

III. 우유단백질과 건강

牛乳 · 乳製品의 건강증진효과

韓國乳加工協會는 최근 국민의 건강식품으로 자리매김하고 있는 牛乳 및 乳製品의 효용과 가치에 대한 올바른 지식을 널리 보급하기 위해 김현욱 서울대 교수에게 의뢰하여 우유 유제품의 건강증진 관련 논문들을 체계적으로 정리한 「牛乳 · 乳製品의 健康增進效果」란 연구서를 발간했다.

本誌는 모든 국민들이 우유에 대한 가치를 새롭게 인식하여 식생활개선을 통한 건강증진에 도움을 주고자 이 연구서를 6회에 걸쳐 게재한다. <편집자 주>

- I. 우유의 이용과 가치
- II. 우유의 건강증진 효과
- III. 우유단백질과 건강
- IV. 우유의 칼슘과 건강
- V. 발효유제품과 건강
- VI. 우유 지방의 가치증진

단백질은 20여종의 아미노산(amino acid)으로 구성된 물질로서 식품과 사람영양에서 가장 중요한 영양소이며 그 품질은 주로 필수아미노산을 공급하는 능력으로 평가되고 있다. 아울러 단백질은 영양소로서 뿐만 아니라 생물체에서 각종의 생명활동을 수행하는 중심 물질로서 유전자의 구성 물질인 핵산 다음으로 중요한 기능을 가지고 있다.

우유에는 약 3.5% 전후의 단백질이 있으며 가장 함량이 많은 단백질은 케이신(alpha-, beta-, kappa-casein)이고 유청단백질이라고 알려진 단백질

에는 β -lactoglobulin, α -lactalbumin, bovine serum albumin, immunoglobulin 등이 있으며 그외에 미량으로 포함되어 있는 여러종류의 단백질이 있다. 이들 우유의 단백질은 우리가 알고 있는 여러가지 단백질중에서 영양가치가 가장 높은 단백질이며 동시에 각종의 생물기능이 있어서 우리의 건강을 증진시켜 주는 기능이 높아 우유와 유제품을 우수한 식품으로 만들어 주고 있다.

사람영양에서 단백질의 품질은 균형된 식사에서 인체의 건강을 유지할 수 있는 최소량의 단백질량으로 표현될 수 있으며 사람은 나이, 임신, 수유, 성별, 질병, 영양상태 등에 따라 단백질 요구량에 차이가 있다. 일반적으로 단백질의 품질은 단백질이 소화될 때의

필수아미노산 함량에 의해 주로 결정되지만 경우에 따라서는 비필수아미노산도 단백질 품질에 기여하기도 한다(Harper, 1983 : Menko, 1987).

인체는 단백질을 섭취하여 작은 peptides와 아미노산으로 분해흡수하고 흡수된 amino acid는 소장과 간을 거쳐 체내 아미노산 pool을 형성하고 체내의 실제 요구에 따라 혈류에 의해 배포되고 있다.

근육, 간, 소화장기가 가장 중요한 아미노산 대사기관이며 체내 질소균형과 내분비 상태에 따라 아미노산의 주요 대사반응이 합성 또는 분해방향으로 결정되어 근육 또는 간에서 대사를 거치게 된다. 즉 합성형대사가 더 많이 이루어지면 근육에 단백질 축적이 늘어나고 분해형대사가 많으면

단백질이 분해되며 아미노산도 간에서 더 분해가 일어난다.

1. 단백질의 품질

단백질 품질평가에는 생물학적 방법과 화학적 방법의 두가지가 있다. 생물학적 방법은 인체 및 동물을 대상으로 직접 시험하여 평가하는 방법이고 화학적 방법은 시험단백질의 필수아미노산 함량을 표준 필수아미노산 함량기준에 비교하여 평가하는 방법이며, (I). 단백질 효율(protein efficiency ratio, PER), (II). 생물가(biological value, BV), (III). 순단백질이용(net protein utilization, NPU) NPU의 소화를 보정량이다, (IV). 최소단백질 요구량(minimum zero balance protein requirement, MPR) 등의 방법이 이용되고 있다.

