품섭취 가짓수는 24시간 회상법으로 얻은 자료 중 하루 섭취식품의 종류를 집계하였으며 양념류 등 너무 적은 양(식품에 따라 5~10 g 이하)이 사용된 것은 제외하고 계산하였다. 하루 중 끼니에 따라 식품섭취 가짓수가 달라지는가를 알아보기 위해서 아침, 점심, 저녁으로 나누어서 섭취식품 가짓수를 집계하였다. 섭취식품 가짓수가 많을수록 영양섭취 상태가 양호하였다는 연구결과(27)가 있으므로 본 연구에서는 식사 다양도가 높을수록 충분한 영양섭취를 하고 있는 것으로 해석하였다.

식사의 균형섭취 여부를 쉽게 알아보는 방법으로는 기초식품군 별로 식품의 일정단위(serving size)에 따라 각각 점수를 주는 식사 점수법(food-scoring system)(28)이 있다. 이 방법은 식이 섭취상태를 평가하기에는 그 민감도가 낮고 다소 표면적이라는 비판도 있으나, Guthrie와 Scheer(26)는 이 방법과 24시간 회상법을 비교한 결과 식사 점수법이 식이 섭취상태를 평가할 수 있을 뿐만 아니라 영양 개선 프로그램의 효과를 평가하는데도 사용될 수 있다고 보고하였다. 우리나라 식품은 액체 음식이 많고 중량 단위별로 표시하기가 쉽지 않아서 위의 식사 점수법을 그대로 따르기에는 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 선행연구(21)에서와 같이 식사 점수법을 다소 수정하여 양적인 개념 없이도 간단히 식사의 균형을 알아볼 수 있게 개발된 식사 진단 점수표에 따라 식사 균형도(dietary quality)를 평가하였다. 즉 24시간 회상법에 의해 얻어진 그 전날 먹은 식사내용을 음식명과 재료명으로 나눈 후, 이 내용을 가지고 아침, 점심, 저녁의 각 식단별로, 5가지 기초식품군에 속한 식품종 한가지 이상 섭취하였으면 각 군별로 10점씩 50점을 주고, 또 각 기초식품군내에서 다시 13개의 작은 항목별로 나누어 2~5점씩 50점을 주어 이것의 합계가 100점이 되게 하였다.

SCE(sister chromatid exchange) test 채혈

채혈에 동의한 최종 대상자 45명으로부터 약 10 mL의 공복 혈액을 제공받아 SCE 시험, hematology와 혈액 화학적 검사를 실시하였고, hematology 검사와 혈액 화학적 검사는 한국 화학연구소에 의뢰하였다. 채혈한 10 mL의 혈액을 가지고 SCE 시험을 위해서는 50 IU/mL sodium heparin(Sigma)이 들어 있는 멸균된 시험관에 3 mL를, hematology검사를 위해서는 항응고제 EDTA가 들어있는 CBC bottle에 2 mL를, 혈액 화학적 검사를 위해서는 혈청분리관에 3 mL의 혈액을 각각 취하였고 나머지 2 mL는 간염 검사용으로 취하였다. 모든 혈액은 채혈하는 동안 ice box에 보관하였고 채혈이 끝난 후에 즉시 시험에 사용하였다. 혈액 화학적 검사를

위해서는 채혈하는 즉시 냉동 원심 분리기를 이용하여 10분간 3000 rpm에서 원심 분리하여 혈청을 얻었으며 검사 시까지 냉동 보관하였다.

혈액 세포 배양

혈액 세포 중 임파구 배양을 위한 배양액으로 Eagle's minimum essential medium(EMEM, Gibco co)을 사용하였으며 100 unit/mL penicillin/Streptomycin(Sigma)과 15% heat inactivated fetal calf serum(Gibco co)을 첨가하여 PH 7.0으로 적정하였다. 배양액 10 mL에 전혈 0.8 mL를 첨가하고 Phytohemagglutinin(PHA, Sigma) 100 μ L와 5 mM 5-bromodeoxyuridine(BudR) (Sigma) 50 μ L, heparin 100 μ L를 넣어서 잘 혼합하였다. BudR을 투여한 후부터는 photolysis를 방지하기 위하여 모든 조작을 빛이 차단된 곳에서 실시하였고 배양 용기도 aluminium foil로 이중으로 싸서 37°C 5% CO₂ incubator에 넣어 배양하였다.

표본 제작 및 SCE 관찰

배양이 시작되고 70시간이 되면 배양을 중단시키기 위해 10 mg/mL의 colchicine(BDH)을 50 μ L씩 분주하고 다시 2시간 더 배양시켰다. 72시간의 배양이 끝나면 배양액을 원심 분리관에 옮겨 1000 rpm에서 5분간 원심 분리시키고 상등액은 제거하였다. 그 후 Water bath에서 37°C로 예열된 0.075 M KCl을 8 mL씩 넣어 침전된 세포들을 조심스럽게 부유시키고 5분간 water bath에서 정지시킨 후 다시 1000 rpm으로 5분간 원심분리시켜 상등액을 제거하고 적당량(8 mL 정도)의 고정액(methanol : glacial acetic acid = 3 : 1)으로 고정한 후 1000 rpm에서 5분간 원심 분리시켰다. 동일한 방법으로 고정액을 가하여 원심 분리하는 과정을 3회 정도 반복하여 적혈구를 완전히 제거한 후에 ethanol로 깨끗이 닦은 slide 위에 떨어 뜨려 자연 건조시켰다. 표본 염색은 1974년 Perry & Wolff에 의해 개발된 fluorescence plus Giemsa technique(29)을 사용하였다. 53.4 g의 NaHPO₄ · 2H₂O를 약 800 mL의 증류수에 녹인 다음 pH 10.4로 정확히 맞추어 1 L의 Sörenson's buffer를 사용하여 만든 5% Gurr's Giemsa액에 slide를 담가 15분간 염색하였다. 염색된 slide를 흐르는 물에 살짝 씻어낸 후 증류수에 담갔다가 꺼내어 여과지로 물기를 닦아내고 자연 건조시켰다. 표본은 광학 현미경으로 관찰하면서 2차 분열된 중기 염색체를 가진 세포를 찾고 46개의 염색체 수를 확인한 다음 이 중 SCE를 관찰하였다. 각 표본 당 세포는 40개씩을 관찰한 후 세포 당 평균 빈도수를 계산하였다.

