



## 유청단백과 고령층 영양

### 작성:

리처드 B. 크라이더 (Richard K. Kreider, PhD, EPC, FACSM, CASEP)  
베일리 대학 보건 · 수행공학 · 레크리에이션학과 교수  
운동 · 영양 · 보건예방센터 소장  
(Professor and Chair  
Department of Health, Human Performance and Recreation  
Center for Exercise, Nutrition and Prevention Health, Baylor University)

### 편집:

비트 로이드 (Beate Lloyd, PhD, RD, LD)  
글로벌 리서치 솔루션 (Global Research Solutions)

유청이 근육 손실 억제에는 물론 심혈관 및 뼈 건강 향상, 면역 증강 등 고령층의 전반적인 건강 증진에 도움이 되는 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있다는 증거가 최근 잇달아 나오고 있다.

유청단백은 전 세계 많은 국가에서 그 비율이 늘어가는 고령층이 필요로 하는 영양소를 제공하기에 적합한 성분이다.

또한, 유청단백은 고령층의 30%가 겪는 근육감소증(Sarcopenia) 완화에 도움을 줄 수 있다.

본고는 고령층의 건강 증진에 도움을 줄 수 있는 유청단백의 속성과 유청의 작용 메커니즘에 대한 내용을 담고 있다.

신진대사 및 활동 수준의 변화는 노화로 인한 개인의 신체조성 및 다양한 생리적 기능의 변화와 연관이 있다. 신체조성의 변화란 체지방 증가 및 근육량 감소를 포함한다.

지방축적은 신체활동 감소, 신진대사율 감소 및 칼로리 과다 섭취라는 요인들에 기인하는 것으로 보인다. 근육감소증은 다양한 요인들에 의해 나타나는 현상이기는 하지만 단백질 섭취 및 활동 수준이 가장 결정적인 원인인 것으로 보인다.

근육감소증은 노년층에서 흔한 질환이며 심각한 합병증을 야기한다. 근육의 힘이 손실되면 신체 활동능력이 떨어지고 병원 의존도가 커져 그에 따른 막대한 의료비 지출이 불가피해진다.



## 단백질에 대한 기본 정보

모든 단백질은 일렬로 배열된 아미노산 사슬로 구성되어 있지만 그 배열구조는 단백질마다 천차만별이다. 뿐만 아니라 천연의 원료(카제인, 유청, 대두 등)에서 유래한 단백질은 단순단백질들이 고유의 방식으로 혼합되어 있는 복합단백질이다. 예를 들어 유청단백은 베타-락토글로불린, 알파-락토알부민, 면역글로불린, 알부민, 락토페린, 락토페록시다제 및 글리코매크로펩타이드(GMP)로 이루어져 있다. 따라서 식이 단백질의 아미노산 조성은 단백질 원(표1)에 좌우될 뿐만 아니라, 경우에 따라 분리 및 가공공정의 영향을 받는다고 할 수 있다. 아미노산 조성에서 특히 중요한 점은 음식을 통해서만 섭취할 수 있는 필수 아미노산의 함량이다. 단백질의 품질은 일반적으로 단백질의 필수 아미노산 함량을 반영하며, 해당 단백질의 단백질 요구량 충족 능력을 측정하는 상대적 척도가 된다. 각 단백질원의 영양적 가치는 단백질 품질 측정치를 통해 비교가 이루어진다.

단백질의 품질은 단백질 효율비(PER)나 단백질 소화흡수율을 고려한 아미노산 값(PDCAAS)으로 평가된다. 단백질의 PER은 특정 단백질을 섭취시킨 성장기 쥐의 체중 증가량을 표준 단백질인 카제인 섭취 시의 체중 증가량과 비교하여 산출한다. 필수 아미노산 농도가 쥐의 성장속도에 따라 줄어들면서 PER 값이 감소한다.

PER 값이 높을수록 단백질의 품질도 높다고 할 수 있다. PER 측정방식의 단점은 성장기 쥐가 필요로 하는 아미노산 요구량이 인간의 그것과 다르다는 것이다. 일례로 쥐는 털과 빠른 성장속도 때문에 인간보다 메티오닌과 시스테인 요구량이 높다. 이러한 단점을 보완하면서 인간이 필요로 하는 필수 아미노산 요구량을 보다 정확하게 측정하기 위해 PDCAAS가 도입된 것이다. 단백질의 아미노산 조성은 유엔 식량농업기구(FAO)가 지정한 필수 아미노산 요구량을 기준으로 비교 분석된다. 단백질마다 필수 아미노산 조성이 다르며, 따라서 PER 및 PDCAAS 값도 저마다 다르다(표2).



표1. 식품 및 보조제에 함유된 다양한 단백질의 품질 근사값

단백질	PDCAAS*	PER
밀 글루텐	0.25	-
소고기	1.00	2.9
대두	1.00	2.1
전란	1.00	3.8
유단백	1.00	3.1
카제인	1.00	2.5
유청	1.14	3.2

2003 USDEC 미국산 유청·유당제품 안내서 65 페이지에서 발췌

\* 단백질 소화흡수율을 고려한 아미노산 값

## 왜 유청단백인가?

유청단백은 상용 가능한 가장 질 좋은 단백질 중 하나이다. 유청단백이 양질의 단백질로서 가치가 높은 이유는 분지사슬 아미노산(BCAA)과 필수 아미노산이 그 어떤 단백질 원보다 풍부하기 때문이다. 또한 유청단백은 전반적인 건강 증진에 도움이 될 수 있는 펩타이드 및 단백질 분획물을 다량 함유하고 있다. 이와 같은 특성을 가진 유청단백이 어떤 메커니즘을 통해 노년층의 건강에 도움을 주는지 기술하도록 하겠다.