생체시험법이 소화율과 생리적 영향을 고려하는 한편 아미노산 평점법은 시험단백질의 아미노산 조성을 표준아미노산 조성에 비교하는 방법이며 단백질의 화학평점(chemical score)으로 표시하고 있다. 초기에는 계란단백질의 아미노산 조성에 비교하였으나 후에 생물가가 높은 가상 단백질의

〈표Ⅲ-1〉 몇가지 식품단백질의 품질평가

단백질	소화율 %	생물가(쥐) %	NPU %	PER	아미노산지수 (FAO/WHO)
계란흰자	99	94	94	3.92	100
우유(전유)	97	84	82	3.09	98
생선	98	83	81	3.55	100
소고기	99	74	73	2.30	100
흰밀가루	99	52	51	0.60	34
옥수수	90	59	53	1.12	42
흰쌀	98	64	63	2.18	58
흰감자	89	67	60		48

아미노산 조성을 FAO/WHO /UNU가 정하여 표준으로 사용하고 있다.

단백질의 화학평점=시험단백질의 제한 아미노산 량/표준 단백질의 제한 아미노산 량

생체시험법에 근접하는 화학평점을 얻기 위해서 필수아미노산지수(Essential amino acid index, EaaI)가 발전되었으며 시험단백질의 필수아미노산과 표준단백질의 필수아미노산과의 비율의 평균으로 표시되고 있다. 단백질의 화학 평점치와 각종 생체시험법에 의한 단백질 품질간에는 상관계수가 $r > 0.8$ 이고 표준편차는 $20\% > Sy, X, > 10\%$ 이다.

식품단백질의 영양학적 평가는 UNU-IUNS가 편집한 보고서(Nutritional Evaluation of protein Foods, Pellet, P.L., & Young, V.R., 1980 The United Nations University, Tokyo, 154pp)가 있으며 좋은 참고가 된다.

Menke(1987)는 단백질 품질평가의 한 방법으로서 최적화계산에 의해 아미노산기능가(prodct of amino acid functions, PAF)를 제시하고 있다.

어린 돼지의 나이, 체중에 따라 모든 필수 아미노산과 각 에너지 수준에서 PAF4 Mo-

〈표Ⅲ-2〉몇가지 단백질의 분지 아미노산 함량(g/160gN)

아미노산	계란	케이신	우유알부민	고기	콩	밀	옥수수	제라틴
leucine	87	101	120	79	80	69	130	30
isoleucine	58	59	75	50	47	41	34	16
valine	70	74	68	51	48	42	47	23
총 량	215	234	263	180	175	152	211	69

del을 발표했고 이 model에서 아미노산 기능은 각 개개 아미노산의 제한성을 반영한 공식으로 표현되고 있다. 그러나 PAF는 계산으로 얻어지는 결과이기 때문에 각 아미노산의 각기 다른 생화학적 작용을 이해하는 데에는 한계가 있다. 그러나 단백질과 단백질 혼합물의 생물이 축적에는 유용한 도구이다.

분지필수아미노산(branched chain essential amino acids)의 요구량이 운동가, 만성간질환환자 등에서 휴식 상태의 정상인 보다 높다고 한다. 이들 분지아미노산은 운동중에 더 많이 더 잘 근육에서 산화된다. 간경화증의 경우에는 혈액내 이들 분지필수 아미노산의 함량이 낮으며 보충해 주므로서 치료효과가 증가되었다고 한다(Holm. et al., 1987). 표〈Ⅲ-2〉에서 보는 바와 같이 이들 분지아미노산 함량은 lactalbumin에 제일 많으며 일반적으로 다른 단백질 보다 유단백질에

많다.

단백질의 화학평점과 생물이 사이에 상관관계가 있음은 필수아미노산을 강화시키므로서 단백질의 생물이를 증가시킬 수 있음을 말해준다. 즉 제한 필수아미노산이 많은 단백질을 소량 보충해주므로서 단백질의 가치를 증진시킬 수 있다. 또는 필수아미노산 함량이 낮은 다른 단백질을 포함 급여하므로서 보완적으로 단백질의 생물이를 증진시킬 수 있게 된다. 단백질의 강화 및 보완 연구에서 우유 및 유청 단백질은 우수한 식품단백질이며 이들의 생물이는 계란이나 고기 단백질보다 높았다. 대두는 아시아 지역에서는 동물성 단백질의 대체식품으로 중요한 위치를 차지하고 있지만 대두단백질은 잘 정제되어야 하며 정제되지 않고 충분히 가열되지 않을 경우 lectin을 함유하게 되고 잘 소화되지 않는 탄수화물, phytate, trypsin inhibitor와 같은 영양 저해 물질등이 있

어서 동물성단백질 보다 불리하다. 영양결핍 아동의 회복은 전유나 유당분해우유를 급여할 때에 더 효과적이었다. 그러나 우유나 기타 동물성 단백질에 대해 알러지가 있거나 종교적인 문제가 있을 때에는 콩은 좋은 대체 단백질 식품으로 사용되고 있다.

