

유청 단백질과 신체 구성

Cynthia Bertheau, RD, LD 편집

미네소타 미드웨스트 유제품 위원회(Midwest Dairy Council)

Paul Cribb, B.H. Sc. HMS, B. Chem. Sci (Hons) CSCS 감수

운동대사과(Exercise Metabolism Unit), 생물의학대학(School of Biomedical Sciences)

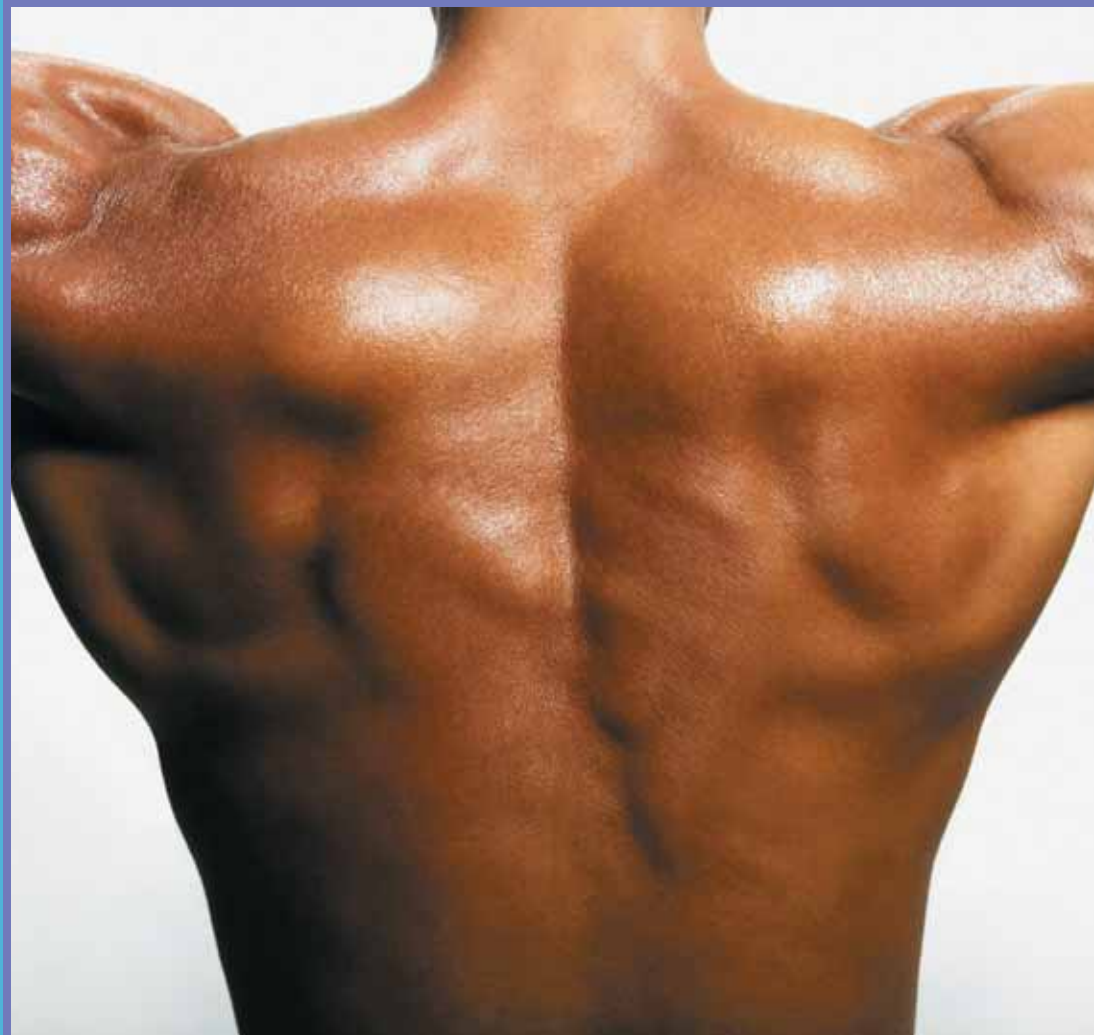
Footscray Campus, 빅토리아 대학(Victoria University)

최근 조사에 의하면
성인이 저항성 운동과
병행해 유청 단백질을
섭취할 경우,
안전하고 효과적으로
근육량을 늘리고
유지할 수 있으며
노화가 진행되어도
건강을 지킬 수 있는
것으로 나타났다.