### 근육감소증(Sarcopenia) 완화

노화가 진행되면 신경 및 근육 기능이 감소하여 신체적, 정신적 활동이 점점 어려워지고 병원 의존도가 커져 막대한 비용 지출을 피할 수 없게 된다.

70~80세 노년남성 및 여성의 20~40%는 근육강도의 감소를 경험한다. 60세 이상 고령층의 약 30%는 근육감소증 질환이 있으며 이는 고령화가 지속되면서 확대되는 양상이다. 근육감소증의 원인은 근육 단위당 강도의 소실이 아니라 근육량의 감소 때문인 것으로 보인다. 즉, 운동능력의 활동이 감소하면서 나타나는 근육량의 손실이 주요 원인이라는 것이다. 그러나 단백질 및 칼로리 섭취 감소, 단백질 합성의 변화, 신체활동 저하 역시 근육감소증을 유발하는 요인들로 볼 수 있다. 단백질 합성은 식후에 일어나는 특징이 있는데 노년기에 접어들면 이 같은 과정에 변화가 온다. 건강한 상태라 하더라도 노인의 식후 단백질 합성 활성도는 청년에 비해 떨어진다. 최근 노년기 성인을 대상으로 한 연구에서 유청단백이 카제인보다 식후 단백질 합성을 촉진하고 체내 단백질 손실을 억제하는데 효과가 있다는 결과가 나왔다. 건강한 청년들을 대상으로 한 기존 연구 결과와도 일치하는 위의 연구 결과는 유청단백의 빠른 소화속도와 다른 단백질보다 뛰어난 단백질 합성 촉진 기능을 입증하고 있다.

신체활동과 식이 단백질 섭취를 늘릴수록 근육감소증 완화 효과는 높아진다. 식이 단백질은 노인의 근육단백질 합성을 촉진하는 효과가 있는데, 식이 단백질에 함유된 필수 아미노산이 결정적 역할을 하는 것으로 보인다. 신체 활동 후 3~6g의 필수 아미노산 혹은 10~20g 정도의 유청단백을 섭취하면 청년층과 노년층 모두 단백질 합성이 개선되는 것으로 나타났다. 앞서 언급했듯이, 유청단백은 상용 가능한, 가장 풍부한 필수 아미노산 공급원이기 때문이다.



### 체중감소 촉진

고단백/저탄수화물 식단은 언론의 집중 조명을 받아왔다. 학계에서도 고탄수화물 식단에 비해 고단백/저탄수화물 식단이 체중감소를 촉진하고 인슐린 민감성을 개선하는 효과를 보인다고 인정하고 있다. 그러나 50세 이상을 대상으로 한 연구에서는 고단백/저탄수화물 식단의 효과가 뚜렷하지 않은데다가 90일 이상 장기간 섭취했을 때 나타나는 효과는 잘 다뤄지지 않고 있다. 그럼에도 노년층의 충분한 단백질 섭취는 균형 잡힌 식단의 측면에서 중요한 요소임에 틀림없다. 특히 근육의 손실 없이 체중을 감소해야 하는 과체중 노인에게는 충분한 단백질 섭취가 무엇보다 중요하다. 앞서 논의했듯이, 노년기에 접어들면 식후 단백질 합성이 저하되지만 필수 아미노산 섭취를 통해 개선이 가능하다. 뿐만 아니라 최근 연구에서는 BCAA가 단백질 합성에 필요한 농도보다 더 많이 혈장과 세포에 존재할 경우 근육 유지를 주관하는 대사작용에 관여한다는 연구 결과가 나오기도 했다. 유청단백에는 특히 필수 아미노산 및 BCAA가 풍부하게 함유되어 있다. 근육량이 유지되면 휴식 에너지 소모량이 늘고 인슐린 민감성이 높아져 전반적인 건강이 개선되는 효과가 나타나게 된다. 이러한 이유 때문에 유청단백은 과체중 노인의 근육량 유지를 위한 식단에서 반드시 고려해야 할 성분이다.

### 뼈 건강

최근에 발표된 연구 결과에 따르면 식품을 통한 단백질 섭취가 노년기 여성의 뼈 미네랄 손실 및 골절 위험을 낮추는 효과가 있는 것으로 드러났다. 단백질 과잉 섭취가 소변 내 칼슘 배출을 늘리는 원인으로 알려져 있기는 하지만, 단백질 섭취량을 0.7g/kg에서 2.1g/kg으로 늘릴 경우 장 내 칼슘 흡수량 또한 늘어난다는 결과가 나오기도 했다. 식물성 단백질 보다는 동물성 단백질이 뼈 건강을 보호하는 효과가 더 높은 것으로 보인다. 문제는 충분한 단백질을 수용 가능한 관능 속성을 지닌 운반체에 넣어 신체에 공급하는 것이다. 유청단백은 상용 가능한 동물성 단백질 중 식품 제조에 가장 범용적으로 쓰일 수 있는 단백질이며, 관능적 측면에서 소비자들의 기호에 가장 부합하는 성분이다.

