



영양 섭취와 만성질환 예방을 위한 우유의 역할

최석호* · 이승배

상지대학교 동물생명자원학부

The Role of Milk Product in Nutritional Intake and Chronic Disease Reduction

Suk Ho Choi* and Seung-Bae Lee

Division of Animal Science and Biotechnology, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

ABSTRACT

The milk product is one of the major foods which provide calcium for nutritional requirement. In addition to calcium, it supplies diverse nutrients including protein, potassium, vitamin A, vitamin B₁, and vitamin B₂. Adequate calcium intake throughout lifetime ensures optimum bone density and prevents osteoporosis in old age by reducing loss of bone mineral during growth and aging. The nutritional deficiency of calcium intake and spreading of osteoporosis in Korean population accentuated necessity of adequate calcium intake through milk consumption. Obstruction of milk consumption due to lactose intolerance should be overcome by educational programs for adequate milk consumption and low-lactose milk product developments. Consumption of milk products was reported to prevent high blood pressure in clinical studies and epidemiological investigations. As the feeding of milk increased, the body weight and fat of animal decreased in animal studies. The epidemiological investigations revealed that there was a negative correlation between the amount of milk consumption and the body fat. When calcium was provided as dietary supplement in the clinical trials, the body weight and body fat of subjects decreased. When calcium was particularly supplied as a part of milk, the body weight reduction rate was augmented. Calcium, vitamin D, and conjugated linoleic acid have been reported to exert a role in reducing cancer. The paramount importance of milk in nutrition as a source of calcium and other invaluable nutrients emphasizes consistent supply of milk products to adults as well as adolescents by dairy industry.

Keywords : milk, nutrition, high blood pressure, obesity, cancer

서론

우유는 일상 식단에 있어서 양질의 단백질과 칼슘을 공급하면서 균형이 있는 영양소를 공급하는 필수적인 식품이고, 또한 중요한 건강기능성 식품 중의 하나이다. 그러나 다양한 청량음료가 시장에 범람하여 경쟁하면서 우유의 소비가 정체되거나 감소되고 있다. 근래에는 anti-dairy campaign에 의해 우유의 생산과 영양에 대한 부정적인 인식을 확산

시켜 소비자에게 혼돈을 일으켜 우유의 섭취를 억제하는 일이 발생하고 있다. 이에 대처하여 청소년기의 성장과 성인의 골 건강을 위해 우유의 영양학적 필요성과 비만, 고혈압, 암 및 골다공증을 예방하는 우유의 건강기능성 효과에 대한 홍보 활동이 필요하며, 유당불내증에 대한 부정적 인식의 전환과 우유 및 유제품 적절한 섭취 방법을 교육시켜서 청소년의 성장을 돕고 국민의 건강을 지켜야 할 것이다.

한편으로 우유의 제조와 품질관리 기술의 개발을 통하여 우유의 소비를 촉진할 수 있다. 유당분해우유 및 무유당우유가 상업적으로 판매되고 있어 유당불내증의 해결할 수 있다. 또한 칼슘, 비타민, 또는 기타 건강기능성 성분을 첨가

* Corresponding author: Suk Ho Choi, Division of Animal Resources and Life Science, Sangji University, Wonju 220-702, Korea. Tel: +82-33-730-0543, Fax: +82-33-730-0503, E-mail: shchoi@sangji.ac.kr

또는 강화하여 우유의 영양과 건강기능성을 부여 또는 강화할 수 있다. 우유의 신선한 풍미를 소비자에게 그대로 제공하기 위하여 생산 및 유통 체계를 개선하거나 새로운 포장 기술을 개발할 수 있다. 목장 우유의 진하고 고소한 맛을 그대로 소비자에게 전달함으로써 우유의 소비를 증가시킬 수 있다(Table 1).

우유는 양질의 단백질과 칼슘을 다른 영양소와 함께 공급하기 때문에 특히 성장기에 있는 청소년의 성장과 발육에 필수적인 식품이다. 그러나 현대는 과도한 칼로리의 섭취에 의한 비만과 고혈압이 문제가 되고 있으며, 노년층의 증가에 의한 골다공증과 암이 건강 위해 요인이 되며, 사망의 원인이 되고 있다. 이러한 성인병을 예방할 수 있는 우유의 건강기능성이 강조되고 있다.

우유에 함유된 칼슘과 기타 영양소를 적절히 섭취하여 성장기에 골격의 발육을 돕고 노화에 따른 골격의 손상을 방지하여 노령기에 골절이 일어나는 골다공증을 예방할 수 있다. 역학조사와 동물실험 및 임상 실험에 의한 연구 보고에 의하면 유제품을 섭취하여서 고혈압의 발생을 억제할 수 있다고 하였다. 고혈압과 정상혈압을 가진 사람들의 식단에 유제품을 포함하면 혈압이 감소하였다고 보고되었다, 우유의 단백질인 케이신과 유청단백질에서 유도된 펩티드 중에는 일부 펩티드에 의해 혈압이 감소하는 효과가 있다고 보고되었다. 또한 근래에는 유제품의 섭취에 의해 체중과 체지방이 감소하는 유익한 효과가 있다고 보고되고 있다. 임상실험에 의하면 칼로리의 섭취를 제한하면서 칼슘을 식이 보조제로서 섭취하면 체중과 체지방의 감소가 유발되며, 동량의 칼슘을 유제품을 통하여 공급하면 감소 효과가 증대된다고 하였다. 일부 보고에 의하면 칼슘, 비타민 D 및 유제품

이 대장암을 예방하는 효과가 있다고 하였다. 유지방에 함유된 공액리놀레산을 실험동물에게 공급하면 항암 효과가 있다고 보고되었으며, 특히 유방암을 보호하는 효과가 있다고 하였다.

