J East Asian Soc Dietary Life
26(1): 25~33 (2016)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2016.2.26.1.25

유청단백 함유 체중조절용 식사대체제를 이용한 4주 다이어트 프로그램이 과체중 및 비만 여성의 체중, 체지방 및 체성분에 미치는 영향

석매주[1] · 장이림[1] · 최영빈[1] · 정기희[1] · 김건우[2] · 박용우[3] · 이복희[1,4†]

[1]중앙대학교 대학원 식품영양학과, [2]리셋헬스케어, [3]리셋포유, [4]중앙대학교 식품공학부 식품영양전공

Effects of Whey Protein-rich Meal Substitute in 4‐Week Diet Trial on Body Weight, Body Fat, and Body Composition of Overweight or Obese Females

Mei-Zhu Xi[1], Yi-Lin Zhang[1], Young-Bin Choi[1], Gi-Hee Jeong[1], Gun-Woo Kim[2], Yong-Woo Park[3] and Bog-Hieu Lee[1,4†]

[1]Dept. of Food and Nutrition, Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea
[2]RESET Healthcare Co., Inc., Seoul 06097l, Korea
[3]RESET4U, Seoul 06097, Korea
[4]Dept. of Food and Nutrition, School of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea

ABSTRACT

The study was performed to investigate the effects of whey protein-rich meal substitute added with vitamins, minerals, and lactobacillus powder probiotics on weight loss, body fat, and body composition in 24 female volunteers for 4 weeks. Whey protein-rich meal substitute was consumed with low-fat, high calcium milk (1% fat, 260 mg/200 mL) twice a day. Subjects submitted 3-day diet records and a life-style questionnaire before the study. During the study, subjects were required to turn in a diet record every day and consume the meal substitute formula in the metabolic ward at C university for 4 weeks. Anthropometric measurements were carried out weekly by Inbody 7.0. The dietary intake and anthropometric data were analyzed to compare changes before and after the study by paired *t*-test with SPSS version 23.0. The subjects were mostly early 20's and either overweight or obese and highly motivated to lose weight. Most of the subjects consumed three meals per day regularly and spent mostly 10~15 minutes for a meal. Their caloric intake was relatively low and decreased from 1,360 kcal at week 0 to 1,100 kcal after 4 weeks. However, total protein intake increased while carbohydrate and fat intakes decreased ($p<0.05$) after the trial. Nine vitamin intakes after the study improved compared to those before the study ($p<0.05$). After the study, subjects showed lower body weight (−1.8 kg), body fat (−0.94 kg), percent body fat (−0.86%), as well as waist circumference (−4.52 cm), hip circumference (−0.44 cm), waist hip ratio (−0.05), and triceps skinfold thickness (−2.39 mm) compared to those at week 0 ($p<0.05$). Muscle mass tended to be less compared to week 0, although there was no significant differences between weeks 0 and 4. In conclusion, diet trial with whey protein-rich meal substitute induced weight loss and positively changed body fat parameters and body composition.

Key Words : Whey protein meal substitute, weight loss, body fat, anthropometry, human clinical trial

서 론

전 세계적으로 20세 이상에서 체질량지수(body mass index, BMI) 25 kg/m^2 이상 과체중인구는 15억명, 체질량지수 30 kg/m^2 이상 비만은 남성 2억명, 여성 3억만 명으로 추정되고 있다(WHO 2011). 우리나라의 경우에도 성인 비만율은 1998년 26.0%에서 2009년 31.3%로 증가되었고, 이 중 20대는 15.2%에서 22.1%로, 30대는 24.6%에서 29.5%, 40대는 31.6%에서 34.7%로 증가하여 20대의 비만 증가율이 가장 높게 나타났다(Ministry of Health and Welfare 2009). 우리나라 비만인구 중 20~30대의 비만증가율이 가장 높은 이유는 바쁜 사회생활로 인해 건강관리를 소홀히 하고 나이가 젊어 건강에 특별히 문제가 없다는 인식 때문이다(Choi JG *et al* 2004). 그러나 비만은 신체 이미지에 대한 사회적 편견 및 차별에 의한 심리적, 정신적 고통을 야기함은 물론 정상 체중인에 비해 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증이 동반될 위험이 2배 이상 높기 때문에 20~30대의 높은 비만증가율은 심각한 사회적 문제이다(Lee BH & Cho KD 2005). 이밖에도 비만은 지방간에 의한 간염 및 간질환, 심혈관질환, 대사증후군, 암을 비롯하여 수면무호흡증, 관절질환, 담낭질환 및 위식도역류증

† **Corresponding author** : Bog-Hieu Lee, Tel: +82-31-670-3276, E-mail: lbheelb@cau.ac.kr

등의 발병에도 영향을 미친다(Billington CJ *et al* 2000). 따라서 비만은 성인병 예방 및 건강유지를 위해서 반드시 관리되어야 하는 중요한 질환이다.

비만의 원인은 유전적, 대사적, 생화학적 요인과 식생활, 생활양식 등의 다양한 요인이 작용하여 발생하는 복합적 만성질환으로서 통제 가능한 환경적 요인의 적절한 관리를 통해 비만의 발생을 예방 및 치료할 수 있다(Kim CS *et al* 2004). 비만을 치료하기 위해서는 식이요법, 운동요법, 외과적 수술, 행동수정요법, 약물요법 등의 다양한 방법을 사용할 수 있다(Kim WY *et al* 2010). 개별 방법마다 장단점이 존재하는데, 식이요법은 체중감소 효과가 단시간 내에 나타나는 이점이 있으나, 체중감량 이후 감소된 체중을 지속적으로 유지하기가 어려우며, 약물요법은 체중감소 효과는 현저하지만 치료를 중단할 경우 체중감소상태를 지속적으로 유지하기가 어렵고, 약물에 의한 부작용이 문제가 될 수 있다. 행동수정요법은 감소된 체중을 유지하는데 있어 좋은 효과가 있지만, 관리를 위한 비용지출과 끊임없는 노력과 인내력이 요구된다. 따라서 비만관리를 위한 체중조절을 위해서는 다양한 방법을 적절히 병행하는 것이 가장 바람직하다고 하겠다(Lee JH & Ku BJ 2014).