### 생리활성 단백질 및 펩타이드 공급원

유청단백은 베타-락토글로불린, 알파-락트알부민, 면역 글로불린, 베타-글로불린, 락토페린, 락토페록시다제, GMP를 함유한다. 이들 단백질이 가진 각각의 생물학적 작용은 수많은 연구논문의 단골 주제로 등장하고 있다(표 3). 연구에 따르면 유청에 들어있는 단백질은 항산화, 항암, 항고혈압, 항고지혈증, 항균, 항바이러스 작용을 하는 것으로 나타났다. 일부 단백질은 비타민 및 미네랄과 결합하여 영양대사 과정에서 중요한 역할을 하기도 한다. 유청단백 및 펩타이드는 소화 및 장 기능 활성화는 물론 글루타타온 생성 및 면역 기능 활성화 효과가 있는 것으로도 보고되고 있다. 이러한 생물학적 활성이 뛰어난 단백질 및 펩타이드를 식품을 통해 얻을 수 있는 가능성이 높아진다면 다양한 방식으로 전반적인 건강을 증진할 수 있게 될 것이다.

### 뼈 건강-칼슘 공급원

51세 이상 성인의 하루 칼슘 권장량은 1,200mg이다. 유청단백은 제품 유형에 따라 다르기는 하지만 보통 단백질 100g당 약 500~800mg의 칼슘을 제공한다. 유청단백은 우수한 식이 칼슘 공급원이라 할 수 있다. 노년층이 칼슘 섭취를 늘리면 두 가지 측면에서 이점이 있다. 첫째, 칼슘은 골밀도를 유지하기 위한 수단으로 권장되고 있다. 둘째, 칼슘은 지방세포에서 세포간 칼슘 농도 조절 역할을 하는 비타민 D의 유형을 조절하는 것으로 나타났다. 식이 칼슘은 고칼로리 섭취 시 지방세포의 성장 및 체중증가를 억제하며, 칼슘 섭취가 증가할 경우 지방대사(지방분해)가 활발해지고 칼로리를 제한하는 동안에도 열생성이 유지된다.

노년층은 보통 단백질 섭취비율이 낮는데, 최근 노화가 진행될수록 단백질 섭취량을 늘릴 것을 권장하는 연구 데이터가 점차 늘어나고 있다. 노년기에 접어든 사람들이 운동 후 단백질이 보충된 식사를 하면 건강 유지에 가장 기본적인 요소인 근육량을 유지할 수 있다. 유청단백은 함유된 필수 아미노산이 근육량 유지 효과를 배가시키기 때문에 이상적인 단백질 공급원이라 할 수 있다.

공식적으로 언급된 바는 없지만, 병상에 있거나 수술을 받았을 경우 그리고/혹은 화학요법을 받는 동안 유청단백 섭취를 늘리면 근육량을 유지하고 근육 손실을 억제하는데 많은 도움이 될 것이다. 또한 권장량의 최대 범위에서 단백질을 섭취하면 노년층의 뼈 미네랄 손실 및 골절 위험이 감소하는 것으로 드러났다. 유청단백을 섭취하면 칼슘도 함께 공급되기 때문에 뼈 상태 유지 및 지방 감소를 촉진하는 효과도 얻을 수 있다. 그 밖에 유청단백에 함유된 특정 성분들이 항산화작용, 혈압 및 콜레스테롤 감소, 면역기능 향상, 항암작용 등 여러 유익한 기능을 하기 때문에 전반적인 건강 증진에 도움이 된다는 연구 결과도 있다. 유청단백은 영양적 가치는 물론 식품 제조 시 활용도도 높다는 점에서 특별한 원료이다. 이러한 특징은 단백질 요구량을 만족시키는 데 어려움을 겪는 인구집단에게 큰 장점으로 작용하고 있다.



표2. 단백질 종류에 따른 아미노산 조성 근사치(g/단백질 100g)

원재료	농축대두 단백질	분리대두 단백질	난단백질 (건조)	분리 유단백	갑송 카제인염	WPC80	이온교환 WPI	교차호름 정밀여과WPI	WPH
알라닌	4.60	4.30	5.77	3.50	3.00	4.82	5.60	5.60	5.20
아르기닌*	7.90	7.60	5.43	3.50	3.70	3.18	3.00	1.70	3.00
아스파라긴산	11.90	11.60	10.18	8.00	6.90	12.26	12.30	12.70	12.30
시스테인/시스틴	1.40	1.30	2.59	0.60	0.40	2.28	1.90	2.50	2.90
글루탐산	19.00	19.10	13.29	20.80	20.90	15.41	17.70	19.70	18.30
글리신	4.60	4.20	3.49	1.90	1.80	2.00	1.90	2.00	2.30
히스티딘*	2.80	2.60	2.26	2.70	2.90	2.41	2.00	1.80	1.90
이소류신*	5.20	4.90	5.66	4.40	4.60	6.41	5.40	6.80	5.50
류신*	8.50	8.20	8.41	10.3	9.10	11.60	13.50	10.90	14.20
리신*	6.90	6.30	6.80	8.10	7.70	9.83	10.90	9.50	10.20
메티오닌*	1.50	1.30	3.44	3.30	2.90	2.35	3.50	3.10	2.40
페닐알라닌*	5.40	5.20	5.82	5.00	5.10	3.56	3.40	2.50	3.80
프롤린	5.60	5.10	3.91	9.50	10.40	6.28	4.80	6.30	5.10
세린	5.10	5.20	6.88	6.20	5.80	6.24	4.50	5.30	5.00
트레오닌*	4.20	3.80	4.55	4.50	4.30	8.44	5.30	8.30	5.50
트립토판*	1.20	1.30	1.23	1.40	1.20	1.80	1.50	2.00	2.30
티로신	4.00	3.80	3.91	5.20	5.50	3.26	3.90	3.10	3.90
발란*	5.40	5.00	6.37	5.70	5.70	6.90	5.40	6.40	5.90
총 BCAA <sup>H</sup>	19.10	18.10	20.45	20.40	19.40	24.10	24.30	24.10	25.60
총 EAA*	49.00	52.14	49.97	48.90	47.20	55.67	53.90	53.00	54.70

