영양관리와 운동이 중년 비만여성의 혈중 호모시스테인 수준과 항산화 영양소 섭취에 미치는 영향

한 정 순 · *김 애 정*

서울교육대학교 평생교육원 독학사칼리지, *경기대학교 대체의학대학원

The Effect of Nutritional Management and Exercise on Serum Homocystein Level and Antioxidant Intake in Middle Aged Obese Women

Jung-Soon Han and *Ae-Jung Kim*

Dokhaksa College in Lifelong Center of Seoul National University of Education, Seoul 137-742, Korea

**Dept. of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul 120-702, Korea*

Abstract

The purpose of this study was to investigate the association of homocysteine and antioxidant nutrients with obesity in Korean middle aged women. The study subjects included were middle-aged obese women (n=36) whose body mass index (BMI) was greater than 25 kg/m². A total of 36 participants were randomly divided into two groups. They were assigned to either the Nutritional Management and Exercise (NME) program or the Exercise Management (EM) program, which were both conducted for 3 months. We measured serum homocysteine, total cholesterol and HDL cholesterol levels of the participant. We also measured the dietary intakes of antioxidant nutrient, cholesterol, body weight, body mass index, blood pressure, and VO₂. At the end of both programs, please confirm this change. It was unclear when these measurements were shown to have decreased. The body weight and BMI of NME group were decreased compared to those of EM group. The serum total cholesterol levels of the participants in NME group were significantly decreased, in contrast to EM group. Also, serum homocysteine levels of NME group participants were decreased compared to EM group, but the difference was not statistically significant. In the NME group, there were significant differences in the change of dietary cholesterol and vitamin C intake. These results showed that participating NME program will continuously promote the healthy status of the middle aged obese women, compared to participating only in the EM program.

Key words: homocysteine, obesity middle aged women, antioxidant nutrient

서 론

전 세계적으로 비만인구는 계속 증가하고 있으며, 우리나라도 BMI 25 이상인 성인 비만 유병률이 2009년 30.7%로 성인의 1/3 가량이 비만으로 나타났다(Korea Center for Disease Control and Prevention 2010).

비만은 체내에 체지방이 과잉으로 축적된 상태로, 복부비만은 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 관상동맥질환, 심혈관계 질환

환 등의 각종 대사질환 유병율을 높이는 가장 큰 위험인자이므로(Hahn 등 2013), 비만을 미연에 방지하고 비만인 경우 치료 관리하는 프로그램을 개발하는 것은 국민 건강증진에 매우 중요한 일이다. 여성의 경우 45~64세 61.4%가 복부에 지방이 많은 내장지방형 복부비만 형태를 보이고 있다고 한다(Korea Institute for Health and Social Affairs 2004). 특히 폐경기 이후의 여성들은 여성호르몬이 분비되지 않음에 따라 지방이 축적되어 비만해지기 쉬우며, 폐경기 여성의 비만 비율

* Corresponding author: Ae-Jung Kim, Dept. of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul 120-702, Korea. Tel: +82-2-390-5044, Fax: +82-2-313-4131, E-mail: aj5249@naver.com

은 비슷한 연령의 남성에 비해 2배 이상 높으며, 허리둘레가 증가함에 따라 심혈관계 질환으로 인한 사망의 위험률이 증가하므로 비만은 치료되어야 한다고 하였다(Lee 등 2000). 내장지방형 복부비만은 혈액 내 총 콜레스테롤의 증가, 고밀도 지단백(high density lipoprotein, HDL)의 감소, LDL-콜레스테롤과 중성지방의 상승 등이 특징적이다(Sonia & Daniel 2003). 또한 심혈관질환(cardiovascular disease, CVD) 특히 죽상경화증(atherosclerosis)의 위험인자로 혈중 호모시스테인(homocysteine) 수준이 혈중 콜레스테롤, 흡연, 비만과 함께 주요 요인이 되고 있다. 혈장 내 호모시스테인 농도의 증가는 심혈관질환의 독립적인 위험인자로 밝혀지고 있으며, 비만한 사람은 호모시스테인의 농도가 높다(Sengwayo 등 2013). 호모시스테인은 필수아미노산인 메티오닌의 중간대사산물로 체내에서 재메틸화와 황전환작용에 의해 대사된다. 공복 시 호모시스테인의 정상혈중 농도는 5~10 $\mu\text{mol/L}$ 로 이 이상이면 죽상경화증을 일으키는 것으로 알려져 있으며, 혈중 호모시스테인 농도가 5 $\mu\text{mol/L}$ 증가하면 혈중 콜레스테롤 농도가 20 mg/dL 증가하는 것과 같은 정도로 위험성이 높은 것으로 보고되어 있다(Boushey 등 1995). 혈중 호모시스테인의 함량은 유전적 요인과 영양상태를 비롯한 환경요인에 의해 조절된다. 고호모시스테인 혈중은 호모시스테인 대사와 관련된 효소의 유전적인 결함이나 엽산, 비타민 B₆ 섭취 결핍이 원인으로 알려져 있다(Mehmetoglu 등 2012). 혈액에 호모시스테인이 축적되면 혈관내피세포에 독성을 주어 유리기를 생성하여 생체 항산화 system을 파괴하고 antioxidant의 농도를 낮추며 LDL의 산화를 촉진하여 심혈관계 질환의 유병률을 높인다고 하므로(Mehlig 등 2013) 혈중 호모시스테인을 정상범위에 있게 하는 것은 심혈관질환 예방에 매우 중요한 일이다. 이러한 고호모시스테인 혈중은 엽산 섭취에 의해 낮아질 수 있다고 알려져 있으나(Lemieux 등 2001), 다른 영양소와의 관계는 많이 연구되어 있지 않으며, 왜 비만한 사람에게서 호모시스테인이 높은지에 대한 분자생물학적 기전에 대해서는 확실히 알려져 있지 않다. 특히 우리나라의 중년 비만 여성들의 호모시스테인 농도와 항산화 영양소와의 연구결과는 많지 않은 실정이다.