우리나라 국민 중 20~40대의 체중감소 노력이 가장 높은 것으로 나타났는데, 이들은 주로 다이어트 제품을 가장 많이 활용하고 있는 것으로 나타났다. 활용하고 있는 다이어트 제품으로는 체중조절용 조제식품, 다이어트 보조제, 다이어트 약품 등이 있다. 체중조절용 조제식품은 식품공전에서 관리되는 특수용도식품으로 한 끼 식사의 전부 또는 일부를 대신할 수 있으며, 하루 중 1~2회 섭취 시 200~400 kcal 정도를 제공하는 식사대용식의 제품이다(KFDA 2010). 체중조절용 조제식품 시장은 2006년 136억 원 규모에서 2008년 193억 원으로 확대되고 있어, 향후 이들 건강기능식품의 개발 및 사용빈도는 계속적으로 증가할 것으로 전망되고 있다(KFDA 2006, 2007, 2008). 이에 반해 체중조절관련 건강기능식품에 대한 국내 연구는 매우 미비한 상황으로 현재 유통되고 있는 상업용 다이어트 식품의 과학적의 효능과 올바른 사용은 매우 중요한 문제라고 하겠다.

유청단백질(whey protein)은 우유에 함유되어 있는 유단백질의 일종으로서 우유단백질의 약 20%를 차지하며, 우유에서 치즈를 만든 후에 남는 부산물이다. 가공방법에 따라 유청분리단백, 농축유청단백, 가수분해유청단백 등이 있으며, 이중 유청분리단백(whey protein isolates)은 단백질 순도가 가장 높고, 체내 흡수가 빠르며, 근육에 많이 분포한 측쇄아미노산(branched chain amino acid)이 다량 함유되어 있다(Kimball SR & Jefferson LS 2001). 최근의 연구보고에 따르면, 유청단백질이 체중감량에 효과적이며, 체지방율은 감소시키면서 제지방조직은 유지 혹은 증가시킨다는 것이다(Miller PE *et al* 2014). 일반적으로 열량제한식이(energy restricted diet)에 의한 체중감량은 열량제한식이를 지속하기 어려울 뿐만 아니라, 체지방조직 이외에 근육량까지 감소시킨다(Bensaid A *et al* 2002). 그러나 유청단백질을 식사의 일부로 대체 혹은 추가하여 섭취할 경우에 근육량은 유지하면서 체지방만을 감소시키는 효과를 나타내고, 이 때 근력운동(저항운동)을 병행할 경우 제지방량은 더욱 증가한다고 하였다(Miller PE *et al* 2014). 또한, 유청단백질을 활용한 다이어트 시에는 포만감이 증가하고, 단백질 섭취증가로 인한 식이에 의한 열발생이 증가함으로 인해 긍정적인 체조성 변화를 유도하는 것으로 알려져 있다(Bensaid A *et al* 2002). 이에 본 연구에서는 유청단백 함유 고단백질 식사대체제를 일상적인 식사패턴을 유지하고 있는 일반인(free-living subjects) 24명을 대상으로 4주간 급여한 후 체중, 체지방 및 체조성에 미치는 효과를 확인하고자 실시하였다.

연구 방법

1. 연구대상자 모집, 선정 및 기간

본 연구는 경기도 소재 C대학의 학부, 대학원생 및 교직원을 대상으로 유청단백 함유 식사대체제를 이용한 다이어트 프로그램을 2015년 10월부터 11월까지 4주간 실시하였다. 연구대상자는 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 아시아인 비만기준에 따라 체질량지수(body mass index, BMI)가 정상 18.5≤BMI<23.0, 과체중 23.0≤BMI<25.0, 비만 BMI≥25.0에 근거하였으며, 과체중 이상인 자나 BMI는 정상이라 하더라도 체지방율이 25% 이상인 자를 대상으로 선발하였다. 선발자 중 질병이 있거나, 최근 심각한 질병을 앓은 경험이 있는 사람, 체중감소에 큰 영향을 미칠 수 있는 요인을 가진 사람은 제외하고, 일반환경 요인 설문지 조사, 신체계측 및 식이일지 작성 등의 연구활동에 참여하기로 동의한 자를 최종 선정하였다. 선정된 자원자들은 실험 시작 전 오리엔테이션을 통해 실험목적, 다이어트 프로그램 내용 및 방법, 신체계측 및 식사일지 작성요령 등을 교육받았으며 임상실험 참여와 관련하여 서면동의서를 제출하였다. 본 연구는 C대학교 생명윤리위원회(institutional review board, IRB)의 심의 후 승인을 받은 후에 진행되었다(승인번호: 1041078-201507- HRBR-125-01).

2. 유청단백 다이어트제의 조성, 섭취방법 및 다이어트 프로그램

본 연구에 사용된 유청단백 식사대체제는 체중조절용 조제식품으로 분류되어 ㈜리셋헬스케어(리셋다이어트플러스)

에서 판매하고 있는 것을 사용하였으며, 1회 제공량 1포(30 g)에 함유되어 있는 영양성분을 Table 1에 제시하였다. 1포 섭취시 열량은 109 kcal, 탄수화물 8 g, 단백질 17 g, 지방 1 g이 함유되어 있으며, 미량영양소로 비타민 A, B_1, B_2, B_6, 나이아신, 엽산, 판토텐산, C, E 및 칼슘, 철, 아연 등이 포함되어 있었다(Table 1). 또한 17종의 유산균 성분도 함유되어 있었다.