Bucci LR과 Unlu LM(3)에서 발췌

<sup>H</sup> 분지사슬 아미노산

\* 필수 아미노산

표3. 유청단백에 함유된 단백질 분획물들의 생리학적 작용

단백질 분획물	생리학적 작용 혹은 기능
베타-락토글로불린	베타-락토글로불린은 유청단백의 약 50%를 차지한다. 베타-락토글로불린의 구체적인 생물학적 작용은 알려진 바 없으나, 미네랄(아연, 갑송 등), 지용성 비타민(비타민 A와 E) 및 지질과 결합하여 다양한 생리학적 과정에 중요한 요소로 작용하는 것으로 보인다. 또한 BCAA를 다량 함유하고 있다.
알파-락탈알부민	알파-락탈알부민은 유청단백의 25%를 차지하며, 항암 및 항균, 면역증진 기능이 있는 것으로 보고되고 있다. 알파-락탈알부민은 뇌에서 세로토닌 분비를 촉진시켜 우울한 기분을 개선하고, 코티졸 수치를 낮추는 효과가 있는 것으로 연구 결과 밝혀졌다.
펩타이드	유청 유래 펩타이드는 콜레스테롤 수치와 혈압을 낮추고, 일부 암 발생을 억제하는 효과가 있는 것으로 알려져 있다.
알부민	유청단백의 약 5%는 소 혈청 알부민(BSA)으로 이루어져 있다. BSA는 항산화 및 항돌연변이 기능을 가지고 있는 것으로 나타났다. 유리 지방산과 결합력이 좋고, 전이금속산화물을 킬레이트 화합물로 만든다.
면역 글로불린	면역 글로불린(IgA, IgM, IgE, IgG)은 수동면역기능을 지원한다. 면역 글로불린 관련 연구는 주로 유아를 대상으로 하는 경우가 많았지만, 최근 노년기 성인이 소 면역 글로불린을 식품을 통해 섭취할 경우 효과가 있는지 규명하고자 하는 연구들이 진행되고 있다.
락토페린	락토페린은 철과 결합하는 단백질이며 이 같은 속성 덕분에 활용 범위가 다양하다고 할 수 있다. 또한 항암, 항균, 항바이러스, 항산화, 항염증 효과 및 면역조절 기능을 가진 것으로 알려져 있다.
락토펙톡시다제	락토펙톡시다제는 과산화수소를 분해하는 효소이며 항균작용을 한다. 방부제나 충치 예방을 위한 치약의 원료로도 사용된다. 또한 항산화 및 면역기능 증진 효과도 있는 것으로 보고되고 있다.
글리코마크로펩타이드(GMP)	GMP는 식욕을 억제하고 항바이러스, 항암, 항혈소판, 항고혈압 및 면역조절 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 충치를 막으며 필수 아미노산인 페닐알라닌이 전혀 없다. 페닐케톤뇨증(PKU) 환자 치료에 사용된다.



## 고령층 건강을 위한 유청단백의 영양상 이점

정보 제공: D. 브뤼유 박사 (Dr. D. Breuille), Z. 크라트키 박사 (Dr. Z. Kratky)

네슬레 연구소 (Nestle Research Center)

다음은 2003년 5월 7일 튀니지에서 열린 유청의 건강 효능 워크샵에서 크라트키 박사가 발표한 보고서의 발췌 내용이다.



단백질의 최종 영양 가치에 영향을 미치는 요인으로는 아미노산 조성, 가수분해 정도, 소화 흡수율, 소화속도, 생리활성 펩타이드 유무, 개인의 대사장애 여부 등이 있다.

네슬레는 임상영양 및 실천영양 프로그램의 일환으로 노년층 지원자들이 섭취한 유청 및 카제인의 소화율을 비교하는 임상연구를 실시했다. 이 연구에 따르면 유청의 단백질 소화율이 카제인에 비해 높은 것으로 나타났다. 9명의 지원자를 대상으로 실시한 또 다른 임상연구에서는 카제인보다 유청을 섭취했을 때 식후 단백질 합성 및 균형이 더 잘 일어나는 것으로 밝혀졌다. 이 두 연구를 통해 유청을 원료로 한 보조제가 카제인을 원료로 한 보조제보다 단백질 합성 및 균형에 더 효과적으로 작용한다는 결론을 도출할 수 있었다.

네슬레 연구진은 위장기능장애가 있는 환자들을 위해 펩타이드를 원료로 한 제품 (Peptamen)을 출시했다. 이 제품은 장에서의 흡수가 잘 이루어지도록 가수분해 유청단백과 중쇄 중성지방을 함유하고 있다. 유청이 원료로 사용된 이유는 시스테인(글루타티온과 글루타민의 전구체)과 BCAA(글루타민의 전구체)가 풍부하고 아르기닌(글루타민 합성 촉진) 함량이 낮기 때문이었다. 다양한 임상적 상황에서 글루타민의 효능에 대한 수많은 가설들이 입증되었다. 글루타민 농도는 이화작용이 진행되는 동안 감소되는 것으로 알려져 있다. 또한 글루타민은 급격한 속도로 재생하는 세포(면역세포, 장세포)의 에너지원으로 쓰일 뿐만 아니라 점막 위축을 완화하여 소화관 장벽을 강화하는 역할도 한다. 동물실험 결과, 단식 후 음식물을 섭취했을 때 대두를 원료로 한 식품이나 단순 아미노산 복합물을 섭취한 대조군보다 유청을 원료로 한 네슬레 제품을 섭취한 실험군에서 체중과 혈장 및 근육 내 글루타민 농도가 월등히 증가한 것으로 나타났다.