자료의 처리

모든 자료의 처리는 SPSS-PC+통계 package를 사용하여 처리하였다. 각 항목에 따라 백분율과 평균치±표준오차(SE)를 구하였으며 연속형 자료의 경우 흡연군, 금연군 및 비흡연군의 각 군별 유의성 검증을 위해서는 One-way 분산분석(ANOVA)한 후 F 값을 구하였고 Tukey's test를

이용하여 각 군간의 유의성의 차이를 검증하였다. 두 군간의 평균치의 유의성은 Student's t-test를 실시하여 알아 보았으며 범주형 자료인 경우 X^2 값을 구하여 각 군별 유의성 검증을 실시하였다. 변수들 사이의 상관관계는 Pearson's moment product correlation coefficients인 r 계수로 검증하였다.

결과 및 고찰

조사대상자의 나이, 흡연습관 및 임파구 SCE 빈도수의 변화

본 조사대상자의 나이 및 흡연습관을 본 결과는 Table 1과 같다. 본 연구에서 남자 노인들의 평균 나이는 71.4세이며 세 군간에 유의적인 차이는 없었다. 흡연군의 흡연량은 하루 16.4 개피, 그리고 흡연력은 45.4년이었으며 금연군의 경우는 하루 18.8개피, 흡연력은 33.1년이었고 담배를 끊은 지는 평균 9.5년이 경과하였다. 하루에 1갑 피우는 것을 기준으로 한 smoking packyears로 흡연력을 보았을 때, 흡연군 37.4년, 금연군 32.1년으로 두 군간에 유의적인 차이는 볼 수 없었다. 흡연군과 비흡연군의 임파구 SCE 빈도수는 흡연군 11.5 ± 1.1 , 금연군 10.3 ± 0.6 , 그리고 비흡연군 8.8 ± 0.3 로써 비흡연군에 비해 흡연군의 SCE 빈도수가 유의적으로 높았다($p < 0.05$) (Table 1). 한편 대상 노인의 인구학적인 요인과 SCE와의 상관관계는 Table 2에 제시하였으며 대상노인 모두로 볼 때 신장 및 체중이 SCE 빈도수와 역의 상관관계를 보였으며 체지방은 SCE 빈도수와 관계가 없었다. 흡연군에서는 신장과 SCE 빈도수가 역의 상관관계, 그리고 packyears로 본 흡연력과 SCE 빈도수가 정의 상관관계를 보였다.

영양소의 섭취와 SCE 빈도수의 변화

인체를 둘러싼 여러 환경요인 중에서 가장 많은 부분을 차지하는 것이 식이성 요인이며 이는 SCE 빈도수에 영향을 줄 수 있다. 비타민 C, 토코페롤, 그리고 캐로티노이드 등과 같은 항산화 비타민들은 체내에서 ROS scavengers로 활동하며, 구리 혹은 셀레늄 등의 미량무기질은 항산화 효소의 일부분을 구성하면서 ROS의 제거에 역할을 한다(5). 본 연구에서는 식이성 요인을 영양소의 섭취, 식품군별 섭취빈도, 그리고 식사 다양도 및 균형도의 측면에서 나누어 다루고 각 요인들과 SCE 빈도수와의 상관관계를 중심으로 살펴보았으며 대상자의 영양소 섭취에 따른 인체 임파구 SCE 빈도수의 변화를 살펴본 결과는 Table 3과 같다.

먼저 대상 노인들을 흡연군, 금연군, 그리고 비흡연군으로 나누어 영양소 섭취량과 SCE 빈도수와의 관계를 보면 흡연군에서는 식이섬유질 섭취($r = 0.559$), 금연군에서는 비타민 C 섭취($r = 0.518$)와 SCE 빈도수 간에 정의 상관관계를 보였으며 비흡연군에서는 지방($r = -0.467$), 인($r = -0.477$) 및 비타민 A($r = -0.466$) 섭취와 SCE 빈도수 간에 역의 상관관계를 보였다. 즉 흡연군의 경우는 식이섬유질을 많이 섭취할수록 SCE 빈도수가 증가하는 결과를 볼 수 있었는데 일반적으로 식이섬유질의 섭취는 암의 위험성을 낮추어 주는 영양소로 알려져 있으나 본 연구 대상이 된 노인의 경우 대부분이 경제적으로 매우 낮은 계층의 노인들로 구성되어 있어서 식이 섬유를 많이 섭취하는 것이 전반적인 영양섭취 부족과 관련이 있을 가능성이 있다. 또 흡연군에서는 흡연이 다른 요인에 비해 SCE 빈도수에 미치는 영향이 크기 때문에 흡연의 요인을 남겨둔 채로 다른 요인의 상관성을 검토하는 것에는 제한점이 있을 가능성도 있다. 흡연으로 인한 이와 같은 제한점

Table 1. Details of smoking habits and SCE frequencies in elderly people with different degrees of smoking status

Variables	Smoker (n=14)	Ex-Smoker (n=16)	Non-Smoker (n=15)	Total (n=45)
Age (years)	$71.1 \pm 1.5^{1)}$	72.9 ± 1.4	69.9 ± 1.0	71.4 ± 0.8
Number of cigaretts/day	16.4 ± 1.3	18.8 ± 2.0	-	17.7 ± 1.2
Duration of smoking (year)	45.4 ± 2.7	33.1 ± 3.2	-	38.9 ± 2.4
Smoking history (packyears) ²⁾	37.4 ± 4.1	32.1 ± 4.6	-	34.2 ± 3.1
SCE frequencies/cell	$11.5 \pm 1.1^{a3)}$	10.3 ± 0.6^{ab}	8.8 ± 0.3^b	10.2 ± 0.4

¹⁾Mean \pm SE.

²⁾Pack years = on the basis of one pack of cigarettes per day.

³⁾Values within a row not followed by the same letter are significantly different at $\alpha = 0.05$ level by Tukey's tests.

Table 2. Correlation coefficients between SCE and demographic factors of the elderly people

Variables	Groups			Total (n=45)
	Smoker (n=14)	Ex-Smoker (n=16)	Non-Smoker (n=15)	
Age	-0.011	0.226	0.138	0.127
Height	-0.461*	-0.111	-0.420	-0.338*
Weight	-0.260	-0.404	-0.390	-0.374*
Body fat	-0.188	-0.030	-0.302	-0.197
Education level	-0.334	-0.010	0.037	-0.151
Monthly stipend	0.317	0.256	0.231	0.107
Smoking packyears	0.489*	-0.096	-	0.241

* $p < 0.05$.