이에 본 연구는 비만한 중년여성들에게 영양지도와 운동을 함께 수행하는 것과 운동만 수행시켰을 때 체성분과 혈중 호모시스테인, 콜레스테롤, 항산화 영양소 섭취량의 변화에 미치는 영향을 관찰하여 효율적인 비만관리 프로그램 개발의 자료가 되기를 기대하는 바이다.

연구방법

1. 연구대상 및 기간

대상자들은 경기도에 거주하며 병·의원의 질병 치료 및 약물 복용을 하지 않고 A시 소재 보건소에서 실시한 비만관리 교육프로그램 영양교육과 운동을 함께 한 군(Nutritional management+Exercise, NME), 운동만 한 군(Exercise management, EM)에 자원한 체질량지수(BMI) 25 kg/m² 이상인 중년여성(40~50대) 36명으로 각 군은 18명씩이었으며, 폐경인 여성은 3명으로 영양교육과 운동을 함께 한 군에 1명, 운동만 한 군에 2명이었다. 연구기간은 2012년 4월부터 6월까지 3개월이었다.

2. 영양지도와 운동관리

영양교육과 운동을 함께 한 군(NME)과 운동만 한 군(EM)에게 수행된 프로그램은 비만에 대한 올바른 이해, 비만과 합병증, 바람직한 체중조절, 운동요법 및 행동수정요법으로 구성되었다. 운동프로그램은 운동전문가 지도하에 중강도 걷기 운동을 기상 후 안정 시 심박수를 측정하여 HRR(Heart Rate Reserve) 60% [$0.6 \times (\text{최대 심박수} - \text{안정 시 심박수}) + \text{안정 시 심박수}$]의 운동강도를 설정하여 목표 심박수를 제시하고, 트레드밀에서 주 5회 1일 60분간 실시하고 근력운동은 1 RM (Repetition Maxima) 70% 강도로 10회씩 3 set 운동하였다. 이와 병행하여 운동의 이점, 비만관리를 위한 운동의 실제, 열량소비를 위한 운동 등에 대한 내용을 지속적으로 꾸준히 할 수 있도록 흥미를 유발하면서 운동을 할 수 있도록 구성하여 실시하였다. 영양교육과 운동을 함께 한 군의 영양교육은 3주에 한 번씩 4회 50분간 영양소의 기능과 역할, 나의 식단구성(음식과 열량, 식품교환표), 잘못된 습관 고치기(간식의 열량비교, 잘못된 습관의 교정), 외식 시 식품선택요령, 조리방법 등으로 이루어진 교육으로 하였으며, 균형 잡힌 생활을 실행하고 있는지 관찰하기 위해 매일 식사일기 쓰게 하였다.

3. 신체계측

신장(cm)과 체중(kg)은 자동측정기(DS-102, Dongsahn Jenix Co., Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 모든 측정은 오차를 줄이기 위하여 사전에 훈련받은 한사람이 지속적으로 동일한 계측기와 동일한 방법으로 측정하였다. BMI는 체중(kg)/신장(m²)의 공식을 이용해 산출하고 체지방률, 체지방, 체지방은 X-scan Body Composition Analyzer(JAWON medical Co., Kyungsan, Korea)를 이용하여 측정하였다.

4. 혈압

혈압은 혈압계(Baumanometer, WA Baum Co. Inc, Copiague, NY, USA)로, 30분 이상 안정한 상태에서, 상완동맥에서 수축기 혈압(systolic blood pressure: SBP)과 이완기 혈압(diastolic blood pressure: DBP)을 측정하였으며, 5분 간격으로 두 번 측

정하여 평균값을 구하였다.