근육 질량 유지의 중요성

신체 구성은 사람의 몸을 구성하는 체지방과 무지방 질량(장기, 뼈, 근육 조직)의 상대적인 비율을 말한다. 체중과 달리, 개인의 신체 구성은

건강과 장수에 큰 영향을 미친다.⁷ 나이가 들면서, 비만(지방 축적)이 늘어나고 체지방 질량(주로 근육의 형태)은 줄어든다.⁸ 이러한 신체 구성의 바람직하지 못한 변화가 건강에 미치는 심각하고 장기적인 영향에 대한 연구들이 많다.¹¹



근육은 끊임없이 분해되었다가 다시 재생성 되면서 신체의 신진대사에 필요한 모든 활동을 하는 비결합 단백질(unbound proteins-아미노산)과 결합 단백질(bound protein)의 역동적인 저장소이다.³ 또한 근육은 연료로 사용되는 지방을 연소시키는 용광로이자 신진대사를 주도하는 기능을 한다.⁹ 대사율(Metabolic rate)은 단순히 신체가 칼로리를 연소시키는 비율을 말한다(개인의 신진대사가 궁극적으로 그 사람의 신체 구성을 결정 짓게 된다).¹⁰ 근육 단백질을 분해, 합성하는 프로세스는 나이가 들면서 감퇴한다.²⁸ 지방을 연료로 바꾸어 사용하는 신체의 기능 또한 떨어진다. 그 결과 대사율이 떨어지게 되어 나이가 들면서 근육량은 더 줄고 원치 않는 지방은 더 늘어나게 되는 것이다.¹¹

그러나, 보고에 의하면 나이가 들면서 대사율이 떨어지고 체지방이 축적되는 것은 근육 질량의 감소와 관련이 있는 것이지 노화 때문이 아닌 것으로 밝혀졌다.^{8,10} 20대 성인 남자의 경우, 근육이 체지방 질량의 최대 60%까지 차지하는데, 70세가 되면 이 수치는 40% 미만으로 떨어진다.¹ 체지방 질량이 줄어들면서, 체지방량이 꾸준히 늘게 되고 따라서 수명이 단축될 위험도 커진다.¹¹ 체지방율이 높으면(과체중인 경우가 많다) 심장질환, 뇌졸중, 중풍, 성인비만을 비롯해 기타 수명을 단축시키는 여러 가지 병증에 노출될 위험이 높아진다.¹²

체지방(근육) 질량을 유지하거나 늘림으로써, 장년층 성인은 신체 구성에서 일어나는 바람직하지 못한 변화로부터, 그리고 노화와 관련된 여러 가지 질병으로부터 자신을 보호할 수 있다.^{7,10,12} 실제로, 근육 질량을 유지하게 되면 노화로 인한 휴지기 대사율(resting metabolism) 저하와 체지방 축적의 증가를 막을 수 있다는 것이 증명되었다.¹⁰ 근육을 만들고 유지함으로써 신체 구성을 개선할 수 있을 뿐 아니라(체지방은 적고 체지방은 많게) 건강하게 오래 살 확률도 높아진다.^{11,12}

신체구성과 운동

장년층 신체 구성의 변화를 연구한 조사에 따르면, 사람의 일생에 걸친 체지방 수준의 변화는 물리적인 체력의 수준보다는 보유하고 있는 근육 질량에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다.⁸⁻¹¹ 건강한 삶을 추구하는데 있어 운동의 중요성이 지난 십 년 동안 크게 대두되었다.

걷기, 달리기나 자전거 타기와 같은 정기적인 유산소 운동이 칼로리를 연소하고 체력(심장 효율성, Cardiac Efficiency)을 개선하는데 좋은 방법이지만, 적절한 근육 질량을 유지하는데 충분한 자극

이 되지 않는다.¹³ 일생에 걸쳐 일어나는 과다한 체지방 축적을 막는데 있어 가장 중요한 것은 노화로 인한 근육 질량 감소를 막는 것이다.⁸⁻¹¹

다른 어떤 운동보다도 저항성 운동(무게가 없는 기구를 이용)은 근육 단백질 합성에 자극을 줌으로써 근육의 강도와 질량을 증가시켜 궁극적으로 신체 구성을 개선시켜준다.¹⁴ 신체구성 개선(체지방은 줄이고 체지방 질량은 늘리는)에 저항성 운동이 가지는 효과는 다양한 연령층에서 검증되었다.^{13,14} 심지어 90대의 약한 노인들에게서도 저항성 운동 집중 프로그램을 통해 힘, 근육량, 신진대사 호르몬의 농도가 크게 개선되는 것이 확인되었다.¹⁵