Table 3. Correlation coefficients¹⁾ between SCE and nutrient intakes of the elderly people

Nutrients	Groups			Total (n=45)
	Smoker (n=14)	Ex-Smoker (n=16)	Non-Smoker (n=15)	
Energy	0.063	-0.416	-0.229	-0.242
Protein	0.094	-0.372	-0.273	-0.205
Fat	-0.177	-0.313	-0.467*	-0.322*
Carbohydrates	0.024	-0.347	-0.166	-0.151
Dietary fiber	0.559*	-0.163	-0.095	-0.031
Calcium	-0.031	-0.313	-0.024	-0.171
Phosphorus	0.011	-0.350	-0.477*	-0.255*
Iron	-0.126	-0.157	0.274	-0.109
Vitamin A	0.076	-0.187	-0.466*	-0.147
Thiamin	0.139	-0.126	-0.436	-0.125
Riboflavin	0.112	0.209	0.039	0.039
Niacin	0.244	-0.017	0.031	0.072
Vitamin C	0.203	0.518*	-0.392	0.065

¹⁾Pearson's correlation coefficient r.

*p<0.05.

은 담배를 피운 적이 있는 금연군에서 비타민 C 섭취가 많을수록 SCE 빈도수가 증가하는 결과를 보인 것에도 적용시킬 수 있을 것이다. 또 흡연의 요인이 없는 비흡연군의 경우, 지방과 인 그리고 비타민 A의 섭취가 많을수록 노인의 SCE 빈도수가 감소하는 결과를 보였다. 지방과 인의 섭취가 많을수록 노인의 SCE 빈도수가 감소하는 결과도 앞서처럼 노인의 지방이나 인의 섭취량 자체가 부족할 경우 SCE 빈도수가 증가하며, 충분한 섭취가 SCE 빈도수를 낮출 수 있었으리라 생각된다. 본 연구결과 비흡연군에서 비타민 A를 많이 섭취할수록 SCE 빈도수를 낮추어 주었는데 이는 비타민 A의 충분한 섭취가 암의 위험도를 줄인다는 연구결과(3)와 잘 일치함을 보여 주었다.

일정기간 동안 항산화 비타민 등을 보충 투여한 후 SCE 분석법으로 본 DNA 손상정도가 얼마나 회복되었는가를 살펴본 연구가 보고되었는데, Elmadfa와 Park(16)은 2주간 젊은 남성에게 γ -tocopherol과 α -tocopherol이 풍부한 corn oil을 투여하였을 때, SCE 빈도수로 본 DNA 손상에 보호효과가 있음을 보고하였다. 또 임신부에게 종합 비타민을 10주간 공급하였을 때 혈장 항산화 수준 및 입과구 SCE 빈도수가 감소함도 보고된 바 있다(17). Cheng 등(14)은 78명의 성인을 대상으로 조사한 결과, 비타민 A와 selenium의 섭취가 입과구 SCE 빈도수와 역 상관관계가 있음을 보고하였으며, 다른 연구에서는 혈장 비타민 E 수준과 SCE 빈도수와 역의

상관관계를 보였다(15). Van Poppel 등(18)은 β -carotene 투여는 SCE 빈도수로 측정된 흡연-유도 DNA 손상을 예방해주는 데 효과가 없었다고 하였다. Hageman 등(15)은 50명의 흡연자와 비흡연자를 대상으로 혈장 항산화 비타민 수준과 입과구 SCE 빈도수를 비교해 본 결과, 혈장 α -tocopherol 수준과 SCE 빈도수 사이에 유의적이지는 않으나 약한 역의 상관관계가 있음을 관찰하였다. 이 외에도 SCE 빈도수 분석법이 아닌 다른 방법, 즉 8-OHdG 분석법이나 comet assay로 DNA 손상 정도를 분석하여 항산화 비타민 보충 투여로 인한 흡연자의 DNA 손상 회복 정도를 관찰한 연구들이 다수 보고되고 있으나(30,31) 이 연구 결과들도 대상자의 흡연 상태, 보충영양소의 종류와 양, DNA 손상 분석방법 및 연구자에 따라서 항산화 비타민 보충 후 DNA 손상도가 개선되었다는 보고가 있는 반면, DNA 손상정도에 차이가 없거나 오히려 증가하였다는 연구보고도 있다.

한편 노인의 1일 영양소 섭취량을 그 영양소의 1일 권장량(RDA)으로 나누어 NAR(Nutrient Adequacy Ratio)(32)을 구하여 이 수치와 SCE와의 상관관계를 본 결과는 Table 4와 같다. 기대와는 달리 흡연군에서는 niacin의 NAR과 SCE가, 그리고 금연군에서는 비타민 C의 NAR과 SCE가 정의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 해석하기 어려웠으나, 흡연군이나 금연군 모두 흡연의 요인으로 인해 영양소 섭취의 영향이 감추어진 것에 기인한 결과로 생각된다. 이와 같은 결과

Table 4. Correlation coefficients between SCE and NAR¹⁾ of the subjects

Nutrients	Groups			Total (n=45)
	Smoker (n=14)	Ex-Smoker (n=16)	Non-Smoker (n=15)	
NAR kcal	-0.032	-0.195	-0.253	-0.253*
NAR vitamin A	0.076	-0.187	-0.471*	-0.148
NAR thiamin	0.128	-0.131	-0.445*	-0.135
NAR niacin	0.472*	-0.012	0.007	0.060
NAR vitamin C	0.231	0.520*	-0.392	0.063
NAR protein	0.177	-0.182	-0.455*	-0.062

¹⁾NAR (Nutrient Adequacy Ratio) = Subject's daily intakes of a nutrient/RDA of that nutrient.

*p<0.05.

