

복합운동프로그램 참여와 비타민 D 섭취수준이 중년비만여성의 신체구성, 체력, 골밀도 및 호르몬에 미치는 영향*

김경태¹⁾ · 조지훈^{2)**}

1) 국민대학교 2) 신경대학교

ABSTRACT

Kyong-tae Kim, Ji-Hoon Cho. Influence of Complex Exercise Program and Vitamin D Intake Level on Body Composition, Physical Fitness, Bone Density, and Hormones in Obese Middle Aged Women. *KINESIOLOGY*, 2017, 19(2): 33-42 [PURPOSE] The purpose of this study was to determine the influence of complex exercise and vitamin D intake on body composition, physical fitness, bone density, and obesity hormone in obese middle aged women. [METHODS] The subjects were 32 obese women 30% of body fat, 8 placebo group (PL), 8 complex exercise with placebo group (CE+PL), 8 complex exercise with high vitamin D intake (CE+LV), and 8 complex exercise with high vitamin D intake group (CE+HV). The subjects have performed the exercise program for 70 minutes a day and 3 times a week with weight training and elastic band exercise during 12 weeks. Also, low and high vitamin D intake group took a peel 2.5ug(100IU) and 10ug(400IU) respectively at the same time and place. [RESULTS] There was a significant decrease in body fat to CE+HV compared with CE+PL and PL (p<.05) and significant increase in muscular strength, muscular endurance, and flexibility between groups compared with PL (p<.05) but not in cardiorespiratory endurance(p>.05). Also, There were significant increases in part of upper arm, thigh, and lumbar of bone density(p<.05). For the obesity hormones, leptin and insulin significantly decreased in CE+HV compared with CE+LV, CE+PL, PL(p<.05) and there was a significant increase in ghrelin(p<.05). [CONCLUSIONS] In conclusion, there were positive responses in muscular endurance and bone mineral density, in cases involving both complex exercise and high vitamin D intake, from the development of body composition and obesity hormones.

Key words : complex exercise, vitamin D, muscular endurance, bone density, hormones

주요어 : 복합운동, 비타민 D, 근지구력, 골밀도, 호르몬

서론

비만은 비정상적인 체지방의 증가에 기인하고, 대사적 증후군으로 분류되어 혈당, 중성지방, 혈중 콜레스테롤, 허리-엉덩이 둘레비 등의 주요 지표가 되며, 관상동맥질환, 당뇨, 고혈압 등의 성인병 발병과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(DeFina et al., 2012; Shea et al., 2011).

이러한 비만의 원인은 인슐린 과잉분비, 시상하부의 이상, 부신피질 호르몬의 과다분비, 갑상선 기능 저하 등의 내분비계 이상으로 제시되고 있으며, 유전적 영향을 비롯하여 섭취량과 소비량의 불균형을 초래하는 잘못된

식생활패턴 및 운동부족에 의해 나타나는 부정적인 결과라고 할 수 있다(Canabal et al., 2007; Byerly et al., 2009).

저항성운동의 장점은 중량부하를 이용함으로써 근육량의 유의한 상승효과를 유발하고(Schoenfeld, 2010), 지방질 이용증가에 의한 지방분해 능력의 향상에 기인하여 신체구성의 긍정적인 변화를 유도하며, 체지방량의 증가는 기초대사량과 에너지 소비량을 높여주기 때문에 근력강화운동은 신체활성도 및 조직의 증대를 위하여 중년여성에게 간과될 수 없는 중요한 건강증진 방법이라 할 수 있다(So & Choi, 2007). 뿐만 아니라 저항성운동은 기초대사율 증가로 총 에너지 소비량을 높이고 지방분해 능력 및 근육량, 체지방 조직, 에너지 소비율, 지방질 이용의 증가로 신체구성에 긍정적인 효과를

* 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2015S1A5B5A07038242)

** 교신저자: jhchopro@hanmail.net

미치는 것으로 보고되었다(Colado & Triplett, 2008). 그러므로, 유산소운동이 혼합된 복합운동 프로그램의 적용은 체지방량의 감소와 더불어 체지방량의 증가 또는 유지함에 있어 시너지적인 역할을 하게 된다.

비만에 노출될 수 있는 대상은 성별, 연령대별로 다양하게 나타날 수 있지만, 특히, 정상체중의 중년여성 과 달리 비만 중년여성의 경우, 불규칙적인 식사시간 과 당질 및 지질의 섭취비율이 높은 잘못된 식습관으로 인하여 영양의 불균형을 가져올 뿐만 아니라 부족한 신체활동으로 부적절한 신체구성의 변화를 유발하고, 체력의 급격한 저하와 함께 부정적인 골밀도 건강 상태를 나타내게 된다(Pollock et al., 2011). 반면 운동은 비만관련 호르몬 및 식이섭취량을 조절시키는데 일조를 하며, 골격근에 칼슘의 흡수와 침착을 촉진시키는 것으로 알려져 있고, 신체구성 및 호르몬과 더불어 골대사에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Prestes et al., 2009).