다이어트 프로그램은 4주간으로 구성하였으며, 1일 2회(아침, 저녁), 1회 1포씩을 저지방(1% 지방), 고칼슘유(260 mg/200 mL)(80 kcal/200 mL, 매일우유)에 섞어 섭취하게 하였다. 연구대상자는 C대학교 내 대사실험실에 아침과 저녁에 2회 방문하여 유청단백 다이어트제를 직접 저지방유에 혼합하여 섭취하였다. 따라서 유청단백 식사대체제 1포와 저지방유를 1회 섭취 시 총열량 섭취는 185 kcal이었다. 다이어트 프로그램 참여 기간 중 열량섭취는 1,200 kcal를 목표로 진행하였으며, 유청단백 식사대체제 이외에 섭취한 식사내용은 매일 식사일지를 작성하여 제출하도록 하였다.

Table 1. Nutrition information of whey protein-rich dietary meal substitute

Item	Amount per serving (30 g/ package)	% Daily values*
Energy (kcal)	109	-
Carbohydrate (g)	8	2
Dietary fiber (g)	3	12
Sugars (g)	0	-
Protein (g)	17	28
Fat (g)	1	2
Saturated fat (g)	0	0
Trans fat (g)	0	-
Cholesterol (mg)	20	7
Vitamin A (μg RE)	175	25
Vitamin B_1 (mg)	0.3	30
Vitamin B_2 (mg)	0.35	29
Vitamin B_6 (mg)	0.38	25
Niacin (mg RE)	3.75	29
Folic acid (μg)	100	25
Pantothenic acid (mg)	1.25	25
Vitamin C (mg)	25	25
Vitamin E (mg α-TE)	2.75	25
Calcium (mg)	70	10
Sodium (mg)	180	9
Iron (mg)	1.2	8
Zinc (mg)	0.85	7

* % Daily values: percentages of nutrient reference daily values by Ministry of Food and Drug Safety.

3. 식사섭취 조사 및 영양소섭취량 분석

연구대상자는 실험 전 예비기간 2주 중 일상적인 식사섭취조사를 위하여 주중 2일, 주말 1일을 포함하여 3일간 식사일지를 작성하였으며, 실험시작부터 종료 시까지는 매일 4주간 식사일지를 작성, 제출하도록 하였다. 식사일지는 한국영양학회의 영양분석 웹 프로그램 CAN-Pro 4.0(computer-aided nutrition program, 전문가용)을 활용하여 영양소섭취량을 산출하였다.

4. 신체계측

연구대상자는 실험 시작 시, 실험기간 중 주 1회, 실험 종료 시 신체계측을 실시하였다. 신체계측은 생체전기저항 측정법(bioelectrical impedance analysis, BIA)을 이용하여 측정하였다. 측정원리는 인체에 미세한 교류전류(50 kHz)를 통과시키게 되면 제지방조직에 녹아있는 전해질은 전류를 전도하나, 지방이나 세포막과 같은 비전도성 조직에서는 전류를 전도시키지 못해 저항이 나타나게 되는 것을 이용해 인체의 구성 성분인 체수분, 제지방량, 체지방량 등을 산출하는 것이다. 측정기기는 Inbody 720(Biospace Co, Suwon, Korea)을 활용하여 체성분 분석을 실시하였으며, 측정항목은 체중, 체지방량, 체지방율, BMI, 근육량, 골격근량, 복부지방율 등이었다. 이와 별도로 허리둘레와 엉덩이둘레는 줄자로, 삼두근 두겹두께는 caliper를 이용하여 주별로 측정하였으며, 측정치는 3회 평균치를 사용하였다.

5. 자료분석 및 통계처리

본 연구의 자료는 SPSS 통계프로그램(version 23.0)을 이용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반환경요인 및 설문조사내용에 대해 기술통계량 분석을 실시하였으며, 숫자형 변수(numeric variable)에 대해서는 평균과 표준편차, 범주형 변수(categorical variable)에 대해서는 빈도와 백분율을 제시하였다. 연구대상자의 영양소 섭취량, 신체계측치 등은 실험 전과 후 비교를 위해 paired *t*-test를 실시하였다. 통계적인 유의성은 α=0.05에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 연구대상자의 일반환경요인

연구대상자의 평균 나이는 24.6세였으며, 평균 신장 160.1 cm, 체중 61.3 kg, BMI 23.6 kg/m^2, 체지방율은 33.3%이었다. BMI의 분포도는 정상(18.5≤BMI<23.0) 41.7%, 과체중 (23.0≤BMI<25.0) 41,7%, 비만((25.0≤BMI≤30.0) 12.5%, 고도비만(BMI>30.0)인 사람이 4.1% 로서 과체중 이상인 자가 58.3%였다(Table 2). 그러나 정상인 대상자 모두 체지방율이 26% 이상으로 나타나 본 연구대상자는 모두 과체중 혹은 비만이었다. 미국, 영국, 프랑스, 일본 등 세계 22개국 대학생들을 대상으로 한 연구에서는 한국 여대생들의 체질량지수가 평균 19.3으로 22개국 여대생 중 세계적으로 가장 낮았다고 하였으나(Wardle J *et al* 2006), 우리나라 여대생을 대상으로 비만도를 측정한 Park JW 등(2004)의 연구에서 여대생의 20.7%가 과체중 혹은 비만에 해당하였다고 하였다. 따라서 본 연구대상자 설정에 있어 BMI가 정상인 비율이 전체 대상자의 42%를 차지하여 Park JW 등(2004)의 연구에 비해 2배 정도 높은 BMI를 보였으며, 연구대상자 여대생의 평균 BMI도 23.6으로 매우 높았다. 또한, 정상 BMI를 가진 대상자 중 체지방율 역시 26~30%, 30% 이상인 자가 각각 50%씩으로 나타나 모두 과체중 및 비만으로 나타났다.

연구대상자의 식습관 및 생활습관을 살펴보면, 식사는 하루 3번 이상 섭취하였으나, 대상자의 1/3은 불규칙적으로 식사를 하고 있었다. 식사시간은 10~15분 정도가 가장 많았으며, 15~20분인 경우는 33.3%로서 평균적으로 10분 이상 식사를 하고 있었다. 한편, 흡연은 거의 하지 않았으며, 음주도 한 달에 1~2회, 주 1~2회 정도로 많이 하고 있지 않았다(Table 2).