는 흡연의 요인이 없는 비흡연군에서의 결과를 보면 뚜렷하게 나타나는데, 비흡연군에서는 대상자의 비타민 A, thiamin 및 단백질의 섭취가 SCE와 역의 상관관계를 보였다. 즉 담배를 피우지 않는 군에서는 노인의 비타민 A, thiamin 및 단백질의 섭취가 권장량을 충족시킬수록 노인의 SCE 빈도수가 감소하였으며 나머지 영양소에서는 이 경향이 뚜렷하지 않았다. 비타민 A에 대한 이와 같은 결과는 역학조사들(33)과 동물실험(34)을 통해 비타민 A의 섭취가 많을수록 암의 위험성이 감소한다는 연구들과도 관련이 있다고 볼 수 있다. 또 노인의 경우 thiamin 및 단백질의 섭취 부족으로 인해 균형식의 섭취가 저해 받을 경우 SCE 빈도수가 높아지고 이에 따라 암의 위험도도 증가할 수 있는 것으로 풀이해 볼 수 있다. 대상은 다르나 Carrano와 Natarajan(24)은 어린이들이 단백질-열량 결핍증을 보일 경우 SCE 빈도수가 높았음을 보고하였다. 대상자의 영양상태가 DNA 손상에 미치는 영향에 대한 선행 연구들을 보면, DNA 손상 정도를 재는 다른 방법인 micronucleus(MN) 빈도수 분석법을 사용하여 실험한 Smith 등(35)은 항산화 비타민 섭취와 MN 빈도수 사이에 역의 상관관계가 있다고 보고하였으며, MacGregor 등(13)은 엽산과 비타민 B12 영양상태가 불량한 대상자에게서 MN 빈도수로 본 유전적인 손상이 증가하나 항산화 비타민인 비타민 C, α -tocopherol 및 β -carotene 영양상태와 MN 빈도수와는 유의적인 상관관계를 보이지 않는다고 하였다. 일본에서 수행된 한 관찰 연구에서는 임파구 DNA 손상과 혈장 α -tocopherol 및 β -carotene 수준과 아무런 상관관계가 없었다(36). 이와 같이 영양소 섭취 및 영양상태가 DNA 손상 정도에 미치는 영향은 연구자 및 연구집단에 따라, 혹은 영양소에 따라 다르게 나타나 어떤 일관된 경향이 없음을 볼 수 있었다.

식습관별 섭취빈도와 SCE 빈도수의 변화

각 개인의 식품군별 섭취빈도와 SCE와의 관계를 비교해 보기 위해 각 대상자의 식품군별 섭취빈도수를 점수로 주어

식습관 점수를 내고 SCE 빈도수 간의 상관관계를 본 결과는 Table 5와 같다. 대부분의 식품군들의 경우는 식품의 섭취빈도와 SCE 빈도수 사이에 유의적인 상관관계를 보이지 않았으며 식습관 총 점수와 SCE 빈도수 사이에도 유의적인 상관관계를 볼 수 없었다. 다만 흡연군에서 육어류 섭취빈도와 SCE 빈도수 간에 유의적인 상관관계($r=0.571$)를 보였는데 이는 최근 과다히 구운, 혹은 정상적으로 조리한 육류 및 어류의 섭취가 돌연변이 유발물질이 될 수도 있다는 연구들(3)과 무관하지 않다고 본다. Wulf 등(37)은 Greenland Eskimo인을 대상으로 중금속을 많이 함유하고 있는 바다표범 식사(seal diet) 섭취 빈도에 따라 SCE 빈도수가 영향을 받는지를 알아 본 결과 Eskimo인들의 전형적인 식사 형태인 바다표범 고기의 섭취가 많을수록 SCE 빈도수가 높았으며 이는 바다표범 고기가 중금속을 많이 함유하고 있기 때문이라고 하였다. 한편 우리나라 대학생들의 식품섭취 빈도와 임파구 SCE와의 관계를 본 결과 뼈째 먹는 생선 및 해조류의 섭취빈도와 SCE 빈도수가 정의 상관관계를 가질 뿐 나머지 식품군들은 SCE 빈도수와 유의적인 상관관계를 보이지 않았다(20).

체내 ROS가 증가하는 것이 암을 발생시키는 원인으로 역할 한다는 연구가 많이 축적되면서 ROS의 생성을 감소시키는 식이성 요인도 암의 위험을 감소시킬 수 있는 것으로 여겨지고 있다(38). Boyle 등(39)은 6명의 성인여성에게 양과 식사를 섭취시킨 후 comet assay로 임파구 DNA 손상도를 측정 한 결과, 혈중 flavonoid glycosides가 증가함과 동시에 임파구 DNA 손상도가 감소하였다고 보고하였다. 그 외 여러 인구집단 연구에서 과일과 야채를 많이 먹는다는 혹은 식물성 기름을 섭취하는 것이 암의 위험을 낮춘다는 결과가 밝혀지고 있는데, 이는 이들 식품에 항산화 영양소인 carotenoids, tocopherols, vitamin C 그리고 여러 가지 flavonoids의 함량이 많기 때문인 것으로 생각된다(40). 그러나 식이 중 지방함량, 특히 동물성 지방 함량이 많으면 이는 유방암과 대장암의 위험을 증가시킨다(41).

Table 5. Correlation coefficients¹⁾ between SCE and food frequency variables by food groups

Food groups	Groups			Total (n=45)
	Smoker (n=14)	Ex-Smoker (n=16)	Non-Smoker (n=15)	
Bean and bean products	0.074	0.055	-0.092	-0.018
Meat and fish	0.571*	0.085	0.033	0.199
Eggs	-0.008	-0.098	-0.122	-0.140
Milk and milk products	-0.395	0.356	-0.007	-0.118
Dried small fish and seaweeds	0.010	0.091	0.097	-0.008
Green and yellow vegetables	-0.114	-0.286	0.300	-0.071
Other vegetables	0.005	0.146	0.425	0.169
Fruits	-0.249	-0.208	0.085	-0.193
Fats and fried food	-0.192	-0.042	0.106	-0.080
Instant foods	-0.010	-0.311	0.425	-0.063
Total score ²⁾	-0.168	-0.045	0.299	-0.095

¹⁾Pearson's correlation coefficients.

²⁾Using the following format for scoring; 1 = 0~1 times/week, 2 = 2~6 times/week, 3 = 1~3 times/day except for instant food group, where 1 = 1~3 times/day, 2 = 2~6 times/week, 3 = 0~1 times/week.

* $p < 0.05$.

식사다양도, 식사균형도 및 혈중 지질 수치와 SCE 빈도수의 변화

균형식의 섭취와 충분한 식이섭취 여부를 알아보기 위하여 대상노인들의 1일 섭취식품 가짓수로 식사 다양도 점수를 내고, 또 24시간 회상법의 자료로 기호 식품군별로 점수를 주어 균형도 점수를 계산한 후 SCE와의 상관관계를 본 결과는 Table 6과 같다. 비흡연군에서 식사균형도($r = -0.619$)가 SCE 빈도수와 역의 상관관계를 보였다. 즉, 담배를 피우지 않는 노인의 경우 균형된 식사가 DNA 손상 결과로 나타나는 SCE 빈도수를 낮추어 주는 것으로 해석할 수 있다. Murthy 등(24)은 심한 단백질 열량 결핍증(PCM)이 있는 어린이들의 SCE 빈도수가 정상 어린이들보다 낮았던 것과 PCM을 치료한 후에는 SCE 빈도수가 다시 정상으로 회복되었음을 관찰하여 SCE 빈도수에 영양상태가 영향을 줄 수 있음을 보고하였다. 본 논문에서는 대상이 노인이라 직접 비교하기는 곤란하나 역시 영양의 균형 여부와 SCE 빈도수와 유의적인 상관관계를 보여 환경성 돌연변이의 여러 위험인자를 줄이는데 있어서 균형된 영양소의 섭취여부가 중요함을 확인할 수 있었다.