본 학회는 ‘체중관리와 성인병 예방을 위한 우유’의 역할이란 주제로 2010년 세계우유의 날 기념 국제심포지움을 주관하여 개최하였다. 본 총설의 목적은 심포지움에서 발표된 내용을 중심으로 우유의 영양학적 중요성과 건강기능성에 관하여 고찰하여 우유 섭취의 필요성을 제시하고자 한다.

우유의 영양학적 중요성

우유는 영양소의 종류, 양, 소화이용률 면에서 ‘가장 완전한 가까운 식품’이라고 알려져 있다. 우유는 우리의 생명 활동을 하기 위해 필요로 하는 거의 모든 영양소를 가장 골고루 많이 가지고 있으며, 이들 영양소의 소화이용률이 높다. 우유의 주성분인 단백질과 지방의 소화율은 각각 거의 100%에 가깝다고 할 수 있다. 다만 우유의 주 탄수화물인 유당은 한국인을 비롯한 동양인, 흑인 등에 있어 성인에서 유당소화효소가 적게 분비되어 우유를 마시면 가스가 생기고 설사가 나는 경우가 있으나, 대부분의 경우 하루에 500 mL 정도는 아무 지장 없이 우유를 먹을 수 있다.

2008년도 국민건강영양조사에 의하면 우리나라 국민의 영양소 섭취량은 한국영양학회에 제시한 권장섭취량과 비교할 때에 단백질과 비타민 등 다른 영양소 대부분은 권장섭취량을 초과하거나 근접하여 만족시키고 있다(Table 1). 그러나 칼슘과 칼륨의 실제섭취량이 각각 462 mg/일과 2,700 mg/일로서 권장섭취량 대비 섭취비율이 각각 63%와 59%로

Table 1. The recommended intake, actual intake, and content of nutrients in cow milk

Nutrients	Recommended intake ¹ (30~49 year old, male) (/day)	Actual intake ² (above 1 year old) (/day)	Actual intake ratio ² (above 1 year old) (%)	Content in milk (/200 mL)
Protein (g)	55	74	143	6.6
Calcium (mg)	700	462	63	1,240
Potassium (mg)	4,700	2,700	59	28
Vitamin A (mg)	0.75	0.71	108	0.08
Vitamin B ₁ (mg)	1.2	1.2	114	0.09
Vitamin B ₂ (mg)	1.4	1.1	83	0.35
Vitamin C (mg)	100	93	99	4

¹ Korea Nutrition Society, Dietary Reference Intake for Koreans, 2005.

² National Survey of Health and Nutrition, Korea Centers for Disease Control, 2008.

³ Developments in Dairy Chemistry, Fox, P. F. 1985.

서 결핍되고 있다.

우유 1컵(200 mL) 내 칼슘의 함량은 240 mg으로서 30~49세 성인 남자의 권장섭취량인 700 mg/일의 34%를 충족할 수 있다. 청소년기(12~19세) 남자와 여자의 권장섭취량이 각각 1,000 mg과 900 mg인데, 우유 2컵을 마시면 48%와 53%를 충족할 수 있다. 나머지 칼슘을 다른 식품으로부터 섭취함으로써 권장섭취량을 달성할 수 있을 것이다. 이처럼 우유가 칼슘공급원으로 매우 중요한 역할을 할 수 있다. 또한 우유 1컵은 단백질, 비타민 A, B₁, B₂ 및 C를 각각 권장섭취량의 12%, 11%, 7%, 25%, 4%를 공급하여 다양한 영양소를 공급한다. 한편, 한국영양학회에서는 성인과 청소년에게 각각 1일 우유 1컵과 2컵을 권유하고 있다.

우유의 지질은 에너지를 공급하는 중요한 성분이며, 비만한 사람이 다량의 우유를 섭취할 경우에는 저지방우유 또는 탈지우유를 섭취하는 것이 바람직하다. 동맥경화증과 관상동맥성 심장질환을 유발하는 것으로 알려진 콜레스테롤의 우유 내 함량이 적다. 우유의 지질 함량은 3.4% 정도로 다른 식품에 비해 낮으며, 콜레스테롤은 우유 지질의 0.3%를 차지한다. 우유의 지질에 함유된 트랜스지방산은 공업적으로 생산되는 쇼트닝과 마가린의 트랜스지방산과 화학적으로 다른 구조와 조성을 가지고 있다. 공업적으로 생산되는 트랜스지방산은 비만과 관상동맥질환을 유발한다고 보고되고 있으나, 우유의 트랜스지방산은 위의 만성질환을 유발하지 않으며, 공액리놀레산을 함유하여 유방암 등에 대해 항암효과가 있다.