2. 단백질과 Hormone 및 기타 생리기능

단백질과 아미노산 등은 insulin, glucagon 등의 분비에 영향을 미친다. asparagine은 glucagon의 분비촉진 효과가 제일 높았고 분지아미노산인 leucine과 isoleucine은 insulin의 분비를 강하게 촉진하였다. Arginine은 glucagon, insulin, prolactin, 성장호르몬의 분비를 촉진하였다. Casein을 섭취하면 콩, 쌀, 땅콩단백질등에 비해 혈장 insulin 농도가 증가하고 glucagon 농도가 감

소한다. 쥐에게 casein을 먹으면 밀의 gluten을 먹은 쥐보다 혈장 plasma 농도는 별 차이가 없었으나 somatotrophin과 insulin-like growth factor 농도는 상당히 높아지고 thyroxine, triiodothyronine, cortico-sterone 농도는 상당히 낮았다.

우유에는 여러종류의 peptide 성장호르몬이 함유되어 있으며 유선은 혈액으로 부터 insulin과 prolactin을 축적할 수 있으며 우유내 prolactin 량은 혈장내 농도와 유사하다. 우유의 prolactin은 생물활성이 있고 갓난 쥐의 소장은 prolactin을 흡수할 수 있으며 쥐십이지장의 영양소, 수분, 무기물 흡수와 포유행동이 prolactin에 의해 촉진된다고 한다. 최근에 모유 특히 초유는 성장촉진 peptide 함량이 높다고 알려지고 있다. 모유의 피부성장인자(epidermal growth factor, EGF)의 기본농도는 4.9 ± 0.4

nmol/l이며 초유에는 더 많이 함유되어 있으며 혈중농도보다 100배 정도 높다. 모유는 EGF활력이 있는 3종류의 성분이 있으며 이들은 생리화학적, 면역학적, 생물학적 성질이 사람오줌의 urogastrone과 유사하고 아미노산 결합순서는 모유 EGF와 동일하다. 염소, 소, 양의 초유는 모유 EGF receptor에 결합하는 성장인자를 함유하고 있다.

인체태막의 흡착인자를 사용하여 EGF를 정량한 결과 생우유에는 342ng/ml 살균우유에는 155ng이 함유되어 있었다. 모유와 우유의 주요 EGF는 분자량이 서로 다르다. 모유 EGF는 6500-7000 Da, 우유 EGF는 30,000-350,000 Da이다. 소의 초유의 성장인자는 모유 총성장인자 활력의 20%를 차지하는 모유 EGF II와 동일하다. 모유에 많이 있는 EGF는 태아의 성장과 발달에 중요하다고 생각된다. 구강으로 투여한 방사성동위원소를 붙인 EGF는 위에서 8%, 장에서 15%, 피부에서 18% 회수되었으며 따라서 EGF는 이들 조직에 더 중요하다고 인정된다. 쥐를 인체 EGF III로 예비 치료 하면 Cysteamine에 의해 유발되는 12지장암의 발생건

〈표III-3〉 몇가지 단백질의 생물가와 단백질이용효율

단백질 공급원	생물가(BV)	단백질이용효율(PER)
우유	0.75	3.0
계란	0.95-1.0	4.5
고기	0.75	3.0
콩(열처리)	0.70	2.5
밀	0.60	1.0

수와 정도가 상당히 감소했다. 유전공학적으로 합성된 인체 EGF를 정맥으로 주입하면 위의 염산분비를 강력히 억제하지만 12지장에 주입하면 효과가 없었다. 우유, 오줌 및 합성 EGF는 fibroblast 배양중 단백질 합성을 촉진하고 단백질 분해를 억제하는 유사한 효과가 있다. 염소초유의 EGF는 100°C에서 5분간의 열처리내 내성이 있으며 따라서 살균유에도 EGF 활력이 있다고 인정된다. 우유에는 파충류에서 발견된 bombesin과 유사한 peptide가 있다. 250ml의 우유에는 gastrin과 HCl 분비를 촉진할 만큼의 bombesin과 유사한 peptide가 함유해 있다. 사람이 240-360ml의 우유를 마시면 최고 pentagastrin 분비량의 30-70%까지 위산분비를 촉진한다. 위 내용물을 비우는 데에도 장기 및 췌장 효몬이 효과적으로 기능을 하고 있다. 32±4kg체중의 건강한 어린이가 체중 kg당 10ml의 우유를 먹은 다음 15-30분만에 혈중의 gastrin은 9에서 15로, GIP는 10에서 37로, pancreatic polypeptide는 28에서 77로, secretom은 1.2에서 1.8로, entero-glucagon은 14에서 21(pmal/ℓ)로 증가했다.