혈청 콜레스테롤 및 혈당 수치와 SCE 빈도수 간에는 아무런 상관관계를 보이지 않았으나 세 군을 모두 합친 전 대상자

군의 경우, 혈당수준과 SCE 빈도수 사이에 정의 상관관계가 나타났다.

기호식품의 섭취와 SCE 빈도수의 변화

여러 기호식품(커피, 차, 알코올 등)의 섭취가 SCE 빈도수와 관련이 있음이 보고되고 있다(42). 본 조사에서는 기호식품으로 커피, 인삼차 및 녹차의 섭취, 알코올의 섭취, 감미료 사용여부, 가공식품의 사용여부, 그리고 비타민 영양제의 복용여부 등의 요인에 따른 SCE 빈도수의 차이를 관찰하여 Table 7에 나타내었다. 커피는 우리의 일상 생활에서 중요한 기호 음료의 하나로 자리를 잡아가고 있으나 커피 및 그의 주성분인 카페인에 대해서는 주로 돌연변이 유발성, 또는 암과의 관계에 관한 많은 연구가 진행되어 오고 있다. 본 연구에서는 커피의 섭취여부에 따라 대상자를 하루에 평균 1~3잔을 마시는 군과 커피를 섭취하지 않는 군을 분류하여 SCE 빈도수의 차이를 보았으나 커피를 섭취하는 군과 섭취하지 않는 군 사이에 SCE 빈도수의 유의적인 차이는 보이지 않았다(Table 7). 이와 같은 결과는 간호원들을 대상으로 커피 섭취량과 SCE와의 관계를 조사해 본 결과 커피 섭취량과 SCE 수준과는 무관하였다는 보고(43), 그리고 우리나라 대학생들의 커피 섭취량과 SCE 빈도수는 무관하다는 보고(20)와 일

Table 6. Correlation coefficients between SCE and dietary or biochemical factors of the subjects

Variables	Groups			Total (n=45)
	Smoker (n=14)	Ex-Smoker (n=16)	Non-Smoker (n=15)	
Dietary diversity score ¹⁾	0.063	-0.236	-0.337	-0.033
Dietary quality score ²⁾	0.341	0.228	-0.619**	0.100
Serum cholesterol	0.108	0.079	-0.158	-0.005
Serum glucose	0.344	0.108	-0.092	0.274*

¹⁾The number of foods consumed per day.

²⁾The scoring system based on the Korean Five-Stories Food Tower and the Dietary Scoring Sheet of three meals a day published by the Rural Living Science Institute, Office of Rural Development, Korea.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Table 7. SCE frequencies of the subjects for dietary factors

Variable	-/+ ¹⁾	SCE frequencies			Total
		Smoker	Ex-smoker	Non-smoker	
Coffee intakes	-	14.80 ± 2.27 (3) ²⁾	10.35 ± 1.28 (4)	8.48 ± 0.43 (5)	10.68 ± 0.99 (12)
	+	10.64 ± 1.09 (11)	10.31 ± 0.78 (12)	8.87 ± 0.38 (9)	10.02 ± 0.49 (32)
Green tea intakes	-	11.66 ± 1.28 (11)	10.61 ± 0.78 (13)	8.80 ± 0.36 (6)	10.63 ± 0.59 (30)
	+	12.70 ± 1.50 (2)	9.07 ± 0.27 (3)	8.88 ± 0.44 (8)	9.51 ± 0.51 (13)
Ginseng or ginseng tea intakes	-	13.22 ± 1.67 (5)	9.55 ± 0.61 (6)	8.00 ± 0.00 (1)	10.95 ± 0.93 (12)
	+	10.59 ± 1.32 (9)	10.78 ± 0.96 (10)	8.84 ± 0.31 (11)	9.91 ± 0.49 (33)
Alcohol consumption	-	10.60 ± 1.40 (4)	9.52 ± 0.45 (9)	8.86 ± 0.29 (5)	9.58 ± 0.39 (18)
	+	11.90 ± 1.39 (10)	11.34 ± 1.32 (7)	8.75 ± 0.39 (10)	10.59 ± 0.67 (27)
Intakes of Sweetner	-	12.08 ± 1.29 (11)	9.65 ± 0.51 (13)*	8.65 ± 0.27 (13)	10.02 ± 0.48 (37)
	+	9.50 ± 0.86 (3)	13.20 ± 2.17 (3)	9.70 ± 1.00 (2)	10.94 ± 1.03 (8)
Intakes of processed food	-	11.27 ± 0.98 (11)	10.06 ± 0.63 (15)	8.79 ± 0.27 (15)	9.92 ± 0.39 (41)
	+	12.47 ± 3.97 (3)	14.20 ± 0.00 (1)	-	12.90 ± 2.84 (4)
Administration of vitamin pills	-	11.85 ± 1.20 (12)	10.32 ± 0.85 (12)	8.66 ± 0.35 (11)	10.32 ± 0.55 (35)
	+	9.60 ± 1.20 (2)	10.33 ± 0.66 (4)	9.13 ± 0.35 (4)	9.70 ± 0.37 (10)

¹⁾-: subjects who does not intake the foods or pills, +: subjects who usually intake the foods or pills.

²⁾Number in parenthesis represents the number of subjects.

* $p < 0.05$.

치하였다. 그러나 Lee 등(23)이 우리나라 성인 여성 52명(20~50세)을 대상으로 커피를 섭취하지 않는 41명과 하루 평균 1~2잔의 커피를 섭취하는 11명을 대상으로 SCE 빈도수를 비교했을 때 커피를 섭취하지 않는 군의 SCE 빈도수에 비해서, 커피군의 SCE 빈도수가 유의적인 증가를 보였다는 보고와는 다른 결과를 나타내었다. 대부분의 역학 조사에서 커피를 즐겨 마시는 군의 경우 방광암과 췌장암, 전립선암, 결장암 및 식도암에 걸릴 위험이 높음이 보고되고 있으나(44) 실험동물을 이용한 실험에서는 2년간 쥐에다가 1일 85 cup에 해당하는 5%의 인스턴트 커피를 먹였는데도 방광에 아무런 종양이 생기지 않았다고 한다(45). 그러나 Aeschbacher 등(44)은 *in vivo* 동물실험에서 체중 kg당 카페인을 주고 이에 따른 SCE 빈도수의 변화를 본 결과 카페인의 양이 증가함에 따라 SCE 빈도수도 유의적으로 증가한다고 하였다. Smith 등(35)은 항산화 비타민 섭취와 MN 빈도수 사이에 역의 상관관계가 있으며, 카페인 음료 섭취와는 정의 상관관계가 있음을 보고하였다.