5. 최대산소섭취량($VO_2\max$ 값)

최대산소섭취량은 트레드밀(Medtrack ST 65, Qunton, USA) 가스 분석기(True-one Quinton, USA)를 이용하여 측정하였다.

6. 혈중 총 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤 농도 측정

검사 전날 저녁식사 이후 10시간 이상 금식을 한 후, 다음 날 오전 공복 상태에서 진공 채혈관을 이용하여 상완정맥에서 일회용 주사기로 10 mL를 채혈한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리한 혈청을 혈청자동분석기(Hitachi 7170, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)을 이용하여 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤을 분석하였다(Yi & Kwon 2000).

7. 혈중 호모시스테인 농도 측정

혈중 호모시스테인 농도는 형광편광면역측정법(fluorescence polarization immunoassay: FPIA) Abbott IMx homocysteine analyzer]으로 측정하였다. 호모시스테인 농도는 산화된 형태인 결합형 homocysteine이 유리형으로 환원되고, 이것은 효소적으로 S-adenosyl-L-homocysteine(SAH)로 전환된다. Homocystine과 이황화 결합과 단백질결합이 혼합된 형태의 homocysteine은 DTT (dithiothreitol)에 의해 유리형 HCY로 환원되며, 이 유리형 HCY 전체가 SAH hydrolase와 과량의 adenosine에 의해 SAH로 환원되는 원리를 이용하여 측정하였다(Ueland PM 1995).

8. 식이섭취량(비타민) 조사

영양교육을 받는 대상자들은 주 7회씩 식단을 조사하여 Can-Pro(version 2.0)을 사용하여 엽산, 비타민 B₆, 항산화 영양소 비타민 C, E를 분석하였다.

9. 통계분석

모든 자료는 Kolmogorov-Smirnov의 정규성 검정을 실시하였다. Kolmogorov-Smirnov 정규성 검정 결과, 정규성 가정을 만족하여 중재 프로그램 실시 사전 및 사후 모든 측정변인의

Fig. 1. Experimental design.

변화 정도는 paired *t*-test를 실시하였다. NME와 EM 간의 비교는 pre와 post의 변화량을 ANCOVA를 이용하여 분석하였고, 나이나 폐경 여부를 적용하였으며, 모든 자료에 대한 통계 분석은 SPSS-PC 컴퓨터 프로그램(version 18.0)을 이용하여 통계적 유의도 수준($\alpha=0.05$)에서 가설검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자들의 일반적인 특성은 Table 1과 같다. NME군의 평균연령은 45세이고, 키는 157.1±5.2 cm, 체중은 76.5±11.2 kg, 체질량지수는 30.9±3.3 kg/m²이었다. EM군의 평균연령은 46세이고, 신장은 159.0±5.3 cm, 체중은 73.6±7.5 kg이며, 체질량지수는 29.1±2.2 kg/m²이었다. 폐경인 중년여성은 3명이었다.

2. 체성분, 체지방 성상 변화

체성분, 체지방 변화는 Table 2에서 보는 바와 같다. NME군은 체중 76.5±11.2 kg에서 68.5±9.2 kg으로 감소하였으며, 체질량지수는 30.9±3.3 kg/m²에서 27.7±2.8 kg/m², 체지방율은 38.3±2.0%에서 34.6±2.8%로, 허리둘레는 95.0±8.0 cm에서 86.7±7.6 cm로, 체지방량은 29.4±5.2 kg에서 24.6±5.6 kg으로 감소하였다. EM군은 체중 73.6±7.5 kg에서 70.9±8.2 kg으로, 체질량지수는 29.1±2.2 kg/m²에서 28.0±2.4 kg/m²으로, 허리둘레는 92.6±6.4

Table 1. The baseline clinical characteristics of participants

Variable	NME group		EM group		Changes	P
	M	S.D.	M	S.D.		
Age(yrs)	45.2	6.2	46.5	8.1	-0.508	0.615
Height(cm)	157.1	5.2	159.0	5.3	-1.063	0.296
Body weight(kg)	76.5	11.2	73.6	7.5	0.862	0.395
BMI(kg/m ²)	30.9	3.3	29.1	2.2	1.880	0.070

Data are mean±S.D., *P*-values by paired *t*-test

NME, nutrition management+exercise; EM, exercise; M, mean; S.D., standard deviation; BMI, body mass index

Table 2. The comparison of anthropometry between NME and EM group in middle aged obese women