본 연구대상자는 비교적 양호한 식습관을 유지하고 있었으며, 운동에 대해서도 꾸준히 노력하는 편이었으며, 흡연 및 음주습관은 보건복지부에서 발표한 적정 음주량에 근거하여 비교적 양호하였다. 본 연구대상자들은 선발 인터뷰 시 체중감량을 목표로 본 연구에 자발적으로 참여한 자원자로서 주로 식품공학, 식품영양, 체육, 무용 및 패션디자인을 전공자들로서 평소 체중감량에 관심이 많았고, 노력을 하였으나 실제로 체중감량에 성공적이지 못했던 것으로 답하였다. Cheong SH 등(2002)의 연구에 따르면 식품영양 전공 여대생이 비전공 여대생에 비해 일주일에 한번 체중을 재는 비율이 유의하게 높았다는 보고에 비추어 보아, 본 연구대상자의 식생활 및 생활습관이 양호하였던 것은 본인의 체중 및 외모 및 건강에 대한 관심이 더욱 높았기 때문으로 보인다.

Table 2. Anthropometrical characteristics of the subjects (n=24)

Variable		n	%
Mean age (years)	24.6±7.6[1)]	24	
Gender	Female	24	
Age (years)	20~29	22	91.6
	30~39	1	4.2
	40~49	0	0.0
	50~59	1	4.2
Body mass index (kg/m^2)	Percent fat mass (%)		
18.5~< 23.0	25~30	5	50
	> 30.0	5	50
23.0~< 25.0	25~30	2	20
	> 30.0	8	80
25.0~< 30.0	> 30.0	3	100
≥ 30.0	> 30.0	1	100
Meal frequency	2 times/day	4	16.7
	3 times/day	14	58.3
	4 times/day	5	20.8
	> 5 times/day	1	4.2
Regular eating	Very irregular	1	4.2
	Irregular	14	58.3
	Moderate	2	8.3
	Regular	5	20.8
	Very regular	2	8.3
Duration of meal time	5~<10 min	4	16.7
	10~<15 min	12	50.0
	15~20 min	8	33.3
Alcohol drinking	None	8	33.3
	1~2 times/month	9	37.5
	1~2 times/week	6	25.0
	3~4 times/week	1	4.2
Smoking	Yes	1	4.2
	No	23	95.8

[1)] Mean±S.D.

2. 영양소 섭취량

실험시작 시 0주, 2주 및 4주 기간 중 연구대상자의 영양소 섭취량 및 권장량 대비 영양소 섭취비율을 Table 3에 제시하였다. 실험 시작 전 연구대상자들의 1일 열량섭취량은 1,360.2 kcal로서 2015 한국인 영양섭취기준(에너지 필요추

Table 3. Daily energy and nutrient intakes of the subjects fed whey protein-rich dietary meal substitute for 4 weeks

(n=24)

Variable	Baseline	%[3]	Week 2	%	Week 4	%
Energy (kcal)	1,360.2±336.5[1]	79.2[4]	1,059.7±338.1**[2]	57.7	1,157.6±258.4*	64.8
CHO:Prot:Fat	58: 15: 26	-	49: 27: 25	-	51: 26: 25	-
Carbohydrate (g)	198.5±46.3	-	130.8±49.5***	-	147.0±39.0***	-
Fiber (g)	12.3±4.2	61.5	12.2±3.6	61.2	12.5±2.8	62.4
Protein (g)	50.7±18.9	168.9	72.0±16.7***	182.5	74.1±13.2***	196.1
Fat (g)	39.9±13.9	-	29.0±13.6**	-	32.6±12.6*	-
Cholesterol (mg)	215.0±95.9	71.6	168.7±115.0	56.1	202.2±81.1	67.2
Vitamin A (R.E)	550.2±408.4	50.7	607.6±208.0	88.5	618.9±118.0	99.9
Vitamin B_1 (mg)	0.9±0.3	71.0	1.2±0.2**	79.4	1.2±0.2***	106.4
Vitamin B_2 (mg)	0.9±0.3	71.0	1.3±0.3***	111.0	1.4±0.2***	112.2
Niacin (mg)	11.0±4.6	78.2	16.0±3.5***	113.9	16.4±2.8***	116.9
Vitamin B_6 (mg)	1.0±0.3	73.8	1.4±0.3***	101.3	1.5±0.2***	105.6
Vitamin B_{12} (μg)	4.8±2.8	198.6	3.3±1.2*	136.8	4.7±2.1	193.9
Folate (μg DFE)	277.4±88.8	69.4	366.0±77.7***	91.5	370.8±59.7***	92.7
Vitamin C (mg)	42.4±17.7	42.4	73.3±20.5***	73.3	71.0±11.8***	71.0
Vitamin D (μg)[5]	3.3±5.9	44.5	4.7±1.4	83.1	4.9±1.8	82.9
Vitamin E (mg α-TE)[5]	11.6±3.6	115.7	11.8±3.5	118.0	12.8±4.5	127.3
Vitamin K (μg)[5]	167.7±196.0	258.6	65.0±74.7	100.2	58.8±37.2*	90.5
Pantothenic acid (mg)[5]	2.9±0.8	57.5	5.5±1.1***	109.7	5.4±0.8***	108.4
Biotin (μg)[5]	11.4±4.5	38.1	18.7±6.6***	62.3	18.9±5.3***	62.9
Calcium (mg)	371.5±165.9	64.6	667.1±156.7***	103.4	688.7±148.3***	108.1
Phosphorus (mg)	730.0±225.1	104.1	705.3±202.9	100.7	754.9±159.4	107.8
Sodium (mg)[5]	2,535.4±879.8	147.0	1,957.5±525.5**	145.7	2,054.5±359.5***	139.2
Potassium (mg)[5]	1,700.0±509.5	48.5	1,365.7±412.8**	39.0	1,550.4±513.2	44.3
Magnesium (mg)	48.7±24.6	17.4	30.8±18.3**	11.0	41.5±25.4	14.8
Iron (mg)	9.9±3.7	100.7	7.3±2.2**	71.9	8.1±2.1*	85.7
Zinc (mg)	7.1±3.5	88.9	6.8±2.1	84.6	7.1±1.5	88.7
Copper (mg)	0.6±0.2	79.8	0.4±0.2**	52.7	0.5±0.2***	62.1
Manganese (mg)[5]	2.5±0.9	17.4	1.1±0.5**	11.0	1.6±0.7***	14.8
Iodine (μg)	263.1±413.9	175.8	157.8±276.7	105.3	386.3±1011.2	258.3
Selenium (μg)	65.5±20.4	118.9	51.0±21.7*	92.6	52.8±15.5***	95.7