녹차는 여러 약리 성분을 함유하고 있음이 보고되고 있는 음료로 최근 항변이원성 및 항암성에 대한 연구가 많이 보고되고 있다. Oguni 등(46)은 일본의 주요 차 생산지인 Shizuoka현에 사는 남,녀의 위암 사망률이 일본의 평균 사망률보다 낮으며 이는 녹차의 음용에 의한 것으로 보고하였다. Lee 등(23)은 녹차의 섭취가 흡연하는 산업체 근로자의 증가된 SCE 빈도수를 녹차가 낮추어 주었다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 금연군과 각 군을 모두 합한 전대상자군에서 하루 1~3잔의 녹차의 섭취로 SCE 빈도수가 다소 낮아지는 경향을 볼 수 있었으나 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았다(Table 7). 이는 본 연구의 조사대상 노인의 경우, 녹차를 섭취하는 대상자 수가 13명밖에 되지 않았던 것에 기인한 것이라 생각된다. 앞으로 좀 더 많은 수의 노인을 대상으로 녹차의 섭취와 SCE 빈도수의 관계를 살펴보는 연구가 필요할 것이다. 한편 인삼차의 경우도 흡연군과 전 대상자군에서 하루 1~3잔의 인삼차 섭취시 SCE 빈도수가 다소 감소함을 보였으나 역시 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았다(Table 7).

알코올의 섭취가 건강에 미치는 영향은 매우 크며 또한 알코올이 사회적으로 또 보건학적으로 갖는 비중은 앞으로 더욱 커질 것이다. 알코올의 섭취는 체내의 수많은 조직에서 병리 효과를 가져오고 있고 발암과도 관계가 있음이 지적되고 있다(3). 맥주의 섭취가 과다하면 대장암, 특히 직장암의 위험이 높으며 더욱이 흡연자가 알코올 음료를 많이 마시면 구강암, 후두암, 식도암 그리고 기관지암의 위험성을 상승적으로 증가시킨다(3). 본 조사에서는 알코올음료의 섭취에 대한 SCE 빈도수의 차이를 보기 위해 알코올 음료 중 소주류를 평균 일주일에 1~3병 이상 마시는 군과 알코올을 섭취하지 않는 군으로 분류하여 SCE 빈도수를 관찰하였다(Table 7). 그 결과 흡연군, 금연군, 그리고 전 대상자군에서 알코올 음

료를 섭취하는 군이 알코올을 섭취하지 않는 군보다 SCE 빈도수가 다소 증가하였으나 역시 유의적인 차이는 볼 수 없었다. 이와 같은 결과는 Shim 등(19)이 산업체 근로자의 알코올 섭취량과 SCE 빈도수와는 무관하였다고 보고한 결과와는 일치하였으나 국내 대학생의 음주가 SCE 빈도수를 증가시켰다는 보고(20)와는 다른 결과였다. Graham 등(47)은 비음주자와 음주자의 SCE를 비교하여 음주자의 SCE가 높을 뿐 아니라 암에 걸린율이 높았다고 보고하였으며 이는 알코올 음료의 주성분인 ethanol이 mutagenic하거나 혹은 carcinogenic한 것에 기인한다고 하였다. 또한 Hoeft와 Obe(48)는 알코올 음료가 인체 임파구 SCE 빈도수를 증가시키며 알코올 음료의 종류에 따라서도 SCE 빈도수는 Whisky > brandy > rum 순으로 증가되었음을 보고하였다. 앞으로 알코올과 SCE 빈도수의 상관관계는 대상별로, 또 알코올의 내용과 양별로 더욱 자세한 연구가 되어야 하리라고 본다.

지금까지 사용되고 있는 많은 인공 감미료에 대해서 돌연변이 유발성이나 발암성이 다양하게 연구되어 왔다. 연구에서는 감미료 섭취에 따른 SCE 빈도수의 차이를 보고자 대상자를 감미료를 섭취하는 군과 섭취하지 않는 군으로 분류하여 SCE 빈도수의 차이를 본 결과 금연군에서 감미료를 섭취하는 군의 SCE 빈도수가 섭취하지 않는 군보다 유의적으로($p < 0.05$) 높았다(Table 7). 우리나라에서 Won 등(49)은 건강한 인체 임파구 배양액에 인공감미료인 saccharin을 처리한 결과 saccharin의 농도가 증가함에 따라 SCE 빈도수가 증가하는 것을 관찰하여 본 연구의 결과와 일치하였으나 이는 실험실에서 감미료를 농도별로 처리하여 *in vitro* 실험으로 본 것이므로 본 연구 방법과는 다소 차이가 있었다. 반면 대학생들(20), 혹은 산업체 근로자들(23)의 감미료 섭취여부와 SCE 빈도수와는 유의적인 관계가 없음이 보고되었다.

여러 종류의 식품첨가물의 발암효과에 대해서도 많은 보고가 있어 왔으므로 첨가물의 사용이 많은 가공식품의 사용여부에 따라서도 두 군으로 분류하여 SCE 빈도수의 변화를 보았으나 전 대상자에서만 가공식품을 사용할수록 SCE 빈도수가 다소 증가하는 것으로 보일 뿐 유의적인 차이는 없었다(Table 7). 한편 비타민 영양제의 섭취에 따른 SCE 빈도수의 변화를 보면 흡연군에서나 전 대상자군에서 영양제를 섭취하는 군의 SCE 빈도수가 다소 낮음을 보였으나 역시 유의적인 차이는 아니었다.

본 연구결과, 비흡연 노인에게서 비타민 A 섭취량과 SCE 빈도수 간에는 역의 상관관계가 나타났으나, 나머지 영양소 섭취와 SCE 빈도수 사이에 유의적인 상관관계가 나타나지 않았는데 이는 본 연구의 대상자 수가 많지 않았음에 기인하는 것으로 보인다. 따라서 노인의 유전적인 DNA 손상과 영양상태와의 상관관계를 알기 위해서는 보다 큰 규모의 인구 집단을 대상으로 한 분자역학적 관찰 연구가 계획되어야 하리라고 본다.