때문에, 골대사에 부정적인 변화를 나타내는 중년여성에게는 적절한 운동방법의 제시로 적극적인 운동수행의 권장이 필요하다. 그러나 부상의 방지와 운동효과의 극대화를 위해서 신체활동 시 관절에 무리가 가지 않도록 해야 하며, 관절운동범위에서 근력을 증가시킬 수 있는 운동형태를 적용하는 것이 바람직하며(Kim et al., 2010), 적절한 운동빈도, 강도 및 시간을 설정하는 것이 필수요소라 할 수 있다. 저항성운동은 체중부하에 의한 자극이 골밀도에 긍정적인 효과로, 골질량 증가를 촉진시키며(Vainionpaa et al., 2006), 유산소운동은 심폐체력의 향상과 더불어 여성의 골대사관련 호르몬에 긍정적인 변화가 보고되었다(Kang, 2013).

일반적으로 비타민 D는 햇볕에 의해 피부에서 일어나는 화학반응을 통하여 스스로 합성되는 것으로 알려져 경구보충이 필요없는 것으로 생각할 수 있지만, 현대인과 같이 실내활동 증가 및 지역에 따른 햇볕의 노출시간이 불충분한 경우에는 비타민 D의 섭취가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다. 더욱이 체지방률을 감소시키는데 효과적인 영양소로 보고되는 비타민 D의 역할은 지방산 합성의 억제 작용과 더불어 지방분해를 자극함으로써 긍정적인 신체구성 비율을 조절하는데 효과적인 것으로 알려져 있다(Marcotorchino et al., 2013). 비타민 D와 관련한 선행연구를 살펴보면, Tidwell &

Valliant(2011)는 통제군과 비교하여 비타민 D섭취군에서 체지방률의 유의한 감소 결과를 보고하였으며, Forney et al.(2014)도 여성을 대상으로 비타민 D를 섭취시킨 결과 체중 및 체지방률이 줄어드는 것으로 보고하였다.

하지만, 신체구성 변인에 관한 연구가 대부분이며, 또한, 효과적인 체지방 분해 및 골밀도를 긍정적인 방향으로 변화시킬 수 있는 비타민 D섭취의 적정량에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 비타민 D섭취량의 조건을 달리 하여 적용함으로써 보다 적합한 지표설정을 제시하고, 복합운동프로그램의 참여를 통하여 중년여성의 비만 예방과 건강증진을 도모하는데 그 목적을 두고 있다.

연구방법

연구대상

이 연구 대상자는 체질량지수(BMI)와 체지방률 검사를 통해 비만에 해당되는 중년여성이며, 비만의 판정은 체질량지수 25이상, 체지방률 30%이상에 해당되는 중년여성을 대상으로 하였다. 비만에 해당되는 32명(비위약섭취군 8명, 복합운동 및 위약섭취군 8명, 복합운동 및 저비타민 D섭취군 8명, 복합운동 및 고비타민 D섭취군 8명)이 무선배정 되어 실험에 참가하였다. 실험에 앞서 연구자는 대상자에게 실험과정에 대한 구체적인 설명 후 자발적인 참여 및 검사동의서를 얻은 후 실험에 착수하였으며, 연구대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

실험설계

본 실험에 앞서 신장계와 체중계(BSM 330, Biospace), 체성분분석기(VENUS-5.5, Jawon Medical, Korea)를 이용하여 대상자들의 신체적 특성을 측정하였다.

운동프로그램 적용 전, 후 대상자의 신체구성, 체력, 골밀도 및 비만관련 호르몬 분석을 실시하였다. 신체 구성은 체성분분석기를 사용하여 체지방률, 체지방량,

Table 1. Physical characteristics of subjects

(M±SD)

Variables	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)	Body fat(%)	LBM(kg)
PL	41.38±1.06	160.06±2.62	63.81±2.07	25.91±0.64	33.32±0.89	42.54±1.36
CE+PL	40.75±2.76	158.44±3.06	64.15±2.98	25.56±1.11	33.04±1.34	42.94±1.67
CE+LV	41.38±2.13	158.94±2.86	62.75±3.82	25.84±1.37	33.75±1.55	41.52±1.69
CE+HV	40.88±1.81	158.56±2.26	61.43±2.35	25.43±0.82	32.45±1.17	41.48±1.35

PL : Placebo group, CE+PL : Complex exercise+Placebo group,

CE+LV : Complex exercise+Low intake Vitamin D group, CE+HV : Complex exercise+High intake Vitamin D group

제지방량등을 측정하였다. 체력의 경우 근력, 근지구력, 심폐지구력, 유연성을 측정하였으며, 근력은 악력 측정을 위하여 악력계(THP2, Korea)를 사용하였고, 근지구력은 30초간 윗몸일으키기로 측정하였으며, 심폐지구력은 2분 제자리걸기를 실시하였고, 유연성은 좌전굴 방법을 이용하였다(TKK 5404, Japan). 골밀도의 경우 DEXA(Technical Insights Co., US)를 이용하여 위팔부위, 넓다리부위, 허리뼈부위를 측정하여 단위는 g/cm²로 나타내었다. 호르몬의 경우 채혈하여 실시하였으며, 랩틴, 그렐린, 인슐린을 측정하였으며, 랩틴은 측정용 키트(Human Leptin RIA)를 이용하여 Radio Immuno Assay법으로 분석하였고, 그렐린도 측정용 키트(Active Ghrelin ELISA)를 이용하여 ELISA법으로 분석하였으며, 또한, 인슐린도 측정용 키트(Insulin RIA)를 이용하여 Radio Immuno Assay법으로 분석하였다.