체질량 지수 차트

		신장																		
		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
(in)	(ft/in)	4'10"	4'11"	5'0"	5'1"	5'2"	5'3"	5'4"	5'5"	5'6"	5'7"	5'8"	5'9"	5'10"	5'11"	6'0"	6'1"	6'2"	6'3"	6'4"
(m)		1.47	1.49	1.52	1.54	1.57	1.60	1.62	1.65	1.67	1.70	1.72	1.75	1.77	1.80	1.82	1.85	1.87	1.90	1.93
45/100		21	20	20	19	18	18	17	17	16	16	15	15	14	14	14	13	13	13	12
48/105		22	21	21	20	19	19	18	18	17	16	16	16	15	15	14	14	14	13	13
50/110		23	22	22	21	20	20	19	18	18	17	17	16	16	15	15	15	14	14	13
52/115		24	23	23	22	21	20	20	19	19	18	18	17	17	16	16	15	15	14	14
54/120		25	24	23	23	22	21	21	20	19	19	18	18	17	17	16	16	15	15	15
57/125		26	25	24	24	23	22	22	21	20	20	19	18	18	17	17	17	16	16	15
59/130		27	26	25	25	24	23	22	22	21	20	20	19	19	18	18	17	17	16	16
61/135		28	27	26	26	25	24	23	23	22	21	21	20	19	19	18	18	17	17	16
64/140		29	28	27	27	26	25	24	23	23	22	21	21	20	20	19	19	18	18	17
66/145		30	29	28	27	27	26	25	24	23	23	22	21	21	20	20	19	19	18	18
68/150		31	30	29	28	27	27	26	25	24	24	23	22	22	21	20	20	19	19	18
70/155		32	31	30	29	28	28	27	26	25	24	24	23	22	22	21	20	20	19	19
73/160		34	32	31	30	29	28	28	27	26	25	24	24	23	22	22	21	21	20	20
75/165		35	33	32	31	30	29	28	28	27	26	25	24	24	23	22	22	21	21	20
77/170		36	34	33	32	31	30	29	28	27	27	26	25	24	24	23	22	22	21	21
79/175		37	35	34	33	32	31	30	29	28	27	27	26	25	24	24	23	23	22	21
82/180		38	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	27	26	25	24	24	23	23	22
84/185		39	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	27	26	25	24	24	23	23
86/190		40	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	27	26	25	24	24	23
88/195		41	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	27	26	25	24	24
91/200		42	40	39	38	37	36	34	33	32	31	30	30	29	28	27	26	26	25	24
93/205		43	41	40	39	38	36	35	34	33	32	31	30	29	29	28	27	26	26	25
95/210		44	43	41	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	29	28	27	26	26
98/215		45	44	42	41	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	28	27	26
100/220		46	45	43	42	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	28	27
102/225		47	46	44	43	41	40	39	38	36	35	34	33	32	31	31	30	29	28	27
104/230		48	47	45	44	42	41	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30	29	28
107/235		49	48	46	44	43	42	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	29
109/240		50	49	47	45	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29
111/245		51	50	48	46	45	43	42	41	40	38	37	36	35	34	33	32	32	31	30
113/250		52	51	49	47	46	44	43	42	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30

■ 저체중 ■ 표준체중 ■ 과체중 ■ 비만

유청(WHEY)-신체 구성 개선에 가장 효과적인 단백질

연구에 의하면 단백질 보충제를 섭취할 경우 저항성 운동의 효과를 배가시킬 수 있다.³⁸ 그러나 건강과 신체 구성에 미치는 영향의 측면에서 모든 단백질 공급원이 다 동일한 것은 아니다. 유청 단백질은 신체 구성을 개선하는데 적합하며, 특히 저항성 운동과 병행할 경우 그 효과가 훨씬 크다는 사실이 속속 증명되고 있다.

40년 넘게 진행된 설치류 실험에서 다른 단백질원과 비교해 유청을 식단에 포함할 경우 지방 축적량이 줄고 제지방 조직이 늘어나며 근육 내 인슐린 민감도(insulin sensitivity)가 증가하는 것으로 밝혀졌다.¹⁹⁻²³

암, HIV, 간염 등 다양한 질병의 경우, 유청 보충제가 가지는 긍정적인 영향이 잘 정리되어 있다.²⁴⁻²⁷ 유청이 신체 구성 변화에 미치는 영향을 분석한 임상 연구가 거의 없기는 하지만, 체내 다양한 세포에서 글루타티온 농도를 높여주는 유청의 독특한 능력만큼은 확실하다.^{24-27,34}

글루타티온은 신체 내 항산화 방어 시스템의 핵심으로 세포를 유리기(free radical) 손상, 오염, 독성물질, 감염 및 자외선 노출로부터 보호해준다.²⁴ 글루타티온은 나이가 들면서 줄어드는데,²⁹ 이는 알츠하이머병, 백내장, 파킨슨병, 동맥 경화 같이 노화와 함께 오는 질병으로 이어질 수 있다.³¹ 그밖에도, 글루타티온 농도가 신체 구성의 변화를 관장하는 것으로 알려져 있다.^{29,30}



유청 보충제가 체지방을 크게 낮추는 것으로 밝혀졌다.

체내 다양한 세포들의 글루타티온 농도가 낮으면 근육 손실이 예상되는 반면, 적정 수준의 글루타티온 농도는 신체 구성의 바람직한 변화를 유발시킨다(근육 질량은 늘어나고 지방 질량은 줄어드는 등). 이러한 상관관계는 암이나 HIV 같은 질병에 걸린 환자 뿐 아니라 운동 프로그램에 참여하고 있는 건강한 성인들에게서도 명백하게 증명되었다.^{29,33} 다른 단백질원과 비교할 때, 유청은 글루타티온 생성을 늘려 신체 구성을 개선하는 특이한 능력을 가지고 있다.^{24,34} 유청이 신체 구성에 미치는 효과를 다른 고품질의 단백질 공급원과 비교한 연구결과도 많이 나와있다.