요 약

영양소의 섭취를 포함한 여러 식이성요인에 따라 일부 지역 남자 노인의 인체 입과구 SCE 빈도수가 어떤 영향을 받는지를 조사해 보고자하여 60세 이상의 노인 45명을 대상으로 설문조사를 실시한 후 채혈하여 입과구 SCE 시험을 실시하였다. 조사 대상자의 식이성 요인이 SCE 빈도수에 미치는 영향에 대해 분석한 결과는 다음과 같다. 1. 채혈 대상자를 흡연여부에 따라 흡연군(n=14), 담배를 피우다가 현재는 끊은 금연군(n=16), 비흡연군(n=15)으로 나눈 후 SCE 빈도수를 비교한 결과 흡연군의 SCE 빈도수가 비흡연군에 비해 유의적으로 높았으며 노인의 나이가 많을수록 DNA 손상정도가 증가하였다. 대상 노인의 인구학적 요인 중 신장, 혹은 체중이 전 대상자군에서 SCE 빈도수와 각각 역의 상관관계를 보였으며 흡연군에서는 신장과 SCE 빈도수가 역의 상관관계, 그리고 pack years로 본 흡연력과 SCE 빈도수가 정의 상관관계를 보였다. 2. 전 대상자군에서는 24시간 회상법으로부터 구한 영양소의 섭취와 SCE 빈도수 간에 상관관계가 없었으나 흡연군의 경우는 식이섬유질 섭취량, 금연군의 경우는 비타민 C 섭취량과 SCE 빈도수가 각각 정의 상관관계를 보였다. 그러나 비흡연군에서는 지방, 인 혹은 비타민 A 섭취량과 SCE 빈도수 간에 역의 상관관계를 보였다. 3. 흡연군에서 육어류 섭취빈도와 SCE 빈도수 간에 정의 상관관계를 보였고, 비흡연군에서 식사균형도가 SCE 빈도수와 역의 상관관계를 보였다. 세 군을 모두 합한 전대상자군의 경우, 혈당수준과 SCE 빈도수 사이에 정의 상관관계가 나타났다. 금연군에서 감미료를 섭취하는 군의 SCE 빈도수가 섭취하지 않는 군보다 유의적으로 높았다. 나머지 식이성 요인들은 SCE 빈도수와 상관성을 보이지 않았다. 본 연구 결과는 앞으로 DNA 손상도가 높은 노인 대상으로 이의 회복을 위하여 식이성 요인을 이용한 영양중재실험을 계획할 때, 혹은 노인 대상의 영양교육 시에 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

문 헌

- Weisburger JH. 1979. On the etiology of gastro-intestinal tract cancers with emphasis on dietary factors. In *Environmental carcinogenesis*. Emmelot P, Kriek E, eds. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam. p 215-240
- Doll R, Peto R. 1981. The causes of cancer: Quantitative estimates of avoidable risks of cancer in United States to-day. *J Natl Cancer Inst* 66: 1192-1308.
- Committee on Diet, Nutrition, and Cancer, NRC. 1982. *Diet, Nutrition, and Cancer*. National Academy Press, Washington, DC.
- Halliwell B. 1996. Antioxidants in human health and disease. *Annu Rev Nutr* 16: 33-50
- Strain JJ, Hannigan BM, McKenna PG. 1991. The pathophysiology of oxidant damage. *J Biomed Sci* 2: 19-24.
- Anderson D, Jenkinson PC, Dewdney RS, Francis AJ, Godbert P, Butterworth KR. 1988. Chromosome aberrations, mitogen-induced blastogenesis and proliferative rate index in peripheral lymphocytes from 106 control individuals of the U.K. population. *Mutation Res* 204: 407-420.
- Kang MH, Genser D, Elmadfa I. 1997. Increased sister chromatid exchanges in peripheral lymphocytes of patients with Crohn's disease. *Mutation Research* 381: 141-148.
- Livingston GK, Cannon LA, Bishop DT, Johnson P, Fineman RM. 1983. Sister chromatid exchange: Variation of age, sex, smoking, and breast cancer status. *Cancer Genet Cytogenet* 8: 289-299.
- Hirsch BA, Sentz KK, McGue M. 1992. Genetic and environmental influences on baseline SCE. *Environ Mol Mutagen* 20: 2-11
- Bonase S, Bolognesi C, Abbondandolo A, Barale R, Bigatti P, Camurri L, Dalpra L, De Ferrari M, Forni A, Lando C, Padovani P, Pasquini R, Stella M, Puntoni F. 1995. Influence of sex on cytogenetic end points: evidence from a large human sample and review of the literature. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev* 4: 671-679
- Barale R, Chelotti L, Vavini T, Del Ry S, Andreassi MG, Ballardini M, Bulleri M, He J, Baldacci S, Di Pede F, Gemignani F, Landi S. 1998. Sister chromatid exchange and micronucleus frequency in human lymphocytes of 1650 subjects in an Italian population. II. Contribution of sex, age and life style. *Environ Mol Mutagen* 31: 228-242.
- Joenje H. 1989. Genetic toxicology of oxygen. *Mutat Res* 219: 193-208.
- MacGregor, Wehr CM, Hiatt RA, Peters B, Tucker JD, Langlois RG, Jacob RA, Jensen RH, Yager JW, Shigenaga MK, Frei B, Eynon BP, Ames BN. 1997. 'Spontaneous' genetic damage in man: evaluation of interindividual variability, relationship among markers of damage, and influence of nutritional status. *Mutat Res* 377: 125-135.
- Cheng T-J, Christiani DC, Xu X, Wain JC, Wiencke JK, Kelsey KT. 1995. Glutathione S-transferase μ genotype, diet, and smoking as determinants of sister chromatid exchange frequency in lymphocytes. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 4: 535-542.
- Hageman G, Oetelaar A, Welle I, Beurskens-Comuth P, Kleinjans J. 1995. Influence of smoking behavior in relation to plasma retinol and α -tocopherol on sister chromatid exchanges in human peripheral blood lymphocytes. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 4: 289-293.
- Elmadfa I, Park E. 1999. Impact of diets with corn oil or olive/sunflower oils on DNA damage in healthy young men. *Eur J Nutr* 38: 286-292.
- Park E, Wagenbichler P, Elmadfa I. 1999. Effects of multivitamin/mineral supplementation, at nutritional doses, on plasma antioxidant status and DNA damage estimated by sister chromatid exchanges in lymphocytes in pregnant women. *Int J Vitam Nutr Res* 69: 396-402.
- Van Poppel G, Kok FJ, Duijzing P, Vogel N. 1992. No influence of beta-carotene on smoking-induced DNA damage as reflected by sister chromatid exchanges. *Int J Cancer* 51: 355-358.
- Shim JS, Lee HK, Kim YH, Roh JK, Anderson D. 1989. Sister-chromatid exchanges in 52 Korean women living in the vicinity of an industrial complex. *Mutation Res* 224: 511-515.
- Cho SS, Kang MH. 1993. The variations of the SCE frequency of human lymphocytes by smoking habits and dietary factors in college students. *Korean J Nutrition* 26: 313-324.
- Kang MH. 1994. Influence of dietary factors of smokers on