우유의 단백질은 소화율이 높으며, 계란의 단백질 다음으로 영양적으로 가장 우수한 단백질이다. 하루 우유 1 L를 섭취하면 성인의 필수아미노산 요구량을 충족할 수 있으며, 500 mL를 섭취하면 황함유아미노산 만이 결핍될 뿐이다. 우유의 단백질은 아미노산의 공급원으로서의 기능 이외에도 장내에서 칼슘과 철의 흡수를 촉진하고 병원미생물의 생육을 억제하는 기능이 있다.

우유의 탄수화물은 유당이다. 유당은 포도당과 설탕보다 매우 천천히 흡수되며, 장의 연동운동을 촉진시킨다. 우유는 어릴 때부터 꾸준히 마셔서 유당분해능력이 유지시켜야 한다. 유당분해효소가 결핍된 사람은 우유를 많이 섭취하면 설사를 유발할 수 있으나, 하루에 500 mL 이하의 우유를 마시면 문제가 없다. 우유의 유당은 장내에서 천천히 분해되어 흡수되므로 혈액 중의 포도당 농도가 급격히 상승하는 것을 방지할 수 있어 당뇨병 환자에게 좋은 식품이다. 유당은 장내에서 칼슘의 흡수를 도와주며, 유익한 유산균의 생육을 촉진하여 장의 건강을 유지시킨다.

우유는 일부 사람들에게 유당불내증을 야기시킨다. 유당불내증은 유당의 불완전한 소화로 인하여 복부 통증, 경련,

속이 부글거림, 메스꺼움과 같은 증상이 일어나는 것으로 정의된다. 유당불내증은 한번에 소화할 수 있는 양보다 많은 양의 유당을 섭취할 때 발생된다. 따라서 미국에서 추정되는 유당불내증(백인의 15%, 멕시코계의 50%, 흑인의 80%)의 비율보다 실질적인 유당불내증의 비율은 낮을 수 있다. 그동안 유당불내증을 평가할 때 유당 50 g을 물에 용해시켜 테스트하였는데, 이는 우유 1컵에 있는 양(9 g)보다 훨씬 많은 양이기 때문이다.

미국의 국립의학협회에 따르면 현재 미국 내 흑인의 24%만이 실제로 유당불내증인 것으로 나타났다. 1,084명의 응답자 중에서 유당불내증인 사람은 백인의 7.7%, 흑인의 19.5%, 멕시코계가 10.1%이었다. 전체 응답자 중에서 자신 스스로 유당불내증이라고 생각하는 사람은 13.4%이었다. 따라서 과거에 알려진 유당불내증을 가진 사람의 비율이 너무 높게 잘못 계산되고 있다. 더구나 스스로 유당불내증을 인식하는 사람의 경우에도 아침에 1컵, 저녁에 1컵 총 2컵을 먹을 수 있다. 유당불내증을 인식하기 때문에 유제품의 섭취를 제한한다면 칼슘 섭취가 결핍될 수 있다는 것을 인식하고 적절한 식이지도와 교육을 통해서 주요 영양소 권장량을 충족시킬 수 있는 우유를 섭취하도록 지도해야 한다.

우유의 무기질 중에서 칼슘과 인은 골격과 치아를 구성함으로 영양학적으로 매우 중요하다. 2008년도 질병관리본부가 발표한 국민건강영양조사에 의하면 50세 이상의 인구에서 골다공증 발생률이 남자와 여자가 각각 4.9%와 32.2%로 나타났다. 이는 칼슘과 칼륨에서 섭취권장량에 비해 섭취비율이 63%와 59%로 낮고, 나트륨의 섭취비율은 312%로 매우 높은 것이 주요한 이유일 것이다. 나트륨은 장내에서 칼슘의 흡수를 억제하고 신장에서 칼슘의 배출을 촉진한다.

우유는 여러 종류의 비타민을 공급하지만 특히 비타민 B₂와 B₁₂가 풍부하다. 비타민 B₂는 우리나라 국민의 섭취량이 부족한 비타민이며, 비타민 B₁₂는 채식하는 사람에게 결핍되기 쉬운 영양소로서 조혈기능이 있다. 그러나 칼슘의 흡수를 도와주는 비타민 D가 부족하여 국내 일부 우유에는 비타민 D를 강화하여 제조하고 있으며, 외국에서는 모든 우유에 비타민 D가 강화되고 있다. 국내에서도 우유의 비타민 D 강화를 제도화하는 것을 고려할 필요가 있다.