운동프로그램

이 연구에서의 저항성운동과 유산소성운동 복합운동 프로그램은 선행연구(An et al., 2008)를 근거로 재구성하였다.

주 3회, 70분간 실시하였고, 준비운동과 정리운동 각 10분, 본 운동은 저항성운동과 유산소성운동을 50

분간 실시하였다. 준비운동은 중년여성이 좋아하는 리드미컬한 음악에 맞추어 맨손체조를 시행했으며, 정리운동은 스트레칭을 시행하였다. 저항성운동은 전신의 근육강화를 목적으로 관절에 부담을 최소화하기 위하여 탄성밴드를 이용하였으며, 탄성밴드의 저항력은 1-4주는 노란색 5-8주는 빨간색, 9-12주는 파란색 밴드로 각 동작을 2세트 15회 실시하였다. 유산소성운동은 트레드밀, 자전거타기, 줄넘기 운동을 다양화하여 지루하지 않고 운동감을 느낄 수 있도록 진행하였다.

운동강도는 선행연구(An et al., 2008)와 미국스포츠의학회(ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription, 2006)를 근거로 하여 저항성 운동의 경우 대상자가 비만임을 고려하여 Borg(1987)의 자각인지도(Rating of Perceived exertion; RPE)를 적용하여 1-4주는 RPE 11-12, 5-8주는 RPE 13-14, 9-12주는 15-16으로 증가시켰으며, 유산소성 운동의 경우 1-4주는 HRmax의 40-50%, 5-8주는 HRmax의 50-60%, 9-12주는 HRmax의 60-65%으로 증가시켜, 구체적인 운동프로그램은 <Table 2>와 같다.

비타민 D 섭취방법

이 연구자는 모든 대상자에게 매일 일정한 시간에 동일한 장소에 모이게 하여 정제된 비타민 D와 위약

Table 2. Complex exercise program

Exercise type		Exercise duratione & intensity	Time(min)
Warm up	Calisthenics	RPE 11	10
Resistance exercise	leg extension, leg curl, hip extension, hip flexion, chest press, seated row, biceps curl, triceps extension	1 - 4 weeks : Yellow thera-band, RPE 11-12 5 - 8 weeks : Red thera-band, RPE 13-14 9 - 12 weeks : Blue thera-band, RPE 15-16	25
Aerobic exercise	Treadmill Ergometer Jumping rope	1 - 4 weeks : HRmax 40-50% 5 - 8 weeks : HRmax 50-60% 9 - 12 weeks : HRmax 60-65%	25
Cool down	Stretching	RPE 11	10

을 섭취시켰다. 한국성인 영양섭취기준(2014)에 따른 비타민 D의 권장량은 하루 5ug(200IU)이며, 평상시 섭취하는 음식물 속에도 비타민 D 성분이 함유되어질 수 있는 부분을 고려하여 이 연구에서는 Atas et al.(2013)이 사용한 방법에 따라 저비타민 D섭취군과 고비타민 D섭취군은 매일 각각 2.5ug(100IU), 10ug(400IU)의 비타민 D를 섭취하였다. 하지만 이 연구의 제한점으로서 개인생활패턴에 의한 야외활동 시 합성되어질 수 있는 비타민 D의 통제는 불가능하였다.

자료처리방법

이 연구의 자료처리 방법은 SPSS 20.0을 이용하여 측정항목별 평균과 표준편차를 산출하였으며, 복합운동 프로그램 참여 및 비타민 D섭취에 따른 신체구성, 체력, 골밀도, 그리고 비만관련 호르몬의 변화를 규명하기 위하여 Two-way ANOVA with repeated measures를 사용하고, 사후검증은 Tukey를 실시하였다. 또한 집단과 시기의 주효과 및 상호작용이 통계적으로 유의한 차이가 있는 경우, 집단내 운동전, 후의 항목별 평균값의 비교는 종속 t-검증을 실시하였으며, 측정시기간의 집단간 차이를 알아보기 위하여

one-way ANOVA를 이용하였다. 분석을 위한 모든 통계적 유의수준은 p<.05로 설정하였다.

결과

신체구성의 변화

신체구성 결과는 <Table 3>과 같으며, 측정시간간 체중의 변화는 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 감소하였고(p<.001), CE+HV그룹은 PL그룹과 비교하여 유의하게 감소하였다(p<.05). 또한 체질량지수의 경우도 측정시간간에 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 감소하였으며(p<.001), CE+HV그룹은 PL그룹 및 CE+PL그룹과 비교하여 유의하게 감소하였다(p<.05). 특히, 체지방률의 경우 CE+HV그룹은 PL그룹, CE+LV그룹, CE+PL그룹과 비교하여 그룹간 유의한 감소결과가 나타났으며, 측정시간간에도 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 감소하였다(p<.001). 체지방량의 경우에도 CE+LV그룹과 CE+HV그룹에서만 측정시간간에 유의하게 증가하였고(p<.001), CE+HV그룹은 PL그룹과 비교하여 유의한 증가결과가 나타났다(p<.05).