- smoking-induced DNA damage as reflected by sister chromatid exchanges (SCE). *Korean J Nutrition* 27: 740-751.
22. Kang MH, Lim SS. 1994. The effect of ginseng intake on the frequency of sister chromatid exchanges of human lymphocyte of adult smokers. *Korean J Nutrition* 27: 253-262.
 23. Lee IP, Kim YH, Kang MH, Roberts C, Shim JS, Roh JK. 1997. Chemopreventive effect of green tea (*Camellia sinensis*) against cigarette smoke-induced mutations (SCE) in humans. *J Cell Biochem Suppl* 27: 68-75
 24. Carrano AV, Natarajan AT. 1988. Consideration for population monitoring using cytogenetic techniques. *Mutation Res* 204: 379-406.
 25. Soper KA, Stolley PD, Gallowy SM, Smith JG, Nichols WW, Wolman SR. 1984. Sister chromatid exchange (SCE) report on control subjects in a study of occupationally exposed workers. *Mutation Res* 129: 77-88.
 26. Guthrie HA, Scheer JC. 1981. Nutritional adequacy of self-selected diets that satisfy the four food groups guide. *J Nutr Ed* 13: 46.
 27. Lee JM, Kang MH, Lee MS, Park OJ. 1988. *Evaluation of the nutritional status of Korean women in Taejeon poverty area*. Annual Report for the United Board for Christian higher Education in Asia.
 28. Simko MS, Cowell C, Gilbride JA. 1995. *Nutrition Assessment: A Comprehensive Guide for Planning Intervention*. 2nd ed. An Aspen Publication, Rockville, Maryland. p 130-134.
 29. Perry P, Wolff S. 1974. New Giemsa method for the differential staining of sister chromatids. *Nature (London)* 258: 121-125.
 30. Welch RW, Turley E, Sweetman SF, Kennedy G, Collins AR, Dunne A, Livingstone MBE, McKenna PG, McKelvey-Martin VJ, Strain JJ. 1999. Dietary antioxidant supplementation and DNA damage in smokers and nonsmokers. *Nutr and Cancer* 34: 167-172.
 31. Duthie SJ, Ma A, Ross MA, Collins AR. 1996. Antioxidant supplementation decreases oxidative DNA damage in human lymphocytes. *Cancer Res* 56: 1291-1295.
 32. Krebs-Smith SM, Smiciklae-Wright H, Guthrie HA, Krebs-Smith J. 1987. The effects of variety in food choices on dietary quality. *JADA* 87: 897-903.
 33. Smith PG, Jick H. 1978. Cancers among users of preparations containing vitamin A. *Cancer* 42: 808-811.
 34. Newberne PM, Rogers AE. 1973. Rat colon carcinomas associated with aflataxin and marginal vitamin A. *J Natl Cancer Inst* 50: 439-448.
 35. Smith D, MacGregor J, Hiatt R, Hooper N, Wehr C, Peters B, Goldman L, Yuan L, Smith P, Becker C. 1990. Micro-nucleated erythrocytes as an index of cytogenetic damage in humans: Demographic and dietary factors associated with micronucleated erythrocytes in splenectomized subjects. *Cancer Res* 50: 5049-5054.
 36. Wang Y, Ichiba M, Oishi H, Lyadomi M, Shono N, Tomokuni K. 1997. Relationship between plasma concentrations of β -carotene and α -tocopherol and life-style factors and levels of DNA adducts in lymphocytes. *Nutr Cancer* 27: 69-73.
 37. Wulf HC, Kromann, Kousgaard N, Hansen JC, Niebuhr E, Alborge K. 1986. Sister chromatid exchange (SCE) in Greenland Eskimos. Dose-response relationship between SCE and seal diet, smoking, and blood cadmium and mercury concentrations. *Sci of Total Environment* 48: 81-94.
 38. Ames BN. 1983. Dietary carcinogens and anticarcinogens. Oxygen radicals and degenerative diseases. *Science* 221: 1256-1264.
 39. Boyle SP, Dobson VL, Duthie SJ, Kyle JAM, Collins AR. 2000. Absorption and DNA protective effects of flavonoids glycosides from an onion meal. *Eur J Nutr* 39: 213-223.
 40. Block G, Patterson B, Subar A. 1992. Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutr Cancer* 18: 1-29.
 41. Reddy BS. 1992. Dietary fat and colon cancer: animal model studies. *Lipids* 27: 803-813.
 42. Hopkin JM, Evans HJ. 1980. Cigarette-smoke induce DNA damage and lung cancer risks. *Nature (London)* 283: 388-390.
 43. Barale R, Sozzi G, Toniolo P, Borghi O, Reali D, Loprieno N, Della Porta G. 1985. Sister chromatid exchanges in lymphocytes and mutagenicity in urine of nurses handling cytostatic drugs. *Mutation Res* 157: 234-240.
 44. Aeschbacher HU, Meier H, Jaccaud E. 1986. The effect of caffeine in the *in vivo* SCE and micronules mutagenicity tests. *Mutation Res* 174: 53-58.
 45. Zeitlin BR. 1972. Letter to the Editor: Coffee and bladder cancer. *Lancet* 1: 1066.
 46. Oguni I, Nasu K, Kanaya S, Yamamoto S, Shimizu M, Nomura T. 1985. Epidemiological and experimental studies on the antitumor activity of fresh green tea leaf. *Proc Annual Meeting Agricultural Chemical Soc Japan*. p 153.
 47. Graham S, Dayal H, Swanson M, Mittelman A, Wilkinson G. 1978. Diet in the epidemiology of cancer of the colon and rectum. *J Natl Cancer Inst* 51: 709-714.
 48. Hoefl H, Obe G. 1983. SCE-inducing congeners in alcoholic beverages. *Mutation Res* 121: 247-251.
 49. Won TW, Lee SW, Kim WK. 1995. Effect on SCE frequency by DNA hypomethylation in cultured human lymphocytes. *Korean J Genetics* 17: 133-140.

(2003년 8월 12일 접수; 2003년 11월 21일 채택)