골다공증

골다공증은 골격 물질의 감소, 골격의 광물질 밀도의 감소 및 골격 공간의 확대에 의해 골격이 다공성이 되며, 골절이 일어나는 대사이상에 의한 골격 질환이다. 골다공증은 미국을 비롯한 선진국에서 발생하여 연령이 높아짐에 따라 발생하는 빈도가 높아지며, 특히 여성 노인에게서 건강 위

해 요인이 되고 있다. 국내에서 2008년도 질병관리본부가 발표한 국민건강영양조사에 의하면 50세 이상의 인구에서 골다공증 유발률이 남자와 여자가 각각 4.9%와 32.2%으로 나타났다. 미국에서는 50세 이상의 연령층에서 약 1,000만 명이 골다공증이 앓고 있으며, 3,400만 명이 골격 물질의 감소로 골다공증을 앓을 위험성이 높은 것으로 보고되었다.

골다공증의 발생 원인은 유전, 영양, 생활형태 및 내분비 요인에 의해 결정된다. 인종과 성별간의 골격밀도가 차이가 있고 동일 가족에서 골밀도가 유사한 사실로부터 유전적 요인에 의한 영향을 몰 수 있다. 칼슘 섭취 부족, 카페인과 소금의 과잉 섭취와 같은 영양적 요인이 골다공증을 유발할 수 있다. 골다공증을 유발하는 생활습관으로는 흡연과 운동 부족이 있다. 내분비 요인으로는 갱년기 이후와 난소제거수술 이후에 일어나는 에스트로겐 결핍이 있다.

낮은 골격밀도를 유발하는 요인으로서 칼슘의 섭취 결핍이 연구 대상이 되었고, 사회적 관심이 되어 왔다. 일반적으로 노년층의 낮은 골밀도는 청소년 시기에서 골격물질의 축적이 불충분하기 때문이며, 또한 노년기에 있어서 골격 성분의 손실률이 높기 때문이다. 청년기와 노년기에 있어서 식사를 통하여 충분히 칼슘을 섭취하여 골다공증을 감소시킬 수 있다. 국내 연구에서 학교우유급식에 의해 칼슘 섭취가 증가하였으며, 이는 신체 성장과 골밀도를 증가시키는 것으로 나타났다.

장내에서 칼슘의 흡수는 비타민 D에 의하며 촉진된다. 식이섭취의 과도한 섭취는 칼슘의 흡수를 저해한다. 일반적으로 식물성 식단은 칼슘의 공급이 불충분하므로 우유와 유제품을 통한 칼슘의 공급 없이 칼슘 섭취 권장량에 도달할 수 없다. 비타민 D 강화우유는 칼슘과 비타민 D를 동시에 공급하기 때문에 골격의 건강을 위한 최적의 식품이다.

우유와 유제품의 농도의 칼슘은 골격 물질량이 최고에 도달하는 청소년기에 있어서 칼슘의 중요 공급원의 역할을 할 수 있으며, 또한 노년기에 골격의 손실을 감소시킬 수 있다. 채소와 과일 포함한 균형 있는 식단과 함께 우유와 요구르트 등의 유제품을 섭취하면 노년기에 있어서 골격의 손실을 예방하는 효과가 있다. 평생을 통하여 칼슘을 많이 섭취한 집단과 적게 섭취한 집단 사이에 골격 질량이 상당히 다르며, 골반골 골절율이 다르다고 보고한 연구들이 있다. 우유에 함유된 칼슘은 흡수하기가 용이한 상태로 존재하며, 비타민 D, 칼륨, 마그네슘을 함유하여 골격의 건강과 발달을 촉진하므로 꾸준한 우유의 섭취가 권장되고 있다.

고혈압

우유에 함유된 칼슘과 칼륨은 혈압을 낮추는 효과가 있

다고 보고되고 있다. 칼슘의 섭취량과 혈압간에 부의 상관관계가 있으며, 일일 1,000 mg 이상을 섭취하면 고혈압 발생 가능성 40~50% 감소시킬 수 있다고 한다. 고혈압이 있는 사람과 없는 사람들간에 섭취량이 다른 영양소가 칼슘이었다고 보고되었다. 임상실험에 의하면 칼슘 또는 유제품의 섭취가 혈압을 낮추는 효과가 있다고 보고되었다. 칼슘보조제보다는 음식을 통하여 칼슘을 공급할 때에 혈압 강하 효과가 균일하게 나타났다고 보고되었다. 이러한 연구들은 우유의 칼슘뿐만 아니라 칼륨, 마그네슘, 비타민, 단백질, 필수 지방산에 의하여 혈압강하효과를 발휘됨을 가리키고 있다.

임상실험에서 지방함량이 낮으며 과일과 채소와 함께 우유와 유제품이 급식된 식단을 섭취한 그룹은 전형적인 미국형 식단을 공급받은 대조군 그룹에 비해 심장수축기혈압(SBP)이 5.5 mmHg가 낮으며, 심장이완기혈압(DBP)은 3 mmHg가 낮았다. 채소와 과일 만이 공급된 식단은 SBP가 2.7 mmHg, DBP가 1.9 mmHg가 낮았다. 고혈압 환자에 있어서 우유와 유제품이 포함된 식단을 공급받은 그룹에서 SBP가 11.4 mmHg, DBP가 5.5 mmHg가 대조군 그룹에 비해 낮아졌으며, 채소와 과일 만 공급받은 그룹은 SBP가 7.2 mmHg, DBP가 2.8 mmHg가 낮아졌다. 연구 완료 시점에서 고혈압 환자 중에서 우유와 유제품을 공급받은 그룹은 70%가 정상적인 혈압을 가졌으며, 대조군과 과일과 채소 섭취 그룹은 각각 23%와 45%가 정상 혈압을 가졌다. 이러한 연구결과를 통하여 고혈압을 가진 노년층을 제외한 대부분의 계층에서 채소, 과일 및 유제품이 풍부한 양질의 식단을 섭취함으로써 고혈압을 효율적으로 조절할 수 있음을 알 수 있었다.