Table 3. Changes of body composition (M±SD)

Variables	Group	Pre-test	Post-test	t-value	Δ%	F-value		
						Group	Time	Group×Time
Body weight (kg)	PL	63.81±2.07	64.44±1.94	-1.923	.98	3.826*	242.852***	59.564***
	CE+PL	64.15±2.98	62.21±3.30	8.458***	-3.02			
	CE+LV	62.75±3.82	60.49±3.78	13.369***	-3.61			
	CE+HV	61.43±2.35	57.71±2.23a	15.631***	-6.04			
BMI (kg/m ²)	PL	25.91±.64	25.92±.65	-1.125	.04	4.578*	235.536***	57.364***
	CE+PL	25.56±1.11	24.78±1.13	7.937***	-3.04			
	CE+LV	25.84±1.37	23.95±1.39	14.241***	-3.60			
	CE+HV	25.43±.82	22.95±.71ac	16.491***	-6.05			
Body fat (%)	PL	33.21±.87	33.38±1.06	-1.275	.51	9.443***	362.774***	58.979***
	CE+PL	33.04±1.34	30.49±1.29	28.136***	-7.72			
	CE+LV	33.75±1.55	31.54±1.22	7.797***	-6.56			
	CE+HV	32.45±1.17	28.45±.67abc	13.307***	-12.32			
LBM (kg)	PL	42.54±1.36	42.92±1.14	-1.365	.89	3.432*	.592	1.895
	CE+PL	42.94±1.67	43.23±2.07	-1.300	.68			
	CE+LV	41.52±1.69	42.38±1.95	-6.279***	2.06			
	CE+HV	41.48±1.35	43.29±1.46a	-9.036***	4.36			

* p<.05, *** p<.001

a : CE+HV vs PL (p<.05), b : CE+HV vs CE+LV (p<.05), c : CE+HV vs CE+PL (p<.05)

Table 4. Changes of physical fitness

(M±SD)

Variables	Group	Pre-test	Post-test	t-value	Δ%	F-value		
						Group	Time	Group×Time
Muscular strength (kg)	PL	15.95±1.67	15.60±1.69	-1.256	-2.23	3.971*	164.933***	36.544***
	CE+PL	16.04±2.39	17.48±2.33	-5.918***	9.00			
	CE+LV	16.11±1.31	18.09±1.63	-6.279***	12.29			
	CE+HV	15.38±1.22	18.56±1.49a	-9.036***	20.73			
Muscular endurance (rep/30sec)	PL	13.50±1.19	12.38±1.06	1.570	-8.33	8.402***	318.011***	92.606***
	CE+PL	14.13±.99	16.50±1.07e	-11.225***	16.81			
	CE+LV	13.63±1.51	16.63±1.06d	-12.979***	22.02			
	CE+HV	13.25±.89	17.13±1.36a	-13.072***	29.25			
Cardio-respiratory endurance (beats/min)	PL	97.25±5.42	98.13±5.94	-2.166	.89	1.928	97.759***	25.023***
	CE+PL	97.63±5.95	95.25±6.09	5.730***	-2.43			
	CE+LV	97.75±5.97	93.88±5.36	9.029***	-3.96			
	CE+HV	94.63±4.21	88.75±3.19	13.133***	-6.21			
Flexibility (cm)	PL	16.94±1.15	16.31±1.25	2.317	-3.73	2.957*	118.047***	30.220***
	CE+PL	16.94±1.47	18.73±1.56	-37.279***	10.55			
	CE+LV	17.13±1.06	19.20±1.21	-5.082***	12.12			
	CE+HV	16.44±1.08	19.81±1.22a	-7.659***	20.53			

* p<.05, ***<.001

a : CE+HV vs PL (p<.05), d : CE+LV vs PL (p<.05), e : CE+PL vs PL (p<.05)

체력의 변화

체력의 결과는 <Table 4>와 같으며, 측정시간 근력의 변화는 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 증가하였고(p<.001), CE+HV그룹은 PL그룹과 비교하여 유의하게 증가하였다(p<.05). 또한 근지구력의 경우도 측정시간에 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의한 증가하였으며(p<.001), 특히 CE+HV그룹에서 측정시간 가장 높은 증가율이 나타났으며, 집단간 차이에서는 CE+HV그룹, CE+LV그룹, CE+PL그룹은 PL그룹과 비교하여 유의하게 증가하였다(p<.001). 반면, 측정시간 심폐지구력의 변화는 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 감소하였지만(p<.001), 각 그룹간에는 차이가 나타나지 않았다. 유연성의 변화에 있어서는 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 증가하였고(p<.001), CE+HV그룹은 PL그룹과 비교하여 유의하게 증가하였다(p<.05).

골밀도의 변화

골밀도 결과는 <Table 5>와 같으며, 측정시기에 따

른 위팔부위의 골밀도변화는 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 증가하였고(p<.001), CE+HV그룹은 PL그룹과 비교하여 유의하게 증가하였다(p<.05). 또한 넙다리부위의 골밀도는 측정시간에 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 증가하였으며(p<.001), 특히 CE+HV그룹에서 측정시간 가장 높은 증가율이 나타났으며, 집단간 차이에서는 CE+HV그룹은 PL그룹과 비교하여 유의하게 증가하였다(p<.05). 허리뼈부위 골밀도는 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 증가하였고(p<.001), CE+HV그룹은 PL그룹과 비교하여 유의하게 증가하였다(p<.05).