이는 유청단백이 글루타민 함량은 낮지만 글루타민 상태를 가장 효율적으로 개선할 수 있는 원료임을 입증한 결과였다.

유청단백은 우수한 필수 아미노산 공급원이며 (단백질의 45%), 카제인 및 대두에 비해 시스테인, 트레오닌, 류신 함량이 월등히 높다. 스트레스를 받거나 노년기에 접어들면 이와 같은 아미노산의 요구량이 높아지게 된다. 시스테인은 글루타티온의 합성 반응속도를 제한하는 아미노산이며, 스트레스 상태에서 일차적인 신체방어 기능을 담당한다. 식품을 통해 시스테인을 섭취할 경우 글루타티온 상태 유지 및 다발성 손상환자의 근육 단백질 합성을 촉진한다. 영양실조는 글루타티온 수치를 떨어뜨린다. 바이러스 감염(HIV, 간염), 화상, 외상, 패혈증, 만성 염증질환 및 수술 역시 혈액 및 조직 내 글루타티온 농도에 부정적 영향을 미친다. 연구에 따르면 HIV 환자에게 유청단백을 경구 투여하면 혈장 글루타티온 수치가 증가하는 것으로 나타났다.

앞서 언급한 연구 결과들을 토대로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다. 유청단백은 노년층, 특히 외상 후 회복기에 접어들었거나 바이러스 감염 및 만성 염증질환을 앓고 있는 환자들의 영양적 요구에 가장 부합하는 성분이라는 것이다. 유청단백의 구체적인 효능을 정리하자면 빠른 소화속도, 식후 단백질 합성 및 균형 촉진, 필수 아미노산 공급, 글루타티온 상태 유지 및 개선을 가져오는 높은 시스테인 함량이 될 것이다.

### 참고문헌

1. Dangin et al., unpublished data.
2. Dangin et al., J. Physiol., 2003.
3. Boza et al., Eur J. Nutr., 2000.
4. Breuille et al. Clin. Nutr., 2001.
5. Eur. J Clin. Invest. 2001, 31:171-178.

## 유청과 심혈관 건강\*

작성:

샤론 K. 저드 (Sharon K. Gerdes)  
SK 저드 컨설팅 (SK Gerdes Consulting)

W. 제임스 하퍼 박사 (Dr. W. James Harper, PhD)  
오하이오 주립 대학교 (Ohio State University)

편집:

G. 밀러 박사 (Dr. G. Miller, PhD)  
미국 낙농 협회 (National Dairy Council)

미국산 유청이 심혈관 건강증진에 도움이 되는 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있다는 연구 결과가 속속 발표되고 있다. 생리활성 유청 펩타이드는 ACE 억제 및 아편 작용을 통해 고혈압을 막아주고, 혈소판 응집을 억제하며, 콜레스테롤 수치를 낮출 수 있다고 한다. 뿐만 아니라 칼슘, 마그네슘, 아연, 비타민 B군 및 특정 지질 분획물 등 유청 내 성분들도 심혈관 질병을 예방하는 효과를 가져올 수 있다고 한다.

식품 과학자들은 일반적으로 유청단백을 선호한다. 높은 생물가, 뛰어난 기능적 특성, 깔끔한 향미 때문이다. 미국산 유청원료는 전세계적으로 음료, 바를 비롯한 기타 식품에서 사용되고 있다. 새로 개발된 유청원료로는 생리활성 펩타이드가 다량 함유된 가수분해 유청단백과 칼슘, 인 및 기타 미네랄이 풍부한 복합 우유 미네랄이 있다. 이들 두 원료는 심혈관 건강을 위한 기능성 식품의 성분으로 특히 주목 받고 있다. 유청원료는 또한 공액리놀렌산(CLA)이 다량 함유된 제품이나 발효 또는 초면역 유음료의 성분으로서 심혈관 건강 증진을 목표로 하는 차세대 유제품에 사용될 수도 있을 것이다.

관상동맥 심장질환은 서구 사회에서 이병률 및 사망률이 가장 높은 질환이다. 심장질환은 “서구화 된” 국가에서 흔하게 볼 수 있는 질병이며, 많은 국가들이 서구화된 식단과 생활 습관을 받아들이면서 심장질환 발생률이 전세계적으로 늘어나는 추세이다.

심장질환의 주요 요인으로는 흡연, 고혈압, 높은 혈중 콜레스테롤 수치, 중성지방 수치, 당뇨 및 유전적 특성 등이 있다. 저지방 유제품은 수년 전부터 심혈관 질환의 위험을 낮추기 위한 식단에 첨가하도록 권장되어 왔다. 최근 유청에 함유된 특정 성분들이 관상동맥 건강에 도움을 줄 수 있다는 연구 결과가 나오기도 했다.