식품 단백질은 필수 아미노산을 공급하지만 특이적인 생리활성을 가진 펩티드를 함유하고 있다. 우유의 단백질 또한 angiotensin-I-converting enzyme(ACE)의 활성을 억제하는 항고혈압 활성을 가진 펩티드가 풍부히 함유되어 있다. ACE는 체내의 전해질과 물의 이동뿐만 아니라 혈압을 조절하는 renin-angiotensin 체계를 조절하는 중요한 조절효소이다. ACE는 불활성의 angiotensin I 호르몬을 활성이 있는 angiotensin II로 전환시키며, 그 결과 혈관의 수축을 유발하고 혈압을 상승시킨다. ACE의 활성을 억제하여 혈압을 낮추는 것은 혈압을 조절하기 위한 임상적 중요한 목표가 될 수 있다.

우유 단백질을 장내에 분비되는 단백분해효소인 pepsin, trypsin, chymotrypsin 또는 미생물 또는 식물의 단백분해효소로 처리하면 ACE를 억제하는 항고혈압 펩티드(ACE-IP)인 casokinins과 lactokinins를 각각 케이션과 유청단백질로부터 생성된다. 따라서 우유 단백질 전체의 가수분해물은 casokinin과 lactokinin을 풍부히 함유하고 있다. ACE의 억제기능과 펩티드의 구조간의 상관관계가 완전히 밝혀지지 않았지만

ACE의 억제기능은 펩티드의 C-말단에 존재하는 3개의 아미노산의 서열과 염기성 아미노산 및 프롤린에 영향을 받는다고 알려져 있다.

특발성 고혈압 쥐에게 다양한 종류의 casokinin들과 lactokinin들을 급여할 때에 SBP가 2~44 mmHg가 감소하였다. 이러한 생리활성펩티드는 장내에서 분해되지 않았으며, 장으로부터 혈청으로 흡수되어 혈관에 분포하는 평활근의 ACE 수용체에 도달하여 반응하였음을 보여주고 있다. 케이신에서 유도된 ACE-IP들 중에서 가장 강하게 SBP를 34 mmHg까지 감소시킨 casokinin은 α_{s1} -casein f(23~34)이었으며, IPP와 VPP의 아미노산 서열을 가진 펩티드는 각각 SBP를 28과 31 mmHg를 감소시켰다. Lactokinin들 중에서 SBP를 가장 많이 감소시킨 펩티드는 β -lactoglobulin f(78~80)으로서 31 mmHg가 감소되었다.

사람에게 발효유와 케이신과 유청단백질의 가수분해물을 급여하였을 때에 혈압이 유의적으로 감소하였다고 많은 연구에서 보고되고 있다. 고혈압 환자에게 trypsin으로 가수분해한 케이신을 1일 20 g씩 2주간 급식할 때에 SBP와 DBP가 각각 6.6과 4.4씩 감소하였다. VPP와 IPP 펩티드를 함유한 발효유를 일일 95~150 mL를 8~21주간 급여하였을 때에 SBP는 6.7~14.9 mmHg이었으며, DBP는 3.6~6.9 mmHg가 감소하였다.

비만과 체지방

우유에 함유된 칼슘과 기타 성분이 식단으로부터 섭취되는 에너지를 소비하는 대사에 영향을 주어 체중과 체지방의 감소를 가져온다고 제시한 많은 임상 연구와 동물 연구가 있었다. 역학조사에 의하면 체중과 칼슘과 유제품의 섭취량 간에 부의 상관관계가 있다고 보고되었다. 32명의 비만 여성과 남성을 대상으로 칼슘과 유제품의 섭취와 체중과 체지방의 감소 간의 상관관계를 임상적으로 조사하였다. 모든 실험대상 사람들에게 1일 500 kcal가 감축된 다이어트 식단이 24주간 제공되었다. 3개의 그룹으로 나누었으며, 저칼슘 그룹은 저수준 칼슘과 저수준 유제품(400~500 mg/d 칼슘; 대조구 식단과 0~1 serving/d의 유제품)이 제공되고, 또 고칼슘그룹은 고수준 칼슘(1,200~1,300 mg/d 칼슘; 대조구 식단과 800 mg/d의 칼슘식이보조제)이 제공되고, 마지막 그룹은 고유제품그룹(1,200~1,300 mg/d 칼슘; 대조구 식단과 3~4 serving/d의 유제품)은 다량의 유제품이 추가로 제공되었다. 모든 그룹은 식단으로 제공되는 에너지의 감소 때문에 체중의 감소가 일어났다. 저칼슘그룹, 고칼슘그룹 및 고유제품 그룹들 각각 6.4%(6.6 kg), 8.6%(8.6 kg) 및 11%(11 kg)의 체중이 감소하였다. 체지방의 감소도 유사한 경향을 보였다.