호르몬의 변화

호르몬의 결과는 <Table 6>과 같으며, 측정시간 렙틴의 변화는 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의하게 감소하였고(p<.001), CE+HV그룹은 CE+PL그룹 및 PL그룹과 비교하여 유의하게 감소하였다(p<.05). 그렐린의 경우는 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 유의한 증가하였고(p<.001), 특히 CE+HV그룹에서 측정 시간 가장 높은 증가율이 나타났으며, 그룹간 차이의 결과는 CE+HV그룹은 CE+LV그룹 및 PL그룹과 비교하여 유의

Table 5. Changes of bone density (M±SD)

Variables	Group	Pre-test	Post-test	t-value	Δ%	F-value		
						Group	Time	Group×Time
Upper arm (g/cm ²)	PL	.73±.02	.72±.03	2.197	-.72	3.376*	236.665***	57.808***
	CE+PL	.73±.03	.74±.03	-10.253***	1.99			
	CE+LV	.73±.03	.74±.03	-12.296***	2.48			
	CE+HV	.73±.03	.75±.03a	-15.072***	3.30			
Thigh (g/cm ²)	PL	1.13±.06	1.11±.06	1.570	-1.70	3.338*	27.206***	9.891***
	CE+PL	1.12±.02	1.15±.03	-3.827***	2.89			
	CE+LV	1.11±.02	1.15±.03	-4.252***	3.49			
	CE+HV	1.11±.02	1.16±.03a	-5.781***	4.46			
Lumbar (g/cm ²)	PL	.95±.03	.94±.02	2.045	-1.36	4.012*	67.668***	29.779***
	CE+PL	.94±.02	.96±.03	-14.527***	1.68			
	CE+LV	.94±.03	.97±.03	-13.485***	2.51			
	CE+HV	.94±.03	.97±.02a	-10.529***	3.61			

* p<.05, ***<.001
a : CE+HV vs PL (p<.05)

Table 6. Changes of hormone (M±SD)

Variables	Group	Pre-test	Post-test	t-value	Δ%	F-value		
						Group	Time	Group×Time
Leptin (ng/ml)	PL	12.29±1.42	12.61±1.41	-4.638*	2.59	9.219***	365.934***	87.327***
	CE+PL	12.60±1.06	10.94±.72	8.894***	-13.15			
	CE+LV	11.73±1.19	9.84±1.27e	7.382***	-16.16			
	CE+HV	11.74±.95	7.73±.83a	20.594***	-34.14			
Ghrelin (ng/ml)	PL	18.17±3.11	17.39±2.47	2.317	-4.29	10.363***	451.809***	90.226***
	CE+PL	17.70±1.81	24.33±2.25	-24.800***	37.42			
	CE+LV	17.44±1.92	23.16±1.85e	-32.712***	32.79			
	CE+HV	18.73±3.52	30.89±3.16a	-34.321***	64.94			
Insulin (uIU)	PL	19.08±1.93	19.75±1.89	-7.722***	3.51	8.411***	328.100***	82.196***
	CE+PL	21.29±2.89	16.47±3.00	13.689***	-22.66			
	CE+LV	21.14±2.65	16.73±2.74e	12.231***	-20.84			
	CE+HV	19.42±2.09	9.00±1.75a	43.339***	-53.65			

* p<.05, ***<.001
a : CE+HV vs PL (p<.05), e : CE+PL vs PL (p<.05)

하게 증가하였다(p<.05). 인슐린 변화 역시 PL그룹을 제외한 모든 집단에서 통계적으로 유의한 감소결과를 가져왔으며(p<.001), CE+HV그룹은 CE+LV그룹, CE+PL그룹, PL그룹과 비교하여 유의하게 감소한 것으로 나타났다(p<.05).

논의

이 연구에서는 중년비만여성을 대상으로 복합운동

프로그램 참여와 더불어 비타민 D 섭취여부 및 섭취량이 신체구성, 체력, 골밀도 및 호르몬에 미치는 효과를 규명하는데 그 목적이 있었다. 이 연구의 결과, 복합운동프로그램 적용과 함께 고용량 비타민 D 섭취는 저용량 복용시보다 신체구성 및 비만관련 호르몬 요인에 더욱 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

체지방의 효율적인 제거와 더불어 비만을 해소하기 위한 가장 좋은 방법으로 권장하는 것은 많은 선행연구를 통하여 자명하게 제시하는 유산소성 운동의 적용임에도 불구하고, 저항성운동 또한 체지방량의 증가를 통한 비만도를 감소시키는데 효과적이라고 보고하였

다(Lazzer et al., 2011). 저항성운동의 적용이 가져다주는 신체구성의 변화는 직접적인 운동에너지의 충족에 의해서 발생되기보다는 기초대사량을 증가시켜 에너지 소비량을 증가시킴으로써 지방량의 감소효과를 보고하였으며(Tompkins et al., 2011), 또한, 저항성운동 형태는 근섬유의 적응으로 근력 및 근지구력 향상의 증가 효과와 근섬유에 자극을 주어 근비대 및 신경계의 활성화 등을 통한 근기능 향상이 나타난다(Aguirre et al., 2013). 게다가 체지방률의 감소와 심혈관질환의 발생위험도를 떨어뜨려 주는 유산소성 운동의 효과는 심폐기능을 강화시켜주는 장점과 더불어 안정시 심박수를 감소시키는 것으로 보고하였다(Sijie et al., 2012).