		Pre-treatment		Post-treatment		Changes	<i>p</i> *	<i>P</i> *
		M	S.D.	M	S.D.			
Body weight (kg)	NME	76.5	11.2	68.5	9.2	- 8.0	0.001	<0.001
	EM	73.6	7.5	70.9	8.2	- 2.7	0.001	
Body mass index (kg/m ²)	NME	30.9	3.3	27.7	2.8	- 3.2	0.001	0.001
	EM	29.1	2.2	28.0	2.4	- 1.1	0.001	
Body fat (%)	NME	38.3	2.0	34.6	2.8	- 3.7	0.001	0.881
	EM	36.4	3.1	32.6	4.8	- 3.8	0.004	
Body fat mass (kg)	NME	29.4	5.2	24.6	5.6	- 4.8	0.001	0.808
	EM	28.4	3.6	24.1	3.7	- 4.3	0.005	
Waist circumference (cm)	NME	95.0	8.0	86.7	7.6	- 8.3	0.001	0.117
	EM	92.6	6.4	86.9	6.2	- 5.7	0.001	
Waist/hip ratio	NME	0.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.001	0.471
	EM	0.9	0.0	0.8	0.0	- 0.1	0.006	
Lean body mass (kg)	NME	42.9	5.6	41.5	5.3	- 1.4	0.001	0.290
	EM	43.4	3.1	42.9	4.5	- 0.5	0.341	

Data are mean±S.D., *P* values by paired *t*-test

NME, nutrition management+exercise; E, exercise; M, mean; S.D., standard deviation

p*. pre vs post by paired *t*-test, *P, changes of NME vs EM by ANCOVA after adjusting age and menopausal status.

cm에서 86.9±6.2 cm로, 체지방율은 36.4±3.1%에서 32.6±4.8%로, 체지방량은 28.4±3.6 kg에서 24.1±3.7 kg으로 감소하였다. 두 군 간의 비교에서는 체중, 체질량지수가 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. NME군의 참여 전 체중은 76.5±11.2 kg에서 68.5±9.2 kg으로 평균 8 kg 감소하였으며, EM군은 73.6±7.5 kg에서 70.9±8.2 kg으로 평균 2.7 kg 감소하여(*p*<0.001) 영양교육과 운동을 함께 하는 프로그램이 체중과 체질량지수를 좀 더 감소시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 이 같은 결과는 다른 연구(Lee 등 1999)에서 식이요법과 운동요법을 하

였을 때 약 5 kg의 체중 감량이 나타난 것에 비하면 본 연구 결과에서 체중 감량이 조금 더 되었으나, 이는 개인차와 식이 조건이 조금 다른 것에 의한 것으로 사료된다.

3. 혈압과 최대산소섭취량 변화

수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박, 최대산소섭취량에 대한 결과는 Table 3과 같다. 비만한 경우 대부분이 고혈압이나 경계성 고혈압인 경우가 많은데 본 연구에서 영양교육과 운동을 함께 한 군과 운동만을 수행한 군의 수축기혈압과 이완기

Table 3 The comparison of NE and E group of blood pressure, and VO₂max in middle aged obese women

		Pre-treatment		Post-treatment		Changes	<i>p</i> *	<i>P</i> *
		M	S.D.	M	S.D.			
Systolic blood pressure (mmHg)	NME	133.71	13.66	121.88	13.82	- 11.83	.002	.521
	EM	128.06	9.55	118.75	10.59	- 9.31	.004	
Diastolic blood pressure (mmHg)	NME	82.59	8.40	77.29	10.05	- 5.3	.021	.488
	EM	79.50	7.94	77.63	7.11	- 1.87	.267	
Pulse	NME	81.53	11.54	71.12	7.71	- 3.83	.001	.019
	EM	75.67	8.89	72.44	7.80	- 3.23	.111	
VO ₂ max (mL/kg/min)	NME	23.98	3.58	26.64	4.11	2.66	.033	.672
	EM	23.48	2.89	26.31	2.82	2.83	.004	

Data are mean±S.D., *P* values by paired *t*-test

NME, nutrition management+exercise; EM, exercise; M, mean; S.D., standard deviation

p*. pre vs post by paired *t*-test, *P, changes of NME vs EM by ANCOVA after adjusting age and menopausal status

혈압이 모두 프로그램 참여 후에 감소하였으며 $VO_2\max$ 는 증가하였다. 두 군 간의 비교에서는 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박, 최대산소섭취량에서 유의성을 나타내지 않았다. 두 군 모두 비만관리 교육 프로그램 참여 후 혈압이 교육 전보다 감소한 것은 영양중재보다는 운동에 의한 효과로 사료되며, 고혈압 예방 가능성을 보여주고 있다. 비만한 사람의 경우, 내피 기능의 이상 인슐린 저항성, 교감신경계 항진 및 지방세포에서 분비되는 IL-6나 TNF- α 등이 관여되어 말초혈관 저항의 증가와 관련이 있으며, 지방조직의 과량으로 산소요구도가 증가하면 심박출량이 증가되어 혈압이 상승될 수 있다. 그러나 체중을 감소시키면 그 정도에 따라 수축기 혈압 및 확장기 혈압도 감소되며, 식사요법에 의한 체중 감소도 혈압을 강하시킬 수 있다는 다른 연구결과와 일치하여(Lee 등 1999; Reeves WG 1983) 비만을 치료하는데 있어 영양과 운동으로 이루어진 관리프로그램은 혈압을 강하시키는데 있어서도 중요한 역할을 하고 있음을 시사하는 결과라고 판단된다.