특히 복부지방의 감소 효과가 뚜렷하였다. 복부지방은 혈액 내 고농도의 중성지방, 저농도의 저밀도 lipoprotein-cholesterol (LDL), 고농도의 혈당, 인슐린 내성 및 당뇨병과 같은 대사성 질병의 요인이 된다. 이상의 결과에서부터 식단을 통한 칼슘의 섭취는 체중과 체지방의 감소를 가져올 뿐만 아니라 지방의 체내 분포에 바람직한 효과를 나타낼 수 있다. 특히 유제품은 칼슘보조제보다 더 큰 효과를 나타낸다.

역학연구와 임상연구를 통하여 볼 때에 식이 칼슘과 유제품은 체중과 체지방을 감소시켜 비만을 억제하는 효과가 있으며, 칼슘보조제와 유제품을 급여 받은 동물의 지방세포에서 지방의 합성이 억제되고 지방의 가수분해가 일어나 혈청 내 glycerol이 증가한다는 것을 보여주고 있다.

유제품의 식이 칼슘을 섭취함으로써 비만을 유발하는 호르몬인 calcitriol의 혈중농도가 감소하여 비만을 방지한다. 또한 장관 내에서 칼슘이 지방산과 결합으로 비누를 형성함으로써 지방산이 분변으로 배설되고, 체내로 흡수되는 것을 억제한다. 고칼슘과 우유를 기본으로 한 식이는 동물실험에서 내장의 지방 조직을 선택적으로 감소시켰으며, 임상시험에서는 복부 부위의 지방을 주로 감소시켰다. 최근 연구에서 calcitriol이 증가되면 내장의 지방 조직 내 cortisol 분비가 증가되고, 내장 지방이 증가됨이 증명되었다. 그러나 고칼슘 식이 또는 유제품 식이를 섭취시키면 내장 지방 조직내의 calcitriol 수준과 cortisol 생산을 감소시키고, 이에 따라 내장 조직의 지방을 감소시킨다.

칼슘 이외의 성분에서 유래한 항비만 효과 대부분이 유청에 존재한다. 유청에 존재하는 분지형아미노산(BCAA: leucine, isoleucine, valine)이 항비만과 관련이 있다. 유청단백질은 BCAA를 약 26%를 함유하고 있으며, 그 중 leucine은 근육단백질 합성의 합성을 촉진하며, 이에 따라 식이 에너지를 지방조직으로부터 골격근으로 재분배하는 요소로 작용한다. 따라서 유단백질의 높은 BCAA 농도와 칼슘의 조합은 지방조직을 최소화하고, 근육량을 극대화하는 시너지 효과를 나타낸다. 최근에는 leucine이 지방산합성효소의 발현을 현저히 저하시켜 지방세포에서는 지방 형성을 억제하고, 골격근에서는 지방 산화를 촉진하는 것으로 나타났다. 또한 leucine은 골격근세포와 지방세포에서 미토콘드리아의 생합성을 촉진하며, 그 결과 지방의 산화를 증가시키는 것으로 밝혀졌다.

암

암의 발생에 대한 환경요인으로서 식단의 영향에 대하여 연구되고 있다. 모든 암의 30%가 식단으로부터 유래된다. 알코올, 지방 및 칼로리 등은 암을 유발하는 반면에 유제품에서 발견되는 성분들이 암을 예방한다고 보고되고 있다.

칼슘과 비타민 D가 대장암의 유발을 감소시키는 효과가 있다고 많은 역학조사에 의해 밝혀지고 있다. 사람은 일광욕을 하거나 비타민강화우유와 같은 식단으로부터 비타민 D를 얻는다. 우유와 유제품을 통하여 1일 800 mg 이상의 칼슘을 섭취하면 특히 남자에게서 대장암의 발생이 감소한다. 이외에도 많은 역학조사 연구에 있어 칼슘과 비타민 D의 섭취와 대장암 발생에 부의 상관관계가 보고되었지만, 일부 연구에서는 발견되지 못하였다.

임상연구에 있어서도 칼슘과 유제품의 암 예방효과를 보고하였다. 대장에 polyp 또는 양성종양이 발생하였던 70명의 환자에게 특히 저지방우유를 급식하여 칼슘 섭취량을 600 mg/d에서 1,500 mg/d로 증가시켰을 때에 대장암을 감소시켰다. 6~12개월 후에 대장상피세포의 증식이 억제되고 정상적인 분화가 회복되었다. 또한 칼슘보조제 또는 유제품을 급식하여 칼슘섭취량을 900 mg/d로 할 때에 대장상피세포의 증식을 억제하였다고 보고되었다.