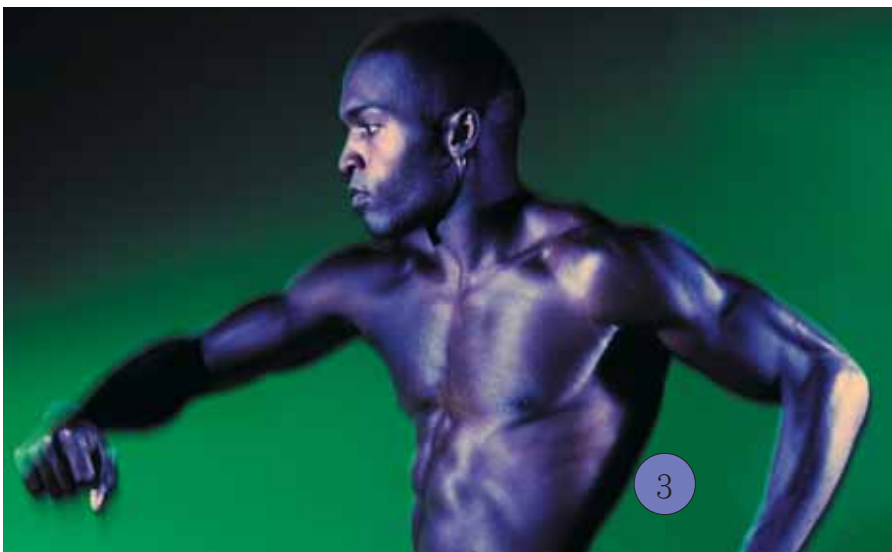
건강하고 젊은 성인의 경우 유청 보충제(특허제품, 하루에 20g씩 12주 복용)가 글루타티온 수준을 높이고, 운동(무산소)능력을 높이며, 체지방을 크게 감소시키는 것으로 나타났다.³⁴

이러한 결과는 운동 프로그램의 자극 없이 얻은 것이다.³⁴ 운동과 유청 보충제를 병행하면 신체 구성은 더욱 더 개선된다.

운동 중 다양한 보충제가 가지는 효과를 분석한 한 연구에 따르면, 유청이 신체 구성에 미치는 효과가 가장 컸다.²³ 6주간의 운동 프로그램을 실시한 결과, 운동 전 카제인이나 탄수화물 보충제를 섭취한 경우에 비해, 유청을 섭취한 설치류의 체지방 수준이 더 낮았으며 근육 조직은 더 많았다. 신진대사 분석을 통해 유청 보충제가 좀 더 효과적으로 지방을 산화시키고 근육을 유지했음이 밝혀졌다. 유청 보충제는 운동의 효율성을 증대시켜 신체 구성의 개선효과를 극대화 시켰다.²³

최근 들어 유단백질 보충제와 저항성 운동을 병행할 경우 얻을 수 있는 효과에 대한 관심이 크게 늘어나고 있다.^{16-18,35,36}

한 공개 실험에서, Demling과 De Santi¹⁷는 비만 남성을 대상으로 12주간 칼로리를 제한하고 유청 보충제(60g/일)를 섭취하며 저항성 운동을 하는 프로그램을 실시한 결과, 지방 중량이 줄고 제지방 질량은 증가했음을 보고했다. 유단백질(유청 포함), 탄수화물, 비타민과 무기질로 구성된 대체식단을 시행하자 유청 단백질만 섭취한 경우보다 훨씬 더 나은 결과를 얻었다.¹⁷



한편 저항성 운동을 실시한 12주 기간 동안 bovine colostrums(소의 초유) 보충제(20g/일)를 섭취한 경우 신체 구성의 개선 효과는 유청 단백질만 섭취한 경우보다 훨씬 더 높았다(제지방 질량이 1.49kg 증가).¹⁸ 그러나 또 다른 연구결과에 의하면, 유청과 카제인 혼합물(75g/일)을 섭취한 경우 두 개의 서로 다른 colostrum 보충제를 섭취했을 때와 동일한 수준의 근력, 근육 섬유 비대 발달, 신체 구성 변화가 일어났다고 보고되었다.¹⁶ 위의 두 연구 모두 트레이닝 프로그램에 대한 감독이나 통제는 없었다. 운동의 종류, 훈련의 강도, 빈도 및 양(한 세트의 양, 반복한 횟수) 모두가 저항성 운동 이후 나타나는 결과에 영향을 준다.¹⁴ 따라서, 이들 연구에서 보충제의 영향에 대한 명백한 결론을 도출하기는 어렵다. 그러나, 좀 더 적극적으로 통제를 한 상태에서 유청과 다른 보충제를 비교한 연구에 따르면 유청이 신체 구성에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있다.^{35,36}

무작위의 이중 맹검법(double blind) 실험에서 10주간 감독하에 동일한 프로그램으로 저항성 운동을 하는 운동선수(보디 빌더)를 대상으로, 순수 분리 유청(pure whey isolate) (1.5g/체중 1kg당/일)을 섭취한 그룹의 경우, 카제인 보충제를 섭취한 그룹보다 제지방 질량 증가량이 5배나 많았다.

프로그램 이전과 이후에 실시한 DEXA 신체 구성 평가에서도 역시 유청 보충제를 섭취한 그룹에서 상당량의(1Kg) 체지방 감소가 나타났다. 이들 결과를 종합해보면, 카제인 보충제와 비교해 유청 보충제가 신체 구성 개선에 훨씬 더 효과적임을 알 수 있다.³⁵ 게다가, 유청 보충제를 섭취한 보디 빌더들은 평가 대상이 된 모든 운동에서 근력이 더 많이 개선되었다.³⁵ 연구원들은 유청 보충제(특히 분리 유청)가 다른 고품질 단백질보다 신체 구성 및 근력 개선에 훨씬 효과가 큰 것으로 결론지었다.