〈표Ⅲ-4〉 우유에서 발견되는 peptide 효몬

Hormone	농도(nmol/kg)	우유/혈액 분포비
Insulin :		
초 유	6	>100
우 유	0.62±0.2	1
살균유	0.2	
Insulin유사 성장인자 :		
IGF-1 초 유	20	
우 유	3±0.3	
IGF-2 초 유	80	
우 유	16±1.5	
피부성장인자(EGF) :		
초 유	60-100	>100
우 유	10-12	10
살균유	0.5-5	
Gastrin분비peptide(Bombesin) :		
우 유	0.7	5-10
끓인우유	0.7	
Prolactin : 초 유	5-10	5-10
우 유	0.2-1	1
Somatotropin : 우 유	<0.01-0.1	0.1
Thyrotropin분비효몬 :		
초 유	0.4	>1
Gonadotropin분비효몬 :		
초 유	10	>5
우 유	1.2	

exorphine의 일종인 β-casomorphines는 casein의 효소적 분해에 의해 생성된다. Prolineli 많은 β-casomorphines은 장내 protease에 저항성이 높아서 casein을 먹은 minipig의 chime에서 발견되고 있다. 이 casomorphine의 생리적

기능은 불분명 하지만 S-casomorphine에 의해 직접적으로 그리고 somatostatin을 거쳐서 장관운동이 지연되는 효과를 보여 주었다. 또 insulin과 glucagon 분비 효과도 있었으며 이들은 동물의 식품섭취조절기능이 있다고 인정되고 있

다.

Casein에 많은 serine phosphate residues는 2가 이온인 Ca^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} 등과 결합하여 이들 광물질의 흡수이용에 작용하고 있다. Casein의 효소분해에서 얻어진 phosphopeptide가 각기병이 있는 어린이 골격의 Ca 침착을 촉진하였다. 콩단백질을 먹을 때에는 소장말단에서 섭취한 Ca의 30% 이하가 가용성 이지만 casein의 phosphopeptide를 먹으면 45%가 가용성이었다. Casein에서 얻어진 phosphopeptide를 ml 당 $1mg$ 함유하는 chyme은 정상 닭과 각기 증상이 있는 닭의 장에서 Ca 흡수를 증가시켰다.

Casein의 phosphopeptides가 쥐의 소장에서 Ca^{++} 흡수를 촉진시켰으며 인산기를 제거한 casein을 먹일 때에는 Ca^{++} 흡수가 크게 감소하였다. 우유는 Ca^{++} 과는 달리 Zn의 흡수를 감소시킨다. Zn^{2+} 흡수이용은 우유를 먹을 때의 유청을 첨가하여 제조된 조제유를 먹을 때가 낮았으나 대두단백질로 만든 조제유 보다는 좋았다. Zn^{2+} 이용이 나쁜 것은 Zn^{2+} 이 casein에 결합되기 때문이며 Zn^{2+} 의 결합은 pH에 따라 좌우된다. 우유를 산으로 응고

시키면 결합된 Zn^{2+} 가 유리되지만 rennet로 응고시키면 모든 Zn^{2+} 은 curd에 결합되어 있어서 소장 상부에서 소화도 중 흡수이용이 낮아진다. 생우유나 살균유는 위에서 단단한 curd가 형성되지만 멸균유의 커드는 더 연한 curd가 생긴다. 부드러운 curd가 형성되므로서 우유단백질의 예비소화가 더 잘 되며 우유 curd의 위 통과 속도가 적당히 조절된다. Trypsin inhibitor가 있는 콩단백질은 위에서 분해가 덜 되어서 위 통과가 빨라지게 된다.

3. 면역성 단백질

우유에는 면역단백질과 lactoferrin, lysozyme, lactoperoxidase 등이 있어서 박테리아 억제능력이 있다. 우유면역단백질과 철분으로 포화된 lactoferrin 등은 잘 소화되지 않아 소화기에서 효과를 발휘하지만 열에 약하여 살균에 의해 대부분 박테리아 억제능력이 상실된다. 모유 casein의 소화분해물인 hexapeptide는 면역성을 증가시키며 백혈구의 식균 작용을 증가시킨다고 한다. 이러한 peptide들은 살균을 해도 그 기능을 일부 보유하지만 더 심한 열처리를 하면 기능이

상실된다.