이러한 관점에서 볼 때, 이 연구에서도 지방조직보다 높은 운동근육조직의 에너지 소비율을 자극시킬 수 있는 저항성운동과 함께 유산소성운동의 복합운동프로그램을 적용함으로써 보다 고무적인 신체구성의 변화를 이끌어낸 것으로 생각된다.

Figuroa et al.(2013)은 통제집단과 비교하여 저항성운동 집단에서 체지방량의 증가와 함께 근력에서도 유의한 변화를 보고하였고, 장기간의 신체활동은 골격계에 직접적인 자극 혹은 간접적인 자극에 의하여 새로운 골의 생성에 관여하므로(Cho & Kim, 2012), 골질량의 손실을 줄여주는 역할을 하고, 근력 및 근지구력의 증가를 보고한 Dietz et al.(2012)의 선행 연구결과와 유사하게 이 연구에서도 근력 및 근지구력의 유의한 증가 결과를 가져왔다.

고용량 비타민 D 섭취와 복합운동의 이중적 적용집단에서 통제군과 비교하여 위팔, 넓다리, 허리뼈의 골밀도에서 유의한 차이가 나타났는데, 이는 복합운동 수행을 통한 근력증가와 더불어 지방조직보다 체지방 조직 중 근육량의 증가현상을 야기하여 골밀도 향상을 유발한 것으로 생각되며(Nilsson et al., 2013), 보조적 역할로서의 비타민 D 섭취는 근력 및 신체균형 등의 신체기능을 증진시키는 효과와 함께 골 형성의 활성화에 일조한 것으로 판단된다(Arends et al., 2011).

렙틴은 지방조직에서 합성되고 분비되는 항비만호르몬으로서 에너지 균형유지를 위하여 내분비적 신호 체계에 중요한 역할을 담당하고 지방량의 간접적인 에너지 저장 수준을 반영하며(Berman et al., 2013), 체지방과 밀접한 상관관계를 가지기 때문에 일반적으로 비

만인은 체지방률이 정상인 사람에 비하여 더 많은 분량을 나타내게 된다(Simonds et al., 2012). 선행연구에 의하면 조깅, 계단오르기, 줄넘기 등의 유산소성 운동은 렙틴 감소에 효과적인 것으로 알려져 있으며(Ahmadizad et al., 2014), Jung et al.(2012)의 연구에서도 12주 걷기 운동을 통하여 비만 여성의 렙틴 수준의 유의한 감소효과를 보고하였고, Kim & Lee(2014)도 유산소운동의 지속시간이 길수록 체지방률의 감소와 더불어 렙틴 농도도 줄어드는 것으로 보고하였다. 그리고, 비타민 D와 렙틴의 상호관계에 대한 선행연구를 살펴보면, Fatima et al.(2015)는 비만인을 대상으로 비타민 D의 섭취량이 낮아질수록 렙틴수치가 상승하는 것으로 보고하였고, 또한, Maggio et al.(2014)은 비타민 D의 농도와 체지방량과 부적상관관계를 가지며, 골밀도 수치의 향상과 함께 혈청 렙틴수치의 유의한 감소결과를 보고하였다. 이러한 결과는 복합운동 및 고비타민 D 섭취군에서 렙틴의 유의한 감소현상을 나타낸 본 연구와 일치하였다.

또한, 이 연구의 결과에서는 통제그룹을 제외한 모든 운동그룹과 함께 특히 고비타민 D 섭취군에서 더욱 그렐린 수치가 유의하게 증가됨을 알 수 있었는데 이는 지속적인 운동을 통한 에너지 소비와 운동 후의 안정시 대사량의 상승은 체내 에너지 소비량의 증가를 유발하여, 그렐린 변화에 영향을 미친 것으로 보여진다(Moraes et al., 2015). 비타민 D의 결핍은 체중감량 속도가 감소되고, 그렐린 등의 식욕조절 호르몬의 항상성에 혼란을 야기시키며, 운동강도는 낮은 강도보다는 고강도에서 그렐린 수준을 더욱 자극시키는 것으로 알려져 있다(Prado et al., 2015).

비타민 D의 부족현상은 인슐린 작용이 둔해져 체중 조절이 어려워지며, 복부비만 및 인슐린 저항성의 원인이 된다(Hoseini et al., 2013; Ha et al., 2014). 본 연구 결과에서는 고비타민 D 섭취 및 복합운동군에서 저비타민 D 섭취군과 단독적인 복합운동군과 비교하여 인슐린 농도가 유의하게 감소하였다. 이는 복합운동프로그램과 비타민 D 섭취의 이중적 적용은 체지방률 감소와 체지방량의 증가효과를 통하여 비만관련 호르몬에 의미있는 변화를 야기시킨 것으로 생각되며, 대사증후군 및 대사성질환을 예방할 수 있는 간접적인 방법의 결과로 생각한다.