위의 연구원들이 유청 보충제가 신체 구성 변화와 근육 섬유 비대의 적응에 미치는 영향에 대해 분석한 또 다른 연구가 The American Physiological Society에 실렸다.³⁶ 이 연구에서, 저항성 운동을 한 남성(20-35세)을 네 그룹으로 나누어 각각 분리 유청(whey isolate), 탄수화물, 크레아틴(creatine) 그리고 크레아틴과 유청 보충제 혼합물을 주었다(단백질의 1.5g/체중 1kg 당/일). 11주에 걸친 저항성 운동 후 유청 보충제 그룹의 제지방 질량 증가분은 탄수화물 보충제 그룹의 두 배가 되었다. 저항성 운동 기간 동안 근육량을 늘리는데 기여한 유청의 놀라운 능력은 세포 수준에서 확인이 되었다. 트레이닝 이전과 이후에 참가자들로부터 채취한 근육 조직 검사를 통해 유청 보충제가 일부 근육 섬유 비대의 경우 사이즈를 탄수화물 보충제에 비교해 최대 543%까지 증대시켜 준다는 사실이 밝혀졌다. 그밖에도, 유청 보충제로 인한 근육 비대 발달 반응(hypertrophy response)과 유청 보충제 그룹에서 나타난 근력의 월등한 개선 사이에 깊은 상관관계가 있음이 나타났다.³⁶ 연구원들이 기록했듯이, 훈련 프로그램 시작 당시 모든 그룹의 근력 수준은 동일했으며, 보충제와는 별도로 적정량의 단백질을 섭취했다. 따라서, 이들 연구에 의하면, 유청이야말로 저항성 운동의 결과를 극대화시키는 촉매임이 분명하다.



유청 단백질은 특히 근육 단백질 합성을 자극하는데 효과적이며, 트레이닝의 효과를 증대시킨다.

유청 : 근육을 보존하기 위해 생물화학적으로 맞춤화되다

근육 질량을 보존하고 저항성 운동의 결과를 더욱 강화시키는데 있어 유청의 효과를 설명하는 생화학적 논리는 매우 견고하다.

단백질 합성을 자극하고 단백질 분해 (proteolysis)를 최소화하는 것은 회복 및 근육 비대 발달(hypertrophy)에 있어 가장 핵심적인 두 개의 세포 프로세스이다.³⁷ 근육 세포 내에서 높아진 단백질 합성율은 순수한 근육 단백질의 양을 증가시키고 그에 따른 신체 구성을 개선하는데 반드시 필요하다.³⁷

근육 단백질 합성을 자극하는 단백질의 기능은 아미노산의 섭취량과 구성에 달려 있다.³⁸ 유청 단백질이 근육 단백질 합성에 특히 효과가 있는 데는 여러 가지 이유가 있다.

- 유청의 아미노산 프로파일은 골격 근육의 아미노산 프로파일과 거의 일치한다. 유청은 골격 근육 내 아미노산 프로파일 비율과 거의 동일하게 아미노산을 제공한다.³⁸
- 다른 단백질원과 비교해, 유청 단백질은 더 많은 양(100g당)⁴⁰의 필수아미노산 (신체에서 합성할 수 없는 아미노산)을 가지고 있다. 이들 필수아미노산은 성인 근육에서 단백질 합성을 자극하는데 가장 효과적이다.⁴¹
- 유청에서 발견되는 높은 농도의 분지 아미노산 류신이 특히 운동 학자들의 관심을 끌고 있다. 몇몇 연구원들은 운동 후에 충분한 양의 류신이 근육에 공급되면 세포 수준에서 더욱 효율적인 회복이 가능하고 따라서 운동 훈련의 적응 프로세스를 가속화한다고 말한다.^{44,45}

그러나 실제로 근육을 만들고 유지하는 최적의 생물학적인 환경 조성에는 두 개의 서로 다른 아미노산-글루타민과 시스테인이 그 중심이 된다. 글루타민과 시스테인이 비필수아미노산으로 분류되긴 하지만, 일련의 연구에 의하면 체내 이들 두 아미노산의 농도가 실질적으로 사람이 평생 지니게 되는 근육 조직의 양을 결정한다고 한다.