공액리놀레산(CLA)은 탄소가 18개이며, 2개의 이중결합을 가진 리놀레산의 기하이성질체와 구조이성질체들의 통칭이다. CLA는 반추위 동물의 지방을 함유한 식품에 자연 상태로 존재하나, 식물성 유지에도 소량 있다. 우유와 유제품이 가장 많은 양의 CLA를 함유하고 있다. 각종 식품의 CLA 함량을 <Table 2>에 나타냈다.

미국 위스컨신주립대학교의 Pariza 등이 1979년에 익힌 쇠고기에서 돌연변이 억제물질을 추출하였다. 이 물질은 리놀레산의 시스와 트랜스 기하이성질체와 구조이성질체의 혼합물인 것을 발견했다. 유제품과 쇠고기는 사람의 식단에서 CLA를 공급하는 식품이다. 유제품은 미국 사람이 1일 섭취하는 CLA 100~300 mg 중에서 75%를 차지한다. 유지방에는 리놀레산의 시스와 트랜스 이성질체들을 함유하고 있으며, 이중 결합의 위치가 $\Delta 7, 9; \Delta 8, 10; \Delta 9, 11; \Delta 10,$

$12; \Delta 11, 13; \Delta 12, 14$ 이며, 유지방의 0.7%를 차지한다. *cis-9, trans-11* CLA 이성질체가 유지방의 전체 CLA의 75~90%를 차지한다. 반면에 식물성유지에서 합성된 CLA 이성질체는 *cis-9, trans-11* 이성질체와 *cis-10, trans-12* 이성질체이다. CLA가 반추위에서 수소화반응에 의해 생성될 수 있지만, 대부분은 유선세포에서 Δ^9 -desaturase에 의해 vaccenic acid(18:1, *trans-11*)가 CLA로 전환되며, 이는 우유 내 전체 CLA의 70~90%를 차지한다. 임상실험에 의하면 사람도 vaccenic acid를 CLA로 전환시킬 수 있다. 따라서 식사로 통해 섭취된 CLA의 양에 1.4를 곱해야 정확한 CLA 섭취량을 계산할 수 있다.

리놀레산은 동물 실험에서 암발생을 촉진하지만 CLA는 세포배양 실험에서 암세포의 생육을 억제한다. 동물 실험에서는 화학적으로 유도된 피부 유두종과 위암, 대장암, 유방암을 억제하는 효과가 있다. CLA는 동맥경화 억제, 체지방 대사의 조절, 항당뇨병 효과 및 골격의 성장 증진효과가 있다고 보고된 바 있다.

화학적으로 유선세포에 암의 발생이 유발된 실험에서 CLA 급여량이 0.05%로부터 1%로 증가함에 따라 유선세포 종양의 발생이 감소하였다고 보고하였다. CLA를 어린 쥐에게 급여하였을 때에 생애 후기에 암유발물질에 의해 발생하는 암에 대한 보호효과가 있었다. CLA가 지방조직에 우선적으로 축적됨을 알 수 있으며, 축적된 CLA가 항암효과를 발휘함을 제시하고 있다. 이러한 항암효과는 유선조직의 상피세포에 CLA가 침투되어 세포의 성장과 분화를 억제하고, 세포 사멸을 유발하는 기작에 의해 일어난다고 제안되었다.

최근에 CLA 함량이 높은 버터에 의한 쥐의 유선세포에서의 암 발생 억제효과를 조사하였다. 식물성유와 생선유를 보강한 사료로 급여된 젖소의 우유에서 제조한 버터 내 CLA의 함량이 0.51%에서 3.76%로 7배 증가하였으며, vaccenic acid는 1.3%에서 16.28%로 12배 증가하였다. 이런 CLA 함량이 높은 버터는 합성된 *cis-9, trans-11* CLA와 같이 암발생 억제 효과가 있었다. 더군다나 *cis-9, trans-11* CLA가 급여된 쥐보다 CLA 함량이 높은 버터를 급여받은 쥐에서 유선 내의 지방조직에 CLA가 더 축적되었다. 이는 버터의 vaccenic acid가 쥐의 유선조직에서 CLA로 전환된 것으로 생각된다. Vaccenic acid를 쥐에게 급여하였을 때에도 유선조직의 암 발생을 억제하는 효과를 얻을 수가 있었으나, Δ^9 -desaturase의 억제제와 함께 급여하면 항암효과가 감소하고, CLA의 축적이 감소된다. 이러한 결과를 통해 볼 때에 CLA가 유방암과 같은 암을 억제할 수 있는 식이 성분이라고 할 수 있다.

면역조절효과

우유는 송아지의 면역기능의 발달을 도와 질병에서부터

Table 2. The content of CLA in food products
(g/100 g total fatty acid)

	CLA content
Butter	0.63~2.02
Milk	0.46~1.78
Beef	0.67~0.99
Lamb	1.62~2.02
Fish	0.04~0.28
Yogurt	0.43~1.12
Cheese	0.50~1.70
Pork	0.15
Turkey	0.96
Plant oil	n.d.