결론

이 연구의 결과, 복합운동 및 고비타민 D 섭취군은 단독적인 복합운동군 및 위약섭취군과 비교하여 체지방률, 렙틴, 인슐린의 감소현상이 나타났으며, 제지방량, 근지구력, 그렐린 및 골밀도의 증가 양상이 나타나 전반적으로 긍정적인 결과가 타났다. 결론적으로, 중년 비만여성을 대상으로 실시한 복합운동프로그램과 고비타민 D 섭취의 이중적인 적용은 신체구성과 비만관련 호르몬의 긍정적인 변화를 통하여 근지구력 및 골밀도를 향상시켰다.

참고문헌

- ACSM (2006). ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Seventh Edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 55-269.
- Aguirre, N., van Loon, L. J., & Baar, K. (2013). The role of amino acids in skeletal muscle adaptation to exercise. *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, 76: 85-102.
- Ahmadizad, S., Ghorbani, S., Ghasemikaram, M., & Bahmanzadeh, M. (2014). Effects of short-term nonperiodized, linear periodized and daily undulating periodized resistance training on plasma adiponectin, leptin and insulin resistance. *Clinical Biochemistry*, 47(6): 417-422.
- An, B. Y., Kim, W. W., & Park, S. Y. (2008). Effects of elastic band and swiss ball exercise in body composition and blood components on obese woman college students. *The Official Journal of the Korean Association of Certified Exercise Professionals*, 10(1): 17-26.
- Arends, S., Spoorenberg, A., Bruyn, G. A., Houtman, P. M., Leijnsma, M. K., Kallenberg, C. G., Brouwer, E., & van der Veer, E. (2011). The relation between bone mineral density, bone turnover markers, and vitamin D status in ankylosing spondylitis patients with active disease: a cross-sectional analysis. *Osteoporosis International*, 22(5): 1431-1439.
- Atas, E., Karademir, F., Ersen, A., Meral, C., Aydinoz, S., Suleymanoglu, S., Gultepe, M., & Gocmen, İ. (2013). Comparison between daily supplementation doses of 200 versus 400 IU of vitamin D in infants. *European Journal Pediatrics*, 172(8): 1039-1042.
- Berman, S. M., Paz-Filho, G., Wong, M. L., Kohno, M., Licinio, J., & London, ED. (2013). Effects of leptin deficiency and replacement on cerebellar response to food-related cues. *Cerebellum*, 12(1): 59-67.
- Byerly, M. S., Simon, J., Lebihan-Duval, E., Duclos, M. J., Cogburn, L. A., & Porter, T. E. (2009). Effects of BDNF, T3, and corticosterone on expression of the hypothalamic obesity gene network in vivo and in vitro. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative & Comparative Physiology*, 296(4): 1180-1189.
- Canabal, D. D., Potian, J. G., Duran, R. G., McArdle, J. J., & Routh, V. H. (2007). Hyperglycemia impairs glucose and insulin regulation of nitric oxide production in glucose-inhibited neurons in the ventromedial hypothalamus. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative & Comparative Physiol*, 293(2): 592-600.
- Cho, J. H & Kim, D. J. (2012). The Effects of Resistance Exercise Programs on Lumbar Extension Strength, Bone Mineral Density and Balance Ability in Sexagenary Woman Patient with Low Back Pain. *Kinesiology*, 12(4): 33-43.

- Colado, J. C., & Triplett, N. T. (2008). Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5): 1441-1448.
- DeFina, L. F., Vega, G. L., Leonard, D., & Grundy, S. M. (2012). Fasting glucose, obesity, and metabolic syndrome as predictors of type 2 diabetes: the Cooper Center Longitudinal Study. *Journal of Investigative Medicine*, 60(8): 1164-1168.
- Dietz, P., Hoffmann, S., Lachtermann, E., & Simon, P. (2012). Influence of exclusive resistance training on body composition and cardiovascular risk factors in overweight or obese children: a systematic review. *Obesity Facts*, 5(4): 546-60.
- Fatima, S. S., Farooq, S., Tauni, M. A., Irfan, O., & Alam, F. (2015). Effect of raised body fat on vitamin D, leptin and bone mass. *Journal of Pakistan Medical Association*, 65(12): 1315-1319.
- Figuroa, A., Vicil, F., Sanchez-Gonzalez, M. A., Wong, A., Ormsbee, M. J., Hooshmand, S., & Daggy, B. (2013). Effects of diet and/or low-intensity resistance exercise training on arterial stiffness, adiposity, and lean mass in obese postmenopausal women. *American Journal of Hypertension*, 26(3): 416-23.
- Forney, L. A., Earnest, C. P., Henagan, T. M., Johnson, L. E., Castleberry, T. J., & Stewart, L. K. (2014). Vitamin D status, body composition, and fitness measures in college-aged students. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3): 814-24.
- Ha, C. D., Han, T. K., Lee, S. H., Cho, J. K., & Kang, H. S. (2014). Association between serum vitamin D status and metabolic syndrome in Korean young men. *Medicine & Science in Sports Exercise*, 46(3): 513-19.
- Hassouna, R., Zizzari, P., & Tolle, V. (2010). The ghrelin/obestatin balance in the physiological and pathological control of growth hormone secretion, body composition and food intake. *Journal of Neuroendocrinology*, (7): 793-804.
- Hoseini, S. A., Aminorroaya, A., Iraj, B., & Amini, M. (2013). The effects of oral vitamin D on insulin resistance in pre-diabetic patients. *J Research in Medical Science*, 18(1): 47-51.
- Jung, H. L., Ryu, J. W., Yoo, D. H., Shin, Y. H., & Kang, H. Y. (2012). Effects of 12-weeks walking exercise on appetite regulating hormone, adipokine and insulin resistance in postmenopausal obesity women. *Exercise Science*, 21(2): 213-222.
- Karvonen, M., Kentala, K., & Mustala, O. (1957). The effects of training in heart rate. *Annales Medicine*
- Kim, A. R., Lee, S. E., Lee, Y. M., An, J. H., Choi, S. W., & Lee, J. M. (2010). The Effect of Resistance Exercise Program on Body Composition and Bone Mineral Density in Osteopenia Woman. *Korean Journal of Physical Education*, 49(4): 465-472.
- Lizzer, S., Lafortuna, C., Busti, C., Galli, R., Agosti, F., & Sartorio, A. (2011). Effects of low- and high-intensity exercise training on body composition and substrate metabolism in obese adolescents. *Journal of Endocrinology Investigation*, 34(1): 45-52.
- Maggio, A. B., Belli, D. C., Puigdefabregas, J. W., Rizzoli, R., Farpour-Lambert, N. J., Beghetti, M., & McLin, V. A. (2014). High bone density in adolescents with obesity is related to fat mass and serum leptin concentrations. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition*, 58(6): 723-28.
- Marcotorchino, J., Tourniaire, F., & Landrier, J. F. (2013). Vitamin D, adipose tissue, and