결론적으로 우유단백질은 높은 영양가 외에도 건강을 증진시키는 생리적 기능이 있음을 알 수 있다. 즉 우유에는 성장호르몬분비촉진인자, somatotropin, prolactin, 피부성장인자, gastrin 분비촉진인자 등이 혈액보다 많이 있으며 피부성장인자는 혈액보다 100배나 많다. 이들 생리적 물질들은 신생아 장기의 초기성장과 성숙에 기여하는 것으로 알려져 있다.

또 생우유나 저온살균유에는 면역단백질과 lactoferrin, lysozyme, lactoperoxidase 등이 있어서 신생아의 미생물 저항력에 중요한 기능을 한다. 한편 우유단백질의 소화분해물은 2가금속 이온의 흡수에 영향하며 casein의 소화시에 생기는 phosphopeptide가 있으면 콩단백질을 먹을 때보다 Ca 이용성이 증진된다. Zn 흡수는 우유보다 모유에서 더 잘된다. 콩을 먹으면 Zn가 콩의 phytate과 결합하여 Zn 흡수가 억제된다. 위에서 우유는 curd를 형성하여 위 통과 속도가 느려져서 콩에 비해 소화가 더 잘된다.

4. Casein과 혈중 콜레스테롤

동물실험에서 우유의 주 단백질인 casein은 대두단백질에 비교해서 혈장 cholesterol을 증가시킨다고 보고되고 있다. 실험동물 중에서 토끼가 casein 단백질에 의한 혈장 cho-

lesterol 증가 효과에 제일 민감하고 다음이 쥐와 돼지이다. 그러나 유인동물과 인간에서 대두단백질이 혈장 cholesterol을 감소시키고 casein이 혈장 cholesterol을 증가시킨다는 정확한 증거는 없다. 대두단백질이 혈액내 지질을 저하시킨다는 효과는 정제되지 않은

대두단백질을 사용하여 혈액질 함량이 높은 환자에서 식사가 엄격하게 조정되지 않은 실험을 했을 때에만 나타났다. 동물성 단백질이 혈액내 cholesterol량을 증가시키는 대사작용의 생화학적 이론에 대한 통일된 견해도 밝혀지고 있지 않다.

美글래머誌 칼슘 섭취요령 소개

칼슘은 우리 몸의 뼈를 튼튼하게 해주며 충분히 섭취할 경우 여성의 骨多孔症 예방에 효과가 크지만 일반적으로 식생활에서 섭취량이 부족하기 쉽다.

보건사회부를 펴낸('92 국민영양조사 보고서)에 따르면 20세이상 50세이하의 한국 성인남자를 기준으로 1일 평균 칼슘 권장량은 600mg이지만 섭취량은 491.8mg에 불과하다.

미국의 월간 여성지 글래머는 최근호에서 미국 여성의 1일 평균 칼슘 섭취량이 500~600mg으로 권장량의 절반밖에 미치지 못하고 있다고 소개하면서 칼슘이 많이 든 脫脂乳나 치즈브로콜리 등의 채소를 많이 섭취하라고 권하고 있다.

미국의 경우 일일 칼슘 권장량은 25세 이하의 여성은 1,200mg, 25세 이상의 여성은 800mg 정도이다. 특히 임신 여성의 경우에는 칼슘을 더 필요로 하며 섭취능력도 뛰어나다.

골다공증 예방: 칼슘을 많이 먹자

뼈를 튼튼하게 하기 위해서는 칼슘을 충분히 섭취하면서 잘 먹고 적당한 운동을 하며 과음이나 지나친 흡연을 삼가는 것이 좋다.

칼슘이 많이 든 식품을 소개해 본다.

▲ 乳製品=우유는 칼슘을 많이 함유하고 있으며 이외에도 비타민 D와 마그네슘 등을 포함하고 있다. 특히 脫脂乳는 중요한 칼슘원으로 80~110cal당 300mg의 칼슘을 제공해 준다. 또 요구르트나 체다치즈같은 硬치즈, 아이스크림, 냉동 요구르트에도 칼슘이 많다. 주의할 점은 치즈나 아이스크림은 지방을 많이 함유하고 있으므로 적당량을 섭취해야 한다.

▲ 非乳製品=연어나 정어리 통조림, 케일이나 브로콜리 등에도 칼슘이 많이 함유되어 있다.

그러나 요리된 케일이나 브로콜리 2~3컵 정도가 한잔의 우유와 같은 량의 칼슘을 함유하고 있음을 고려해 볼 때 칼슘에는 乳製品이 좋다.

(연합통신 93.7. 6)