실험실 및 동물연구에서 얻어진 결과가 대부분이기 때문에 유청 펩타이드와 유청성분의 효과를 입증하기 위해서는 추가로 임상실험이 이루어져야 한다. 미국산 유청원료는 그 기능 및 영양적 특성 때문에 가치를 인정 받고 있다. 뿐만 아니라 이들 성분이 심혈관 건강에 긍정적인 영향을 미친다는 증거들이 드러나면서 일반 및 기능성 식품의 원료로서 더욱 각광을 받을 것으로 보인다.

\* USDEC가 발간한 “유청의 생리활성 성분과 심혈관 건강 (Bioactive Components of Whey and Cardiovascular Health)”이라는 제목의 모노그래프에서 발췌한 내용이다. 원문은 USDEC 웹사이트 [www.usdec.org](http://www.usdec.org) 에서 확인할 수 있다.



## 생리활성과 노화방지\*\*

C. J. 딜라드 (C. J. Dillard)  
캘리포니아 대학 식품공학과  
(Department of Food Science and Technology, University of California)

R. L. 월젠크 박사 (Dr. R. L. Walzem)  
텍사스 A&M 대학교 (Texas A&M University)

J. B. 저먼 (J. B. German)  
캘리포니아 대학 식품공학과  
(Department of Food Science and Technology, University of California)

유청이 건강증진 및 질병예방에 효과가 있는 영양소를 풍부하게 함유하고 있다는 연구 결과가 계속해서 발표되고 있다. 영양분의 생체 내 이용효율, 세포의 성장 및 성숙 조절, 프로바이오틱스 및 프리바이오틱스, 독소제거, 병원체 독성 분자와 관련된 새로운 정보에 따르면, 유청을 이용할 경우 건강기능 식품은 물론 전염병 및 만성질환을 줄일 수 있는 의약품 개발 가능성이 상당히 높은 것으로 드러나고 있다. 이는 노년기 영양에 상당히 큰 이점으로 작용할 것이다.

유청단백이 위와 장의 면역기능과 상호작용을 한다는 사실을 넘어 이제는 장, 면역체계, 세포생물학 차원에서 분자 활동으로부터 추론해 볼 수 있는 이점들을 규명하는 연구가 진행되고 있다. 이 가운데 암세포의 성장을 억제하는 보조치료제 그리고 고콜레스테롤혈증 및 노화 방지 물질로서 유청단백의 이로운 효과들이 보고되고 있다.

## 성숙

인간을 포함한 포유류의 다양한 생체조직 및 세포는 생애초기는 물론 살아가는 내내 성숙 과정을 겪는다. 유아기 면역체계의 자기-비자기 인식과 생애주기 동안 다양한 항원에 보이는 내성이 성숙의 대표적인 예이다. 이미 잘 알려진 유청성분과 면역체계 사이의 상호작용은 유청이 가진 가장 유익한 특성 중 하나이다. 특히 면역노화로 인해 병원균 방어가 제대로 이루어지지 않는 노인의 경우, 성숙 촉진인자를 식품에 포함시켜 섭취하는 것이 유익하다. 또한 요구르트 제품이 보이는 면역체계 개선 효과는 유익한 유산균과 그와 함께 섭취되는 유청성분 사이의 긍정적인 상호작용에 기인하는 것으로 보인다.

## 보호

락토페린과 같은 유청단백의 항균 효과에 대한 연구 결과가 속속 등장하면서 과학계는 물론 일반 대중들도 우유 성분의 항균 효과를 인식하게 되었다. 본고가 다룰 주제는 아니지만, 우유의 가장 뛰어난 이점은 다양하고 효과적인 수단을 통해 여러 보호 작용을 하는 미생물군총의 생육을 촉진하는 것이다. 유익한 미생물군총 생육을 촉진하는 프리바이오틱스로서 유청성분이 가진 효과는 지금까지 제대로 인정을 받지 못했지만, 점점 그 효과에 대한 인식이 제고되고 있다.

보호 작용에 있어 유청성분의 장점은 전 연령의 성인이 곧바로 섭취할 수 있는 영양적 이점을 가지고 있다는 것이다.

## 제거

독성물질 및 세균의 신속하고 확실한 제거는 보호 작용을 하는 영양소, 특히 우유 속에 들어있는 영양소들이 가진 주요 이점으로서 그동안 주목 받지 못했던 작용이다. 우유의 당단백질과 당지질의 가장 대표적인 작용기전은 장 세포막에 존재하는 독소결합 분자들과 마찬가지로 위에서 독성 물질과 결합하는 것이다. 위 속 내용물에 존재하는 독소와 결합함으로써 이들 영양소는 작용기전의 단순성을 생생하게 보여준다. 위 속 내용물들은 유체의 점성과 연동 운동의 작용을 통해 장으로 밀려 나간다. 소화관의 운동력 감소가 노화로 인한 위장 기능 약화의 주요 원인으로 밝혀지면서 유청성분이 평활근 세포의 기능을 촉진하고 조절한다는 사실이 학계의 주목을 받고 있다.

\*\* USDEC 미국산 유청·유당제품 안내서 6.3 장 "유청단백질과 유청 분획물의 건강 증진 특성"에서 발췌한 내용이다. 원문은 USDEC 웹사이트 [www.usdec.org](http://www.usdec.org)에서 확인할 수 있습니다.