- 근육 단백질 합성율과 단백질 증가를 통제하는 것은 세포 내 글루타민의 양이다.⁴⁵ 그러나, 근육 글루타민은 면역 기능 뿐 아니라 신체 내 다른 필수 불가결한 프로세스들의 연료가 된다.⁴³ 신체는 항상 글루타민에 굶주려 있다. 근육이 끊임없이 새로운 글루타민을 합성하지 않는다면, 7시간 내에 저장된 글루타민은 모두 고갈될 것이다.⁴²
- 근육 글루타민은 분지 아미노산(류신, 이소류신과 발린)을 통해서만 만들어진다. 분지 아미노산은 근육 신진대사에서 독특한 기능을 한다 - 근육 내 단백질을 자극하고 글루타민을 생성하기 위해 반드시 필요하다.⁴⁷ 그러나 이들 아미노산은 간보다는 근육에서 주로 신진대사를 위한 에너지로 작용을 한다. 특히 질병, 감염, 칼로리 제한이나 운동 훈련 등의 신진대사 스트레스가 있다면 더욱 그렇다.^{42,43,46}
- 시스테인은 글루타티온 생성에 있어 속도 제한 아미노산이다.²⁸ 또한, 근육 질량을 유지해주는 올바른 단백질 신진대사를 보장하려면 항상 고농도의 혈중 시스테인이 요구된다.²⁹ (혈중)시스테인의 공급이 충분하면 간 요소 (hepatic urea) 생성이 줄어들고 질소 처리도 근육 글루타민 합성을 돕고 근육 글루타민 풀(pool)을 보존하는 방향으로 이루어진다.²⁹ 간에서 일어나는 이러한 시스테인 신진대사는 소중한 근육 글루타민을 저장하고 글루타티온을 합성하는데 필수 불가결하다.³⁰ 그런데, 강도 높은 신진대사 스트레스가 발생하면 이 프로세스가 방해받게 된다. 흥미로운 점은, 이렇게 면밀하게 통제되던 프로세스가 나이가 들면서 감퇴한다는 것이다.²⁹ 그 결과 나이가 들면서 근육 조직은 지속적으로 급격히 줄어들게 된다.²⁹



유청 단백질은 근육 질량을 보존하기 위한 최적의 생물환경을 생성, 유지하는데 핵심이 되는 모든 아미노산들을 고농도로 보유하고 있다.

- 시스테인을 풍부하게 함유한 혼합물을 섭취하면 글루타티온 생성이 늘어나고, 근육 단백질 분해를 막으며, 운동 훈련 시 근력과 신체 구성이 개선된다.^{32,33,48} 다른 단백질과 비교해, 유청은 신체에 쉽게 흡수되는 시스테인을 풍부하게 보유하고 있는 몇 안 되는 공급원 중 하나이다.⁴⁶ 실제로, 과학자들은 유청이야말로 혈중 시스테인 농도를 회복시키고 글루타티온 수치를 증가시켜 신체 구성을 개선해줄 수 있는 효과적인 “시스테인 기증자”라고 말한다.^{24,34,46,49}
- 유청은 자연에서 얻을 수 있는 가장 풍부한 분지 아미노산의 보고이다.⁴⁶ 특성을 보면, 유청의 아미노산은 26%가 분지 아미노산, 6%가 글루타메이트이다.⁴⁰ 이 두 아미노산은 근육이 글루타민을 생성하는 데에만 사용된다.⁴⁷ 즉, 유청 전체 아미노산 프로파일의 1/3 이상이 전적으로 근육 글루타민 합성에 이용되는 것이다.

또 다른 연구에 의하면, 유청이 근육에 미치는 혜택은 단지 아미노산 프로파일에만 국한된 것은 아니다.

- 과학자들은 혈중 아미노산 농도가 근육 단백질 합성율과 저항성 운동을 통한 근육 강화 기능을 통제한다는 사실을 알아냈다.³⁷ 근육 단백질 합성율을 자극하고 저항성 운동으로 얻은 자극을 극대화하려면 혈중 아미노산 농도를 높게 유지하는 것이 필요하다.⁶



적용 : 신체구성 개선을 위한 지침

유청 단백질을 이용한 근육 질량 늘리기
저항성 운동을 하는 동안 필수아미노산을 근육에 충분히 공급하면 신진대사 자극(anabolic stimulus)을 최대 400%까지 개선할 수 있다.⁵⁶ 이러한 효과를 얻으려면,

- 저항성 운동 훈련을 하기 1시간 전에 유청단백질(20-40g)과 탄수화물(글루코스)(20-40g)을 물에 섞어서 마신다.
- 추가로, 동일한 혼합물을 저항성 운동 직후에 마신다.

저항성 운동 훈련을 한 세트 할 경우 근육 단백질 대사에 대한 자극이 최대 36시간까지 지속된다.³⁷ 근육 분해 반응을 최소화하고, 저항성 운동이 제공하는 대사 자극을 극대화하려면,

- 유청(20-40 g)과 탄수화물, 약간의 지방을 하루에 여러 번 섭취한다. 유청 권장량 (분리 농축 유청)과 약간의 과일, 캐놀라(canola)나 아마인 오일(flaxseed oil) 한 티스푼을 6-10 온스의 탈지유에 섞어 마신다.

미량영양소 혼합식(탄수화물, 지방과 함께)에 유청을 포함해 섭취할 경우, 근육 분해 억제력이 지속되며 단백질 합성이 자극된다는 연구결과가 발표되었다.⁵¹

유청 단백질을 이용한 지방 감소

- 자연적인 식욕 억제제로써, 소량의 유청 단백질(분리 유청 단백질이나 농축 유청 단백질) 20-30g을 7 내지 8 온스의 물에 섞어, 식사 30분 전에 마신다.

식사 30분 전에 유청 셰이크를 섭취하면 적은 칼로리 섭취만으로도 포만감이 느껴진다는 연구결과가 나와있다.