- obesity. *Hormone Molecular Biology & Clinical Investigation*, 15(3): 123-8.
- Moraes, C., Borges, N. A., Barboza, J., Barros, A. F., & Mafra, D. (2015). Effects of acute resistance exercise on acyl-ghrelin and obestatin levels in hemodialysis patients: a pilot study. *Renal Failure*, 37(10): 338-42.
- Nilsson, M., Ohlsson, C., Mellström, D., & Lorentzon, M. (2013). Sport-specific association between exercise loading and the density, geometry, and microstructure of weight-bearing bone in young adult men. *Osteoporosis International*, 24(5): 1613-1622.
- Pollock, N. K., Bernard, P. J., Gutin, B., Davis, C. L., Zhu, H., & Dong, Y. (2011). Adolescent obesity, bone mass, and cardiometabolic risk factors. *Journal of Pediatrics*, 158(5): 727-34.
- Prado, W. L., Lofrano-Prado, M. C., Oyama, L. M., Cardel, M., Gomes, P. P., Andrade, M. L., Freitas, C. R., Balagopal, P., Hill, J. O. (2015). Effect of a 12-Week Low vs. High Intensity Aerobic Exercise Training on Appetite-Regulating Hormones in Obese Adolescents: A Randomized Exercise Intervention Study. *Pediatrics & Exercise Science*, 27(4): 510-17.
- Prestes, J., Shiguemoto, G., Botero, J. P., Frollini, A., Dias, R., Leite, R., Pereira, G., Magosso, R., Baldissera, V., Cavaglieri, C., & Perez, S. (2009). Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. *Journal of Sports Science*, 27(14): 1607-1665.
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10): 2857-2872.
- Shea, M. K., Nicklas, B. J., Marsh, A. P., Houston, D. K., Miller, G. D., Isom, S., Miller, M. E., Carr, J. J., Lyles, M. F., Harris, T. B., & Kritchevsky, S. B. (2011). The effect of pioglitazone and resistance training on body composition in older men and women undergoing hypocaloric weight loss. *Obesity*, 19(8): 1636-1646.
- Sijie, T., Hainai, Y., Fengying, Y., & Jianxiong, W. (2012). High intensity interval exercise training in overweight young women. *The Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 52(3): 255-62.
- Simonds, S. E., Cowley, M. A., & Enriori, P. J. (2012). Leptin increasing sympathetic nerve outflow in obesity: A cure for obesity or a potential contributor to metabolic syndrome? *Adipocyte*, 1(3): 177-81.
- So, W. Y., & Choi, D. H. (2007). Effects of walking and resistance training on the body composition, cardiorespiratory function, physical fitness, and blood profiles of middle-aged obese women. *Exercise Science*, 16(2): 85-94.
- Tidwell, D. K., & Valliant, M. W. (2011). Higher amounts of body fat are associated with inadequate intakes of calcium and vitamin D in African American women. *Nutrition Research*, 31(7): 527-36.
- Tompkins, C. L., Moran, K., Preedom, S., & Brock, D. W. (2011). Physical activity-induced improvements in markers of insulin resistance in overweight and obese children and adolescents. *Current Diabetes Review*, 7(3): 164-70.
- Vainionpää, A., Korpelainen, R., Vihriälä, E., Rinta-Paavola, A., Leppäluoto, J., & Jämsä, T. (2006). Intensity of exercise is associated with bone density change in premenopausal women. *Osteoporosis International*, 17(3): 455-63.