[1] Mean±S.D.

[2] Significantly different compared to baseline measurement at * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ by paired t-test.

[3] % of Recommended Nutrient Intakes (KDRI 2015).

[4] % of Acceptable Macronutrient Distribution Range (KDRI 2015).

[5] % of Adequate Intakes (KDRI 2015).

정량)의 79.2%를 섭취하고 있었다. 실험 2주와 4주시 열량섭취량은 각각 1,059.7, 1,157.6 kcal이었다. 본 연구대상자의 평소 열량섭취량은 권장열량섭취량에 비해 다소 낮게 섭취하고 있었다. 본 다이어트 프로그램에 참여한 이후 열량섭취량은 평소 섭취량에 비해 2주차에는 약 300 kcal, 4주차에는 약 200 kcal 적게 섭취한 것으로 나타났다. 본 다이어트 프로그램은 1,200 kcal 정도를 유지하도록 권장하였는데, 모든 대상자들이 0주차 대비 유의하게 낮은 열량섭취를 4주간 유지하였다. 총 열량 대비 탄수화물:단백질:지방의 섭취비율은 0주차 58.4:15.0:26.4, 2주차 49.4:24.6:27.2, 4주차 50.8:25.3:25.6를 나타냈다. 즉, 다이어트 프로그램 중 탄수화물 열량섭취비는 59%에서 51%로 감소한데 반해, 단백질 열량비는 15%에서 25%로 10% 증가하였으며, 지방 열량비는 26%에서 25%로 감소하였다(p<0.05). 이러한 주요 열량영양소의 섭취 비율 변화는 본 다이어트 프로그램에 사용된 체중조절용 식사대체제 섭취에 기인한 것으로 보인다. 본 체중조절용 식사대체제는 단백질 함량이 1포 당 17 g으로서 1일 2회 섭취하게 되면 34 g의 단백질을 섭취하게 되는데, 이는 20대 여성의 1일 단백질 권장량인 50 g의 68%를 충족시키게 된다.

한편, 비타민 섭취는 0주차에 비타민 A, B_1, B_2, B_6, 엽산, C, D, 판토텐산, 비오틴 등 9종이 권장섭취량의 75% 혹은 충분섭취량 이하로 섭취하는 것으로 나타났다. 이 중 비타민 A, C, D, 비오틴은 권장 혹은 충분섭취량의 50% 이하의 섭취율을 보였다. 그러나 실험 2주차와 4주차에는 실험 전에 비해 비타민 C와 비오틴만이 75% 이하로 섭취하여 실험 전에 비해 대부분의 비타민 섭취량이 유의하게 높게 섭취한 것으로 나타났다(p<0.05). 본 연구에 사용된 체중조절용 식사대체제에는 9종의 비타민(수용성 7종, 지용성 2종)이 함유되어 있었으며, 함유량 역시 권장량의 25%를 제공해주는 것으로 나타나 부분적으로 비타민 섭취량 증가에 도움을 주었던 것으로 사료된다. 일반적으로 체중감량을 시도할 경우, 열량섭취가 감소함에 따라 주요 열량소 이외에 미량영양소의 감소가 동시에 발생하게 되는데, 건강한 체중감량을 위해서는 오히려 적정한 미량영양소의 섭취가 필수적이다. 특히, 비타민 D는 일반인은 물론 비만인에게 결핍되기 쉬운 영양소이며, 비타민 B_1은 탄수화물을 효율적으로 에너지화하며, 비타민 B_2는 지질의 대사나 단백질 합성에 도움을 주어 다이어트에도 필수적인 영양소이다. 따라서 단기간에 저열량 다이어트를 진행할 경우, 비타민 및 무기질 등의 미량영양소가 결핍되지 않도록 하기 위해서는 영양소 조성이 균형 잡힌 식사대체제나 보조제를 이용하는 것이 바람직하다고 판단되어진다.

무기질 섭취에 있어서는 실험 시작 시 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 망간의 4종에서 권장 혹은 충분섭취량보다 적게 섭취한 것으로 나타났다. 실험 2주차, 4주차에 부족한 무기질의 종류는 달라졌으나, 이와 같은 경향은 실험 2주차와 4주차에도 유지되었다. 본 체중조절용 식사대체제의 경우, 무기질은 칼슘, 철분, 아연, 나트륨이 권장량 대비 10% 정도 함유되어 있었는데, 이들 중 칼슘섭취량은 0주차 대비 2배 이상 유의하게 증가하였으나(p<0.05), 철분과 나트륨의 섭취는 0주에 비해 유의하게 감소하였다(p<0.05). 반면에, 아연은 0주, 2주, 4주 동안 거의 변화가 없었다. 본 연구대상자의 칼슘섭취가 증가한 이유는 체중조절용 식사대체제에 함유된 칼슘섭취량과 체중조절용 식사대체제를 저지방우유에 믹스하여 섭취하였기 때문으로 저지방유에는 약 260 mg의 칼슘이 함유되어 있었다.