- 운동 중의 지방 연소를 촉진하고 근육량 유지 능력을 강화하려면; 운동 30분 전 소량의 유청(분리 유청 단백질이나 농축 유청 단백질)을 물에 섞어 마신다.

운동 전 유청 보충제를 섭취하면 지방산화와 근육 보존의 효과를 높일 수 있다.



REFERENCES

1. Doherty TJ. Invited Review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 95: 1717-1727, 2003.
2. Dutta C. Significance of Sarcopenia in the Elderly. *J Nutr* 127(5):992-992, 2001.
3. Evans W. Functional and Metabolic Consequences of Sarcopenia. *J Nutr* 127: 998S-1003S, 1997.
4. Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT and Roubenoff R. The cost of sarcopenia in the United States. *J American Geriatrics Society* 52;1:80-85, 2004.
5. World Health Organization. Inaugural Longevity Conference, Sydney, Australia, 2004. Fact Sheet 135, September 1998.
6. Parise G and Yarashski KE. The utility of resistance exercise training and amino acid supplementation for reversing age-associated decrements in muscle protein mass and function. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 3: 489-495, 2000.
7. Rosenberg IH. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *J Nutr* 127:990S-991S, 1997.
8. Levadoux E, Morio B, Montaurier C, et al. Reduced whole-body fat oxidation in women and in the elderly. *Int J Obes Relat Metab Disord* 25(1):39-44, 2001.
9. Nagy TR, Goran MI, Weinsier RL, Toth MJ, et al. Determinants of basal fat oxidation in healthy Caucasians. *J Appl Physiol* 80(5):1743-8, 1996.
10. Calles-Escandon J, Arciero PJ, Gardner AW, et al. Basal fat oxidation decreases with aging in women. *J Appl Physiol* 78(1):266-71, 1995.
11. Inelmen EM, Sergi G, Coin A, Miotto F, Peruzza S and Enzi G. Can obesity be a risk factor in elderly people? *Obesity Reviews* 4;3:147-155, 2003.
12. Xavier Pi-Sunyer F. The Obesity Epidemic: Pathophysiology and Consequences of Obesity. *Obesity Research* 10:97S-104S, 2002.
13. Feigenbaum MS and Pollock ML. Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc* 31: 38-45, 1999.
14. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, et al. American College of Sports Medicine Position Stand on Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med Sci Sports Exerc* 34:364-380, 2002.
15. Fiatarone Singh MA, Ding W, Manfredi TJ, et al. Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 277: E135-E143, 1999.
16. Fry AC, Schilling BK, Chiu LZ, et al. Muscle fiber and performance adaptations to MioVive, Colostrum, casein and whey protein supplementation. *Res Sports Med* 11:109-117, 2003.
17. Demling RH and De Santi L. Effect of a hypocaloric diet, increased protein intake and resistance training on lean mass gains and fat mass loss in overweight police officers. *Ann Nutr Metab* 44: 21-29, 2000.