## 참고문헌

- Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*. 2003. 95(4): p. 1717-27.
- Dorrens J and Rennie MJ. Effects of aging and human whole body and muscle protein turnover. *Scand J Med Sci Sports*. 2003.13(1): p. 26-33.
- Bucci L and Unlu L. Proteins and amino acid supplements in exercise and sport, in *Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition*, J Driskell and I Wolinsky, Editors. 2000, CRC Press: Boca Raton, FL, p. 191-212.
- Floris R, et al. Antibacterial and antiviral effects of milk proteins and derivatives thereof. *Curr Pharm Des*. 2003. 9(16): p. 1257-75.
- Walzem RL, Dillard CJ and German JB. Whey components: millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2002. 42(4): p. 353-75.
- Korhonen H and Pihlanto A. Food-derived Bioactive Peptides? Opportunities for Designing Future Foods. *Curr Pharm Des*. 2003. 9(16): p. 1297-308.
- Dangin M, Boirie Y, Guillet C and Beaufre B. Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects. *J Nutr*. 2002. 132(10): p. 3228S-33S.
- Boirie Y, et al. Differential insulin sensitivities of glucose, amino acid, and albumin metabolism in elderly men and women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001. 86(2): p. 638-44.
- Boirie Y, Gachon P and Beaufre B. Splanchnic and whole-body leucine kinetics in young and elderly men. *Am J Clin Nutr*. 1997. 65(2): p. 489-95.
- Boirie Y, et al. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1997. 94(26): p. 14930-5.
- Boirie Y, Beaufre B and Ritz P. Energetic cost of protein turnover in healthy elderly humans. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001. 25(5): p. 601-5.
- Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Mittendorf B and Wolfe RR. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *Am J Clin Nutr*. 2003. 78(2): p. 250-8.
- Miller SL, et al. Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2003. 35(3): p. 449-55.
- Kobayashi H, et al. Reduced amino acid availability inhibits muscle protein synthesis and decreases activity of initiation factor eIF2B. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2003. 284(3): p. E488-98.
- Ferrando AA, et al. Differential anabolic effects of testosterone and amino acid feeding in older men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003. 88(1): p. 358-62.
- Rasmussen BB, Wolfe RR and Volpi E. Oral and intravenously administered amino acids produce similar effects on muscle protein synthesis in the elderly. *J Nutr Health Aging*. 2002. 6(6): p. 358-62.
- Tipton KD, et al. Acute response of net muscle protein balance reflects 24-h balance after exercise and amino acid ingestion. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2003. 284(1): p. E76-89.
- Wolfe RR. Regulation of muscle protein by amino acids. *J Nutr*. 2002. 132(10): p. 3219S-24S.
- Borsheim E, et al. Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002. 283(4): p. E648-57.
- Parker B, et al. Effect of a high-protein, high-monounsaturated fat weight loss diet on glycemic control and lipid levels in type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002. 25(3): p. 425-30.
- Baba NH, et al. High protein vs high carbohydrate hypoenergetic diet for the treatment of obese hyperinsulinemic subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999. 23(11): p. 1202-6.
- Foster GD, et al. A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *N Engl J Med*. 2003. 348(21): p. 2082-90.
- Kirschne MA, et al. An eight-year experience with a very-low-calorie formula diet for control of major obesity. *Int J Obes*. 1988. 12(1): p. 69-80.
- Piatti PM, et al. Hypocaloric high-protein diet improves glucose oxidation and spares lean body mass: comparison to hypocaloric high-carbohydrate diet. *Metabolism*. 1994. 43(12): p. 1481-7.
- Skov AR, et al. Changes in renal function during weight loss induced by high vs low-protein low-fat diets in overweight subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999. 23(11): p. 1170-7.
- Skov AR, et al. Randomized trial on protein vs carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for the treatment of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999. 23(5): p. 528-36.