4. 혈중 콜레스테롤, 호모시스테인에 미치는 변화

혈액의 콜레스테롤 농도는 내인성과 외인성 요인 모두에 의해 영향을 받는다. 내인성 콜레스테롤은 간에서 합성되는 것으로 식이로부터 흡수된 콜레스테롤 양에 의해 조절된다(Otsuji 등 1982). 그러므로 음식으로부터의 콜레스테롤 공급은 혈액의 콜레스테롤 농도에 영향을 미치며, 혈액의 총 콜레스테롤의 증가는 관상동맥질환 특히 동맥경화증 발현 위험도가 증가하게 되며, 특히 과체중과 비만인 경우 발현이 더 증가하기 쉽다고 한다(Christensen 등 2011).

본 연구결과, 혈액의 총 콜레스테롤에 미치는 영향은 Table 4에서 보는 바와 같이 NME군은 200.6 $\pm$ 44.7 mg/dL에서 180.5 $\pm$ 47.3 mg/dL로 감소하였으며, EM군은 190.9 $\pm$ 36.5 mg/dL에서 198.2 $\pm$ 40.8 mg/dL로 증가하였다. 두 군 간의 비교 검증 결과, 영양과 운동을 함께 한 군에서 총 콜레스테롤이 통계적으로 유의하게 개선됨을 보여 주었다. HDL 콜레스테롤은 두 군 간

에 유의성을 보이지 않았다. 본 연구결과에서 운동만 수행한 군의 총 콜레스테롤 함량이 오히려 증가한 것은 다른 연구에서 비만 여성들에게 16주간 운동프로그램만 실시하였을 때 내장지방과 혈압은 감소시켰으나, 혈청 지질과 혈당에는 영향을 미치지 못해 식사요법 없이 운동만으로는 혈청 지질을 감소시키는데 한계가 있으며, 식사요법을 병행하였다더라면 체질량 지수, 내장지방, 혈압 감소뿐 아니라, 혈청 지질, 혈당에도 긍정적인 변화를 유도할 수 있을 것이라고 한 연구결과(Kim & Ahn 2003)와 비슷한 경향을 보였다.

본 연구에서 NME군의 혈액의 총 콜레스테롤 농도가 EM군보다 낮은 것은 균형 잡힌 식사를 강조하고 포화지방산과 콜레스테롤이 많은 음식의 섭취를 줄이게 유도한 영양교육의 긍정적인 효과가 일조한 것으로 판단된다.

죽상경화증(atherosclerosis)의 위험인자로 알려져 있는 혈중 homocysteine(HCY) 수준(Sonia & Daniel 2003)은 Table 4에 제시된 바와 같다. 영양관리와 운동을 함께 한 군에서는 8.88 $\pm$ 2.16 μ mol/L에서 8.32 $\pm$ 2.33 μ mol/L로 감소된 반면, 운동만 한 군에서는 8.69 $\pm$ 2.27 μ mol/L에서 10.75 $\pm$ 3.82 μ mol/L로 오히려 증가하였다. 이는 정상인 경우, 호모시스테인 농도가 8.45 $\pm$ 2.33 μ mol/L이며, 정상이 아닌 경우 8.53~10.02 $\pm$ 0.36~0.92 μ mol/L 범위를 보인다는 결과와 비교할 때 본 연구에서 영양과 운동을 함께 한 군이 운동만 한 군보다 실험 후에 매우 감소한 것은 심혈관계 질환 예방에 매우 긍정적인 결과로 사료된다. 이에 영양관리와 운동을 함께 한 군의 엽산과 항산화 영양소인 비타민 C, E 등의 섭취도 영향을 미친 것으로 추정된다. 호모시스테인의 심혈관질환에서의 역할은 콜라겐의 불안정화, 혈소판의 축적, 혈중 안티트롬빈(antithrombin) 활성도 감소 등이 제시되고 있으며(Lemieux 등 1982), 호모시스테인의 농도가 5 μ mol/L 상승됨에 따라 관상동맥질환의 위험이 약 2배 가량 상승한다고 하며, 심혈관 질환이 없었던 사람들도 혈중 호모시스테인의 농도가 높아지면 심근경색의 위험도가 증가한다고 한다(Christensen 등 2011). 본 연구에서 운동만 한 군이 프