보호한다. 동물실험과 임상실험에 있어서도 우유가 면역조절효과가 있다고 보고되고 있다. 우유가 항원에 대한 항체 면역 반응을 증진시키는 효과가 있다고 알려져 있다. 농축유청단백을 쥐에게 급여하였을 때에 양의 적혈구와 TNP-ficoll에 대한 면역 반응이 증가되었다고 보고되었다. 농축유청단백으로 급식된 쥐는 케이션, 콩단백, 밀단백, 옥수수단백, 난백, 육단백으로 급식된 쥐에 비해 면역반응효과가 5배 컸었다. 많은 연구에서도 농축유청단백과 유단백질에 의한 면역 반응 증가효과를 보고하였다. 유청을 구성하는 단백질인 α -lactalbumin, β -lactoglobulin, BSA, lactoperoxidase를 각각 급여한 쥐에서 다른 단백질보다 혈청과 점액 항체의 반응이 높았다. Lactoferrin을 급여받은 쥐에서도 항체 반응이 높았다. 농축유청단백은 세포성 면역반응을 증진시킨다고 많은 연구에서 보고되었다. 유청단백질을 쥐에게 급여하였을 때에 림프구의 세포분열이 증진된다.

유청단백질은 세포 내 glutathione의 함량을 향상시켜 면역 능력을 증진시켜 질병과 암에 대한 내성을 가지게 한다. 노년기에 면역 능력의 감소는 세포 내 glutathione의 감소에 기인한다. 유청단백질이 급식된 늙은 쥐가 염증과 암의 발생에 대한 내성과 생존율이 신장된다고 보고되고 있다. 우유의 성분들이 면역을 촉진시키는 기작에 대하여 구체적으로는 모른다. 단백질의 아미노산 조성이 같은 아미노산 혼합물로 대체하여 급여할 때에 체액면역의 증진효과가 있지만, 상대적으로 단백질에 비해 낮다. 면역세포에 단백질 또는 펩티드가 반응하는 수용체가 있어 직접 반응할 수도 있을 것이다.

결 론

우유와 유제품은 칼슘을 공급하는 주요 식품이다. 유제품은 칼슘 외에도 단백질, 칼륨, 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂를 공급한다. 국민건강영양조사에 의하면 한국인이 만성적으로 칼슘과 칼륨의 섭취가 부족하며, 이는 골다공증을 유발하는 요인이 되고 있음을 보여주고 있다. 칼슘을 충분히 공급받기 위하여 청소년과 성인은 각각 일일 1컵과 2컵을 섭취하도록 권장되고 있다. 유당불내증에 의한 우유의 섭취 감소는 영양의 결핍을 초래하므로 우유의 적절한 섭취를 위한 홍보와 교육이 필요하다.

적절한 양의 칼슘과 유제품을 일생 동안 섭취하여 골밀도를 최적화할 수 있으며, 연령에 따른 골의 손실 감소시켜 골다공증을 예방할 수 있다. 우유와 유제품을 섭취하면 고혈압을 예방할 수 있으며, 유제품을 섭취하는 집단이 고혈압 발생 빈도가 낮음을 보고하였다. 동물실험, 역학조사 및 임상실험에서 우유와 유제품이 체중과 체지방을 감소시키는 효과가 있다고 보고하였다. 유제품 또는 칼슘의 섭취량과 체중 및 체지방간에 부의 상관관계가 있다. 임상실험에서도 식이보조제로서 칼슘을 급식하였을 때 체중과 체지방의 감소효과가 있었으며, 유제품을 통하여 칼슘을 급식하였을 때 감소효과가 증대되었다.

역학조사와 임상연구에 의하면 칼슘의 섭취가 대장암의 발생을 억제한다고 하였다. 대장암의 가능성이 높은 사람에게 있어서 식단을 통하여 칼슘의 섭취를 증가시키면 대장암세포의 과도한 발생을 억제하였다. 역학조사에 의하면 우유와 칼슘의 섭취가 많은 집단에서는 대장암과 직장암의 발생이 낮았다. 유제품을 통한 칼슘과 비타민 D의 섭취가 대장암을 예방할 수 있는 방법의 하나이다. 유제품에 함유된 CLA와 vaccenic acid가 항암효과와 항동맥경화 효과가 있다.

참고문헌

1. 한국유가공기술과학회. 2010. 체중관리와 성인병 예방을 위한 우유의 역할. Proceedings 세계우유의 날 기념 국제 심포지움.
2. Huth, P. J., DiRienzo, D. B., and Miller, G. D. 2006. Major scientific advance with dairy foods in nutrition and health. *J. Dairy Sci.* 89:1207-1221.
3. Ha, E. and Zemel, M. B. 2003. Functional properties of whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). *J. Nutri. Biochem.* 14:251-258.
4. Lanou, A. J., Berkow, S. E. and Barnard, N. D. 2005. Calcium, dairy products, and bone health in children and young adults - a reevaluation of the evidence. *Pediatrics.* 115:736-743.
5. Mattila-Sandholm, T. and Saarela, M. 2003. Functional dairy products. Woodhead Publishing Ltd.

(2010년 6월 15일 접수; 2010년 6월 30일 채택)