일반적으로 체중감량을 위해 초저열량식이(800 kcal) 혹은 저열량식이(1,200 kcal)를 섭취할 경우, 대부분의 영양소 섭취가 부족하기 쉽다. Park SM 등(2004)은 비만여성을 대상으로 9주간 식사대체제 1일 1회 및 체중감량제제를 1일 2회 섭취케 한 결과, 열량 섭취는 1,300 kcal를 유지하였으나, 비타민 A, B_2, 엽산, 칼슘, 철, 아연 등의 섭취량이 권장량의 80% 미만이었고, 기타 주요 영양소 섭취량도 실험 시작 시에 비해 감소하는 경향을 나타낸 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 단백질의 섭취비율은 증가하고, 탄수화물 및 지방의 섭취비율은 감소한 것으로 나타났으며, 대부분의 비타민과 칼슘의 섭취가 실험 시작 시에 비해 증가하여 권장량 이상을 섭취하였거나 섭취가 개선된 것으로 나타나, 긍정적인 영양소 섭취패턴을 보여 주었다.

3. 신체계측치

신체계측항목은 실험 시작시인 0주차에 비해 2주와 4주차에 체중, BMI, 체지방량, 체지방율, 허리둘레, 엉덩이둘레, 허리엉덩이둘레비 및 삼두근두겹두께가 감소한데 반해(p<0.01), 근육량은 0주차에 비해 약간 감소하는 경향을 보였으나 유의적 차이는 없었다. 즉, 다이어트 프로그램 4주 동안 체중은 1.8 kg, BMI 0.45, 체지방량 0.94 kg, 체지방율 0.86%, 허리둘레 4.52 cm, 엉덩이둘레 0.44 cm, 허리엉덩이둘레비 0.05, 삼두근 두겹두께 2.39 mm가 감소하였으며, 근육량은 0.17 kg 감소하였다. 실험 0주차 대비 2주차와 4주차 각각의 신체계측치의 변화량을 Fig. 1 및 Fig. 2에 제시하였다.

본 연구결과, 전체 대상자에서 체중, BMI, 체지방량 및 체지방율이 유의하게 감소하였다. 체중은 4주 평균 1.8 kg이 감소하였으나, 근육량은 0.17 kg 감소하였으며, 이는 체중 감소량의 9.4%를 차지하여 그 감소수준이 낮았다. 1,200 kcal 이하의 저열량 식이를 섭취할 경우, 체중을 비롯한 체지방관련 지표는 감소하는 경향을 보이나, 제지방량 역시 동시에 감소한다는 보고가 일반적이다(Yang JS 2005). 행동수정요법을 병행하면서 생식다이어트를 이용한 2달간의 체중감량 프로그램을 실시한 Kim KN 등(2003)의 연구에 따르면 체중

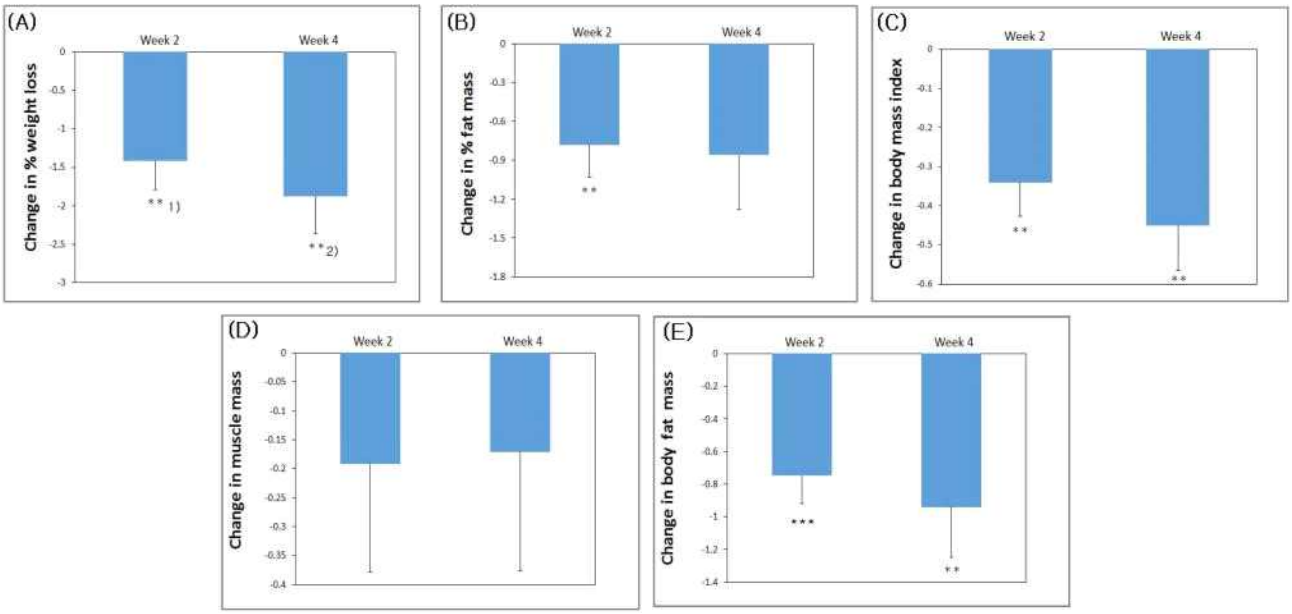

Fig. 1. Changes in body composition of the subjects fed whey protein-rich meal substitute for 4 weeks.

[1] Significantly different between week 0 and week 2 at ** p<0.01, *** p<0.001 by paired t-test.

[2] Significantly different between week 0 and week 4 at ** p<0.01, *** p<0.001 by paired t-test.