Table 4. The comparison of NME and EM group of homocysteine and total cholesterol in middle aged obese women

		Pre-treatment		Post-treatment		Changes	p^*	P^*
		M	S.D.	M	S.D.			
Total cholesterol (mg/dL)	NME	200.6	44.7	180.5	47.3	-20.1	.052	0.047
	EM	190.9	36.5	198.2	40.8	7.3	.462	
HDL-cholesterol (mg/dL)	NME	52.9	11.0	48.5	10.5	-4.4	.055	0.727
	EM	56.1	8.7	57.2	13.7	1.1	.724	
Homocysteine (μ mol/L)	NME	8.88	2.16	8.32	2.33	-0.56	.455	0.363
	EM	8.69	2.27	10.75	3.82	2.06	.085	

Data are mean $\pm$ S.D., P values by paired t -test

NME, nutrition management+exercise; EM, exercise; M, mean; S.D., standard deviation; BMI, body mass index

* p . pre vs post by paired t -test, P^* . changes of NME vs EM by ANCOVA after adjusting age and menopausal status.

로그래 참여 후에 오히려 혈중 호모시스테인 농도가 증가한 것은 영양중재가 없었기 때문으로 사료되나, 이에 대한 추적 조사는 더 이루어져야 한다.

5. 항산화 영양소(비타민 C와 E), 엽산 및 Vitamin B₆ 섭취에 미치는 변화

동맥경화증 발현은 혈중 LDL 콜레스테롤이 축적되고 혈중 호모시스테인이 증가하면 혈관 내피세포에 독성을 주어 유리를 생성하여 생체 항산화 system을 파괴하고, antioxidant의 농도를 낮추며, LDL의 산화를 촉진하여 심혈관계 질환의 유병률을 높인다고 알려져 있다(Jacobsen 등 2009). 그 기전으로는 호모시스테인의 자가산화에 의한 반응성 산화물이 지질과산화를 일으키고 여러 혈액응고인자의 기능장애로 내피세포의 항혈전 작용이 억제되며, 고호모시스테인 혈중에 오랫동안 노출된 내피세포에서 nitric oxide 분비가 감소되어 호모시스테인의 독성을 약화시키지 못하고, 반응성 산화생성물에 의해 활성화된 NF-kB에 의해 혈관 평활근세포의 증식이 일어나며, 그 외에도 직접적인 혈관기질의 손상이나 호모시스테인 티오라톤이 저밀도지단백과 결합하여 내피세포의 대식세포에 의해 탐식되어 죽상경화반이 형성되는 것으로도 알려져 있다(Julve 등 2013). 이러한 혈중 호모시스테인이 증가되는 것을 예방하기 위해서는 호모시스테인 대사과정에 필요한 엽산, 비타민 B₆, B₁₂의 적당한 섭취가 꼭 필요하다(Oh 등 1999). 엽산은 메틸기를 호모시스테인에게 전달하면서 테트라하이드로 엽산(THF, Tetrahydrofolate)으로 전환되며, 메티오닌을 만들어 엽산의 활성형인 THF와 메티오닌을 체내에 공급한다. 이 과정에는 비타민 B₁₂가 반드시 필요한데, 즉 메

틸기는 먼저 5-메틸 THF에서 비타민 B₁₂로 운반된 후, 비타민 B₁₂는 메틸기를 호모시스테인에게 전달하여 메티오닌이 생성된다. 또한 아미노산 대사에는 비타민 B₆가 꼭 필요하므로 이들 비타민의 섭취가 매우 중요하다. 이러한 비타민들이 부족하면 체내에 호모시스테인이 증가하여 심장질환 위험을 증가시키므로 특히 심혈관계질환의 가족력이 있거나 흡연을 하는 경우에는 엽산과 B₆, B₁₂의 섭취를 권장하고 있다(Simonetta 등 2001).

본 연구결과, 항산화 영양소인 비타민 C와 E, 심혈관계 질환의 독립위험 인자로 알려져 있는 혈청 호모시스테인 수준을 낮추는 대사에 관여한다고 알려져 있는 엽산과 비타민 B₆의 섭취량은 Table 5에 표시되어 있는 바와 같이 두 군 모두 비만관리교육프로그램 참여 전보다 낮아졌다. 이는 두 군 모두 프로그램 참여 전보다 전체적으로 식품의 섭취가 감소하여 동반적으로 감소된 것으로 보여진다. 이는 다른 연구에서도 영양관리와 운동관리 등으로 체중감소를 시켰을 경우, 식사섭취량이 감소하여 영양소 섭취가 감소되었다는 연구결과와 비슷한 결과였다(Kim & Ahn 2003).