27. Yancy WS, et al. Effects of a very-low-carbohydrate diet program compared with a low-fat, low-cholesterol, reduced calorie diet. *Clin Nutr*, 2002, 75: p. S347.
28. Bravata DM, Sanders L, Huang J, Krumholz HM, Olkin I, Gardner CD and Bravata DM. Efficacy and safety of low-carbohydrate diets: a systematic review. *JAMA* 2003, 289(14): p. 1837-50.
29. Layman DK. The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. *J Nutr*, 2003, 133(1): p. 261S-7S.
30. Rosenthal AM, et al. Minor long-term changes in weight have beneficial effects on insulin sensitivity and beta-cell function in obese subjects. *Diabetes Obes Metab*, 2002, 4(1): p. 19-28.
31. Bell J and Whiting SJ. Elderly women need dietary protein to maintain bone mass. *Nutr Rev*, 2002, 60(10 pt1): p. 337-41.
32. Hannan MT, Tucker KL, Dawson-Hughes B, Cupples LA, Felson DT and Kiel DP. Effect of dietary protein on bone loss in elderly men and women in the Framingham Osteoporosis study. *J Bone Miner Res*, 2000, 15(12): p. 2504-12.
33. Kerstetter JE, O'Brien KO and Insogna KL. Dietary protein, calcium, metabolism and skeletal homeostasis revisited. *Am J Clin Nutr*, 2003, 78(3 Suppl): p. 584S-592S.
34. Clare DA, Catignani GL and Swaisgood HE. Bio-defense properties of milk: the role of antimicrobial proteins and peptides. *Curr Pharm Des*, 2003, 9(16): p.1239-55.
35. Toba Y, et al. Milk basic protein promotes bone formation and suppresses bone resorption in healthy adult men. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2001, 65(6): p. 1353-7.
36. FitzGerald RJ and Meisel H. Milk protein-derived peptide inhibitors of angiotensin-I-converting enzyme. *Br J Nutr*, 2000, 84 Suppl 1: p. S33-7.
37. Horton BS. Commercial utilization of minor milk components in the health and food industries. *J Dairy Sci*, 1995, 78(11): p. 2584-9.
38. Nakajima M, et al. Beta-lactoglobulin suppresses melanogenesis in cultured human melanocytes. *Pigment Cell Res*, 1997, 10(6): p. 410-3.
39. Pellegrini A. Antimicrobial peptides from food proteins. *Curr Pharm Des*, 2003, 9(16): p. 1225-38.
40. See D, Mason S and Roshan R. Increased tumor necrosis factor alpha (TNF-alpha) and natural killer cell (NK) function using an integrative approach in late stage cancers. *Immunol Invest*, 2002, 31(2): p. 137-53.
41. Bounous G. Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Res*, 2000, 20(6C): p. 4785-92.
42. Micke P, et al. Oral supplementation with whey proteins increases plasma glutathione levels of HIV-infected patients. *Eur J Clin Invest*, 2001, 31(2): p. 171-8.
43. Bounous G and Gold P. The biological activity of undenatured dietary whey proteins: role of glutathione. *Clin Invest Med*, 1991, 14(4): p. 296-309.
44. Bounous G, Batist G and Gold P. Immuno-enhancing property of dietary whey protein in mice: role of glutathione. *Clin Invest Med*, 1989, 12(3): p. 154-61.
45. Zemel MB, et al. Regulation of adiposity by dietary calcium. *Faseb J*, 2000, 14(9): p. 1132-8.
46. Campbell WW, Crim MC, Dallal GE, Young VR and Evans WJ. Increased protein requirements in elderly people: new data and retrospective reassessments. *Am J Clin Nutr*, 1994, 60: p. 501-9.
47. Svensson M, et al. Molecular characterization of alpha-lactalbumin folding variants that induce apoptosis in tumor cells. *J Biol Chem*, 1999, 274(10): p. 6388-96.
48. Montagne P, et al. Immunological and nutritional composition of human milk in relation to prematurity and mother's parity during the first 2 weeks of lactation. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 1999, 29(1): p. 75-80.
49. Markus CR, et al. The bovine protein alpha-lactalbumin increases the plasma ratio of tryptophan to the other large neutral amino acids, and in vulnerable subjects raises brain serotonin activity, reduces cortisol concentration, and improves mood under stress. *Am J Clin Nutr*, 2000, 71(6): p. 1536-44.
50. Poullain MG, et al. Serum lipids and apolipoproteins in the rat refed after starving: influence of the molecular form of nitrogen (protein, peptides, or free amino acids). *Metabolism*, 1989, 38(8): p. 740-4.
51. Shah NP. Effects of milk-derived bioactives: an overview. *Br J Nutr*, 2000, 84 Suppl 1: p. S3-10.
52. Abubakar A, et al. Structural analysis of new antihypertensive peptides derived from cheese whey protein by proteinase K digestion. *J Dairy Sci*, 1998, 81(12): p. 3131-8.
53. Tsai WY, et al. Enhancing effect of patented whey protein isolate (Immunocal) on cytotoxicity of an anticancer drug. *Nutr Cancer*, 2000, 38(2): p. 200-8.
54. Bounous G. Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Res*, 2000, 20(6C): p. 4785-92.
55. Tong LM, et al. Mechanisms of the antioxidant activity of a high molecular weight fraction of whey. *J Agric Food Chem*, 2000, 48(5): p. 1473-8.
56. Bosselaers IE, et al. Differential effects of milk proteins, BSA and soy protein on 4NQO- or MNNG-induced SCEs in V79 cells. *Food Chem Toxicol*, 1994, 32(10): p. 905-9.
57. Tsuda H and Sekine K. Milk Components as Cancer Chemopreventive Agents. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2000, 1(4): p. 277-282.
58. Tsuda H, et al. Cancer prevention by bovine lactoferrin and underlying mechanisms—a review of experimental and clinical studies. *Biochem Cell Biol*, 2002, 80(1): p. 131-6.
59. Valenti P, et al. Apoptosis of Caco-2 intestinal cells invaded by *Listeria monocytogenes*: protective effect of lactoferrin. *Exp Cell Res*, 1999, 250(1): p. 197-202.
60. Cavestro GM, et al. Lactoferrin: mechanism of action, clinical significance and therapeutic relevance. *Acta Biomed Ateneo Parmense*, 2002, 73(5-6): p. 71-3.
61. Caccavo D, et al. Antimicrobial and immunoregulatory functions of lactoferrin and its potential therapeutic application. *J Endotoxin Res*, 2002, 8(6): p. 403-17.
62. Wong CW, et al. Influence of whey and purified whey proteins on neutrophil functions in sheep. *J Dairy Res*, 1997, 64(2): p. 281-8.
63. Wong CW, et al. Effects of purified bovine whey factors on cellular immune functions in ruminants. *Vet Immunol Immunopathol*, 1997, 56(1-2): p. 85-96.
64. Brody EP. Biological activities of bovine glycomacropeptide. *Br J Nutr*, 2000, 84 Suppl 1: p. S39-46.
65. Nakajima M, et al. Kappa-casein suppresses melanogenesis in cultured pigment cells. *Pigment Cell Res*, 1996, 9(5): p. 235-9.
66. Bal dit Sollier C, et al. Effect of kappa-casein split peptides on platelet aggregation and on thrombus formation in the guinea-pig. *Thromb Res*, 1996, 81(4): p. 427-37.
67. Kotliar TV, Zaikina NA and Shataeva LK. Effect of normal and specific immune sera on neuraminidase activity. *Prikl Biokhim Mikrobiol*, 1992, 28(4): p. 539-44.