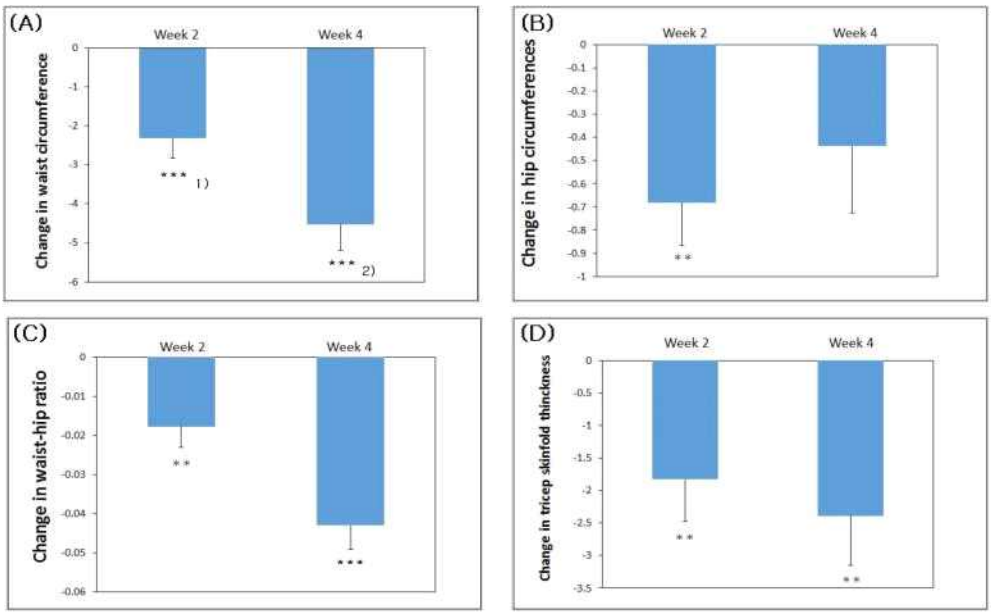

Fig. 2. Changes in anthropometric measurements of the subjects fed whey protein-rich meal substitute for 4 weeks.

[1] Significantly different between week 0 and week 2 at ** p<0.01, *** p<0.001 by paired t-test.

[2] Significantly different between week 0 and week 4 at ** p<0.01, *** p<0.001 by paired t-test.

3.1 kg, 체지방량 3 kg, 체지방율 2.7%가 감소하였으며(p< 0.05), 제지방량은 47.7kg에서 47.5 kg 0.14 kg 감소하였으나 통계적인 유의성은 없었다고 보고하여 본 연구와 유사한 것으로 나타났다. 반면, Moon SW 등(2002)의 연구결과와 비교해볼 때 체중, 체지방, 체지방률은 본 연구와 유사하게 감소하였으나, 체지방 감소량이 총 체중 감소량의 50% 이상을 초과한 것으로 나타나, 저열량 식이 다이어트 시 문제점으로 지적된 바 있다. 따라서 이상적인 비만치료를 위해서는 제지방량은 변화하지 않고 체지방이 유의하게 감소되는 것이 매우 중요하다. 본 연구결과에서 살펴보면, 체중감소량 중 체지방 감소량이 52.2%를 차지하여 감소된 체중의 상당량을 체지방이 차지함을 알 수 있었다. 이러한 체지방량의 변화는 신체

계측치 중 허리, 엉덩이둘레 및 삼두근 두겹두께와 같은 신체계측치에 잘 반영되어 있다. 이와 같은 결과는 본 연구의 다이어트 프로그램에 사용한 체중조절용 식사대체제에 함유된 유청단백질의 영향이 부분적으로 있었다고 추정된다.

유청단백은 총 우유단백질의 약 20%를 차지하며, 필수아미노산과 측쇄아미노산(branched chain amino acid, BCAA)인 Leu, Ile, Val이 풍부하여 근육조직의 유지에 도움을 준다고 알려져 있다(Marshall K 2004). BCAA는 근육단백질 pool의 가장 큰 저장고로서 단백질 대사에 있어 매우 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있다. 특히, BCAA 중 Leu은 단백질 합성을 향상시키고, 단백질 분해를 억제한다고 보고됨으로써 Leu이 단순한 단백질의 구조물로서의 역할뿐 아니라, 단백질 대사의 조절의 역할도 한다는 것을 알 수 있다(Kimball SR & Jefferson LS 2001). 본 연구에 사용된 체중조절용 식사대체제에는 BCAA 1.92%, 글루타민 0.4%, L-카르니틴 1.75%, L-티로신 0.4%가 함유되어 있었다. 또한, 본 연구의 체중조절용 식사대체제에는 유청단백 농축분말(whey protein concentrate, WPC) 및 분리유청단백분말(whey protein isolate, WPI)이 16%, 28%씩 각각 함유되어 있었다. 유청단백은 단백질 가수분해방법에 의해 생성된 펩타이드 물질로서 분자량이 intact 단백질에 비해 작고 2차 구조를 가지고 있어 빠르게 소화, 흡수되어 혈장 아미노산의 산화를 촉진시키는 것으로 보고되고 있다(Yang HJ & Lee SW 2003). Hall WL 등(2003)에 따르면, 유청단백의 구조적인 특성으로 인해 유청단백 섭취 시 식후 체내의 아미노산 농도가 상승되며, 이로 인해 포만감이 증가한다고 하였다. 그 외에도 유청단백이 체중감량에 도움을 주는 기전으로는 유청단백 섭취 시 글루카곤을 일정한 속도로 분비시켜 지방이 축적되는 것을 방지한다는 연구보고가 있다(Kimball SR & Jefferson LS 2001).

요약 및 결론

본 연구는 경기도 소재 C대학교의 여대생 및 교직원 24명을 대상으로 유청단백 함유 체중조절용 식사대체제를 4주간 섭취하였을 때 연구대상자의 체중, 체지방 및 체성분 변화에 미치는 영향을 평가하기 위하여 수행되었다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 연구대상자의 평균 나이는 24.6세였으며, 평균 신장 160.1 cm, 체중 61.3 kg, BMI 23.6 kg/m^2, 체지방율은 33.3%로써 대상자는 모두 과체중 혹은 비만에 해당하였다. 연구대상자들은 대부분 하루 3끼 식사를 하고 있었으나, 이들 중 약 1/3은 불규칙적이었으며, 운동은 규칙적으로 하고 있었으며, 음주와 흡연빈도는 매우 낮았다.