그리고 영양관리와 운동을 함께 한 군이 운동만 한 군보다 항산화 영양소인 비타민 C 섭취량은 유의하게 많이 바람직한 경향을 보였으며, 비타민 B₆와 비타민 E는 두 군 간의 차이를 보이지 않았으며, 호모시스테인 대사에 중요한 엽산은 영양관리와 운동을 함께 한 군이 많았으나, 유의성은 나타내지 않았다. 비타민 B₁₂ 섭취량은 조사되지 않아 이 부분은 더 추적조사 되어야 한다고 사료된다. 또한 식이로 섭취한 콜레스테롤의 양도 영양과 운동을 함께 한 군에서 운동만 수행한 군보다 유의적으로 낮아져 혈중 콜레스테롤에 영향을 미쳤

Table 5. The comparison of NME and EM group of dietary vitamin and cholesterol intake in middle aged obese women

		Pre-treatment		Post-treatment		Changes	<i>p</i> *	<i>P</i> *
		M	S.D.	M	S.D.			
Cholesterol (mg)	NME	222.0	105.0	203.3	50.6	- 18.7	.396	.043
	EM	223.9	81.7	218.8	53.9	- 5.1	.817	
Vitamin B ₆ (mg)	NME	1.6	0.5	1.49	0.3	- 0.11	.216	.421
	EM	1.8	0.4	1.50	0.3	- 3.0	.009	
Vitamin C (mg)	NME	113.5	53.1	90.7	26.3	- 22.8	.025	.029
	EM	110.2	54.3	73.5	24.8	- 36.7	.003	
Folate (μg)	NME	235.8	80.4	192.1	39.9	- 43.7	.019	.153
	EM	345.1	418.3	182.7	47.1	- 162.4	.148	
Vitamin E (mg)	NME	9.5	3.6	7.5	1.80	- 2.0	.016	.797
	EM	10.0	3.7	7.7	2.22	- 2.3	.024	

Data are mean±S.D., *P* values by paired *t*-test

NME, nutrition management+exercise; EM, exercise; M, mean; S.D., standard deviation

p*. pre vs post by paired *t*-test, *P. changes of NME vs EM by ANCOVA after adjusting age and menopausal status.

을 것으로 사료된다. 본 연구에서 영양관리와 운동을 함께 한 군이 운동만 수행한 군보다 항산화 영양소인 비타민 C 섭취가 많고, 콜레스테롤의 섭취가 감소한 것은 비만을 관리 치료함과 동시에 심혈관계 질환 예방을 위한 혈중 콜레스테롤의 산화를 방지하고, 혈중 호모시스테인의 증가를 억제할 가능성이 있다는 측면에서도 매우 바람직한 경향을 보이는 결과라고 사료된다.

결론적으로 본 연구 결과, 체중 감소에는 영양교육을 통한 식이요법과 운동요법을 함께 병행하는 것이 서로 상승작용을 하여 체중 감량과 혈중 콜레스테롤과 호모시스테인 수준을 낮추어 비만 예방 치료 및 심혈관계 질환 예방에도 일조할 가능성이 있는 방법임을 시사하고 있다.

요약 및 결론

중년 여성들의 비만은 각종 대사질환 동맥경화, 고혈압, 당뇨병 등의 발생의 한 원인이 되므로, 예방과 치료 및 관리가 매우 중요한 질환이다. 특히 고호모시스테인혈증은 심혈관계질환 유발의 중요한 요인 중의 하나로 알려져 있다. 이에 본 연구는 영양지도와 운동을 통해 체중과 체성분 및 혈중 호모시스테인에 미치는 변화와 항산화 영양소 섭취량에 미치는 영향을 관찰하였다. 그 결과, 영양지도와 운동을 함께 한 군이 운동만 한 군보다 체중, BMI가 유의적으로 감소하였다. 영양지도와 운동을 함께 한 군이 운동만 한 군보다 혈중 콜레스테롤이 유의적으로 낮아졌으며, 호모시스테인 농도가 낮아졌다. 영양지도와 운동을 함께 한 군이 운동만 한 군보다 식사로 섭취하는 콜레스테롤 양이 유의하게 감소하였으며, 비타민 C 섭취는 증가하였다. 이 같은 결과로 영양지도와 운동을 함께 하는 것이 운동만 하는 것보다 체지방 감소 없이 체지방과 체중을 감소시키는데 효과적이며, 호모시스테인, 콜레스테롤 등을 개선시키고, 항산화 영양소 섭취를 증가시켜 비만관리 및 심혈관계 질환 예방을 효율적으로 할 수 있음을 시사하였다.