18. Antonio J, Sanders MS and Van Gammeren D. The effects of bovine colostrum supplementation on body composition and exercise performance in active men and women. *Nutrition* 17:243-247, 2001.
19. Renner E. *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. W. G. M. B. H., Volkswirtschaftlicher Verlag, Munchen. p102-112, 1983.
20. Poullain MG, Cezard JP, Roger L and Mendy F. The effect of whey proteins, their oligopeptide hydrolysates and free amino acid mixtures on growth and nitrogen retention in fed and starved rats. *JPEN* 13:382-386, 1989.
21. Boza JJ. Protein hydrolysates vs free amino acid-based drinks on the nutritional recovery of the starved rat. *Eur J Nutr* 39:237-243, 2000.
22. Belobrajdic D, McIntosh G, Owens J. The effect of dietary protein on rat growth, body composition and insulin sensitivity. *Aust J Dairy Technol* 58:2:(abstract), 2003.
23. Bouthegourd JJ, Roseau SM, Makarios-Lahham L, et al. A preexercise -lactalbumin-enriched whey protein meal preserves lipid oxidation and decreases adiposity in rats. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 283: E565-E572, 2002.
24. Bounous G. Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Res* 20(6C):4785-92, 2000.
25. Watanabe A, Okada K, Shimizu Y, et al. Nutritional therapy of chronic hepatitis by whey protein (non-heated). *J Med* 31,5:6:283-302, 2000.
26. Micke P, Beeh KM and Buhl R. Effects of long term whey protein supplementation on plasma glutathione in HIV infected patients. *Eur J Clin Nutr* 41:12-18, 2002.
27. Agin D, Gallagher D, Wang J, et al. Effects of whey protein and resistance exercise on body cell mass, muscle strength, and quality of life in women with HIV. *AIDS* 7:2431-40, 2001.
28. Droge W and Holm E. Role of cysteine and glutathione in HIV infection and other diseases associated with muscle wasting and immunological dysfunction. *FASEB J* 11:1077-1089, 1997.
29. Hack V, Schmid D, Breitkreutz R, et al. Cystine levels, cystine flux, and protein catabolism in cancer cachexia, HIV/SIV infection and senescence. *FASEB J* 11:84-92, 1997.
30. Droge W, Hack V, Breitkreutz R, Holm E, et al. Role of cysteine and glutathione in signal transduction, immunopathology and cachexia. *BioFactors* 8:97-102, 1998.
31. Droge W. Free radical control in the physiological functioning of the cell. *Physiol Rev* 82:47-95, 2002.
32. Hauer K, Hildebrandt W, Sehl Y, Edler L, et al. Improvement in muscular performance and decrease in tumor necrosis factor level in old age after antioxidant treatment. *Journal of Molecular Medicine* 81,1:118-125, 2003.
33. Kinscherf R, Hack V, Fischbach T, et al. Low plasma glutamine in combination with high glutamate levels indicate risk for loss of body cell mass in healthy individuals: the effect of N-acetyl-cysteine. *J Mol Med* 74: 393-400, 1996.
34. Lands LC, Grey VL and Smoutas AA. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance. *J Appl Physiol* 87:1381-1385, 1999.
35. Cribb PJ, Williams AD, Hayes A and Carey MF. The effect of whey isolate on strength, body composition and plasma glutamine. *Med Sci Sports Exerc* 34:5: A1688, 2002.
36. Cribb PJ, Williams AD, Hayes A and Carey MF. The effects of whey isolate and creatine on muscular strength, body composition and muscle fiber characteristics. *FASEB J* 17:5:a592.20, 2003.
37. Rennie MJ and Tipton KD. Protein and amino acid metabolism during and after exercise and the effects of nutrition. *Annu Rev Nutr* 20:457-483, 2000.
38. Wolfe RR. Protein supplements and exercise. *Am J. Clin Nutr.* 72:551s-7s, 2000.
39. Ha E and Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *Journal of Nutritional Biochemistry* 14; 251-258, 2003.
40. Bucci LR and Unlu L. Proteins and amino acids in exercise and sport. In: *Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition*. Driskell J, and Wolinsky I. Eds. CRC Press. Boca Raton FL, p197-200, 2000.
41. Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, et al. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *Am J Clin Nutr* 78: 250-258, 2003.
42. Rowbottom DG, Keast D and Morton AR. The emerging role of glutamine as an indicator of exercise stress and overtraining. *Sports Med* 21(2): 80-97, 1996.
43. Walsh NP, Blannin AK, Robson PJ and Gleeson M. Glutamine, exercise and immune function. Links and possible mechanisms. *Sports Med* 26(3): 177-91, 1998.
44. Anthony JC, Anthony TG and Kimball SR. Signalling pathways involved in the translocational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *J Nutr* 131:856s-860s, 2001.
45. Kimball SR and Jefferson LS. Control of protein synthesis by amino acid availability. *Opin Clin Nutr Metab Care* 5:63-67, 2002.
46. Walzem RM, Dillard CJ and German JB. Whey Components: Millennia of Evolution Create Functionalities for Mammalian Nutrition: What We Know and What We May Be Overlooking. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42:4:353-375, 2002.
47. Holecek M. Relation between glutamine, branched-chain amino acids, and protein metabolism. *Nutrition* 18;2:130-3, 2002.
48. Ikemoto M, Nikawa T, Kano M, et al. Cysteine supplementation prevents unweighting induced ubiquitination in association with redox regulation in rat skeletal muscle. *Biol Chem* 383:715-721, 2002.
49. Zemel MB, Shi H, Greer B, DiRienzo D and Zemel PC. Regulation of adiposity by dietary calcium. *FASEB J* 14:1132-1138, 2000.
50. Zemel MB, Thompson W, Zemel P, Nocton AM, et al. Dietary calcium and dairy products accelerate weight and fat loss during energy restriction in obese adults. *Am J Clin Nutr* 75(suppl. 2): a342S, 2000.
51. Dangin M, Guillet C, Garcia-Rodenas C, et al. The rate of protein digestion affects protein gain differently during aging in humans. *J Physiol* 549:2: 635-644, 2003.
52. Zemel MB. Mechanisms of dairy modulation of adiposity. *J Nutr* 133:252S-256S, 2003.
53. Teegarden D. Calcium intake and reduction in weight or fat mass. *J Nutr* 133:249S-251S, 2003.
54. Hall WL, Millward DJ, Long SJ and Morgan LM. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. *Brit J Nutr* 89, 239-248, 2003.
55. Farnsworth E, Luscombe ND, Noakes M, et al. Effect of a high-protein, energy-restricted diet on body composition, glycemic control, and lipid concentrations in overweight and obese hyperinsulinemic men and women. *Am J Clin Nutr* 78:31-39, 2003.
56. Rasmussen BB, Tipton KD, Miller SL, Wolf SE, and Wolfe RR. An oral essential amino supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *J Appl Physiol* 88: 386-392, 2000.

The U.S. Dairy Export Council would like to extend its appreciation to all who contributed to the development of this monograph, and would like to recognize the contribution of Mary Higgins and Cynthia Bertheau of the Midwest Dairy Association, 2015 Rice Street, St. Paul, Minnesota, 55113, USA. www.midwestdairy.com



Managed by Dairy Management Inc.™

미국유제품 수출협의회 한국사무소
Tel 02-516-6893 Fax 02-516-6753
www.usdec.org