2. 영양소 섭취량에 있어서는 실험 시작 전 열량섭취량은 1,360 kcal이었으나, 실험기간 중 평균 약 1,100 kcal를 섭취하였으며, 총열량 대비 단백질의 섭취량은 증가하였고, 지방과 탄수화물의 섭취량은 감소하였다. 비타민 섭취량은 A, B_1, B_2, B_6, 엽산, C, D, 판토텐산, 비오틴 등 9종이 권장량 혹은 충분섭취량의 75% 이하로 섭취하는 것으로 나타났으나, 실험 전에 비해 실험 종료 시 대부분의 비타민 섭취량이 유의하게 높아졌다(p<0.05).

3. 신체계측항목에서는 실험 0주차에 비해 4주차에 체중(−1.8 kg), BMI(−0.5), 체지방량(−0.9 kg), 체지방율(−0.9%), 허리둘레(−4.5 cm), 엉덩이둘레(−0.4 cm), 허리엉덩이둘레비(−0.05) 및 삼두근두겹두께(−2.4 mm)가 유의하게 감소한데 반해(p<0.01), 근육량은 실험기간 중 유의하게 변화하지 않았다.

본 연구결과, 유청단백 함유 체중조절용 식사대체제를 사용한 4주간의 체중감량프로그램을 통하여 체중, 체지방 및 신체조성분이 바람직하게 변화함을 알 수 있었으며, 저열량 식이를 통한 체중감량 시 초래되는 근육량의 손실이 유의하게 변화하지 않았음을 알 수 있었다. 그러나 유청단백 함유 체중조절용 식사대체제가 체지방 및 신체조성분에 미치는 장기 효과 및 체중감량 이후의 체중감량 지속효과에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 리셋헬스케어(주)의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Bensaid A, Tome D, Gietzen D, Even P, Morens C, Gausseres N, Fromentin G (2002) Protein is more potent than carbohydrate for reducing appetite in rats. *Physiol Behav* 75: 577-582.

Billingtone CJ, Epstein LH, Goodwin NJ, Hill JO, Pi-Sunyer FX, Rolls BJ, Wing RR (2000) Overweight, obesity and health risk. *Arch Intern Med* 160: 898-904.

Cheong SH, Kwon W, Chang KJ (2002) A comparative study on the dietary attitudes, dietary behaviors and diet qualities of food and nutrition major and non-major female university students. *Korean J Community Nutr* 7: 293-303.

Choi JG, Shin MK, Seo ES (2004) A study on self-evaluated obesity and food habits by residence type of college students in Ik-San area. *Korean Journal of Human Ecology* 13: 97-100.

Hall WL, Millward DJ, Long SJ, Morgan LM (2003) Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. *Br J Nutr* 89: 239-248.

Kim CS, Kang SY, Nam JS, Cho MH, Park J, Park JS, Lim SK (2004) The effects of walking exercise program on BMI, percentage of body fat and mood state for women with obesity. *J Korean Soc Study of Obes* 13: 132-140.

Kim KN, Park SH, Hong SY, Yun HJ, Kim YK, Song YK, Lim HH, Lee YJ (2003) Effects of *Saengsig* with behavior modification therapy on body composition changes in obese patients. *J Korean Oriental Med* 24: 9-28.

Kim WY, Cho MS, Jang YA, Won HS, Lee HS, Yang EJ (2010) Clinical Nutrition. Shinkwang Publishing, Seoul. p 172.

Kimball SR, Jefferson LS (2001) Regulation of protein synthesis by branched-chain amino acids. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 4: 39-43.

Korea Food & Drug Administration (2010) Standards and Specifications of Foods(2010-58).

Korea Food & Drug Administration (2006, 2007, 2008) The Production of Output of Food and Food Additives.

Lee BH, Cho KD (2005) Effects of herb and fiber-rich dietary supplement on body weight, body fat, blood lipid fractions and bowel habits in collegians. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 644-651.

Lee JH, Ku BJ (2014) The management of metabolically unhealthy obesity. *J Korean Diabetes* 15: 24-29.

Marshall K (2004) Therapeutic applications of whey protein. *Altern Med Rev* 9: 136-156.

Miller PE, Alexander DD, Perez V (2014) Effects of whey protein and resistance exercise on body composition: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Coll Nutr* 33: 163-175.

Ministry of Health and Welfare (2009) Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV).

Moon SW, Park SC, Jin SY, Lee SK, Song YS (2002) The clinical study about body composition changes of the patients treated by fasting therapy for weight reduction. *J Orien Rehabil Med* 12: 61-73.

Park JW, Park HM, Ha NS (2004) A study on the obesity and weight control methods of college students. *J Korean Acad Psychiatr Ment Health Nurs* 13: 5-13.

Park SM, Han D, Kim DW, Ly SY (2004) The effects of low calorie meal and weight control preparation on the reduction of body weight and visceral fat in obese females. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1492-1500.

Wardle J, Haase AM, Steptoe A (2006) Body image and weight control in young adults: International comparisons in university students from 22 countries. *Int J Obes* 30: 644-651.

World Health Organization (2011) Obesity and overweight. http://www.who.int/medicentre/factsheets/fs311/en/. Accessed on Dec. 17. 2015.

Yang HJ, Lee SW (2003) Emulsifying properties of whey protein hydrolysates. *Korean J Food Sci* 23: 63-69.

Yang JS (2005) Effects of rapid weight loss on resting heart rate, prediction of body composition, grip strength and power. *Journal of Coaching Development* 7: 151-157.

Date Received Dec. 23, 2015
Date Revised Feb. 4, 2016
Date Accepted Feb. 4, 2016