References

- Boushey CJ, Shirley RD, Beresford AA. 1995. A quantitative assessment of plasma homocysteine as a risk factor for vascular disease. Probable benefits of increasing folic acid intake. *JAMA* 274:1049-1057
- Christensen JR, Faber A, Ekner D, Overgaard K, Holtermann A, Søgaard K. 2011. Diet, physical exercise and cognitive behavioral training as a combined workplace based intervention to reduce body weight and increase physical capacity in health care workers - a randomized controlled trial. *BMC Public Health* 11:671-678
- Hahn D, Payne W, Lucas E. 2013. Focus on Health. 11th ed. New York: McGraw Hill Humanities
- Jacobsen DW, Gatautis VJ, Green R, Robinson K, Savon SR, Secic M, Ji J, Otto JM, Taylor LM Jr. 2009. Total plasma homocysteine: the mediator/marker controversy continues. *Clin Chem* 55:1742-1743
- Julve J, Escolà-Gil JC, Rodríguez-Millán E, Martín-Campos JM, Jauhiainen M, Quesada H, Rentería-Obregón IM, Osada J, Sánchez-Quesada JL, Blanco-Vaca F. 2013. Methionine-induced hyperhomocysteinemia impairs the antioxidant ability of high-density lipoproteins without reducing *in vivo* macrophage-specific reverse cholesterol transport. *Mol Nutr Food Res* 57:1814-1824
- Kim MS, Ahn HS. 2003. Dietary intakes and serum component in middle aged abdominal obese women. *Korean J Obes* 12:124-136
- Korea Center for Disease Control and Prevention. 2010. Korea Health Statistics 2009 Quality control and analysis support on nutrition survey of KNHANES IV. Seoul: Korea Center for Disease Control and Prevention
- Korea Institute for Health and Social Affairs. 2004. Korean Women's Health Statistics. Seoul: Korea Institute for Health and Social Affairs
- Lee JH, Jang YS, Park HY, Kim OY, Ryu HJ, Chae JS. 1999. Beneficial effect of weight reduction in overweight middle aged men. *The J of Obesity* 8:154-163
- Lee JK, Yu BY, Choi DY. 2000. Relations between obesity indices and smoking, alcohol, lipid, blood glucose and blood pressure. *The Kon-Kuk J of Medical Sci* 10:111-118
- Lemieux I, Pascot A, Prud'homme D, Alméras N, Bogaty P, Nadeau A. 1982. Elevated C-reactive protein: another component of the atherothrombotic profile of abdominal obesity. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 21:961-967
- Mehlig K, Leander K, de Faire U, Nyberg F, Berg C, Rosengren A, Björck L, Zetterberg H, Blennow K, Tongnon G, Torin K, Strdhagen E, Liesser L, Thelle D. 2013. The association between plasma homocysteine and coronary heart disease is modified by the MTHFR 677C>T polymorphism. *Heart* 99:1761-1765
- Mehmetoglu I, Yerlikaya FH, Kurban S, Polat H. 2012 Plasma ω -3 fatty acid levels negatively and ω -6 fatty acid levels positively associated with other cardiovascular risk factors

- including homocysteine in severe obese subjects. *Asia Pac J Clin Nutr* 21:519-25
- Oh KW, Lee WY, Ahn YB, Song KH, Yoo SJ, Yoon KH, Kang MI, Cha BY, Lee KW, Son HY, Kang SK 1999. Homocysteine, folate, and methylenetetrahydrofolate reductase polymorphism in Korean normal subjects. *Korean J Med* 57: 1030-1033
- Otsuji S, Shibata H, Umeda M. 1982. Turbidimetric immunoassay of serum C-reactive protein. *Clin Chem* 28:2121-2124
- Reeves WG. 1983 Insulin antibody determination : theoretical and practical considerations. *Diabetologia* 24:399-403
- Sengwayo D, Moraba M, Motaung S. 2013. Association of homocysteinaemia with hyperglycemia, dyslipidaemia, hypertension and obesity. *Cardiovasc J Afr* 24:265-269
- Simonetta F, Paul F, Jacques P, Wilson W, Irwin H, Rosenberg, Jacob S. 2001. Low circulating vitamin B₆ is associated with elevation of the inflammation marker C-reactive protein independently of plasma homocysteine levels. *Circulation* 103:2788-2791
- Sonia SA, Daniel GH. 2003. Emerging risk factors for atherosclerotic vascular disease. *JAMA* 290:932-940
- Ueland PM. 1995. Homocysteine species as component of plasma redox thio status. *Clini Chem* 41:340-342
- Yi KN, Kwon OH. 2000. Clinical Pathology File. 3rd ed. pp. 14-62. Seoul: Medrang, Inforang
-
- 접 수 : 2014년 3월 19일
최종수정 : 2014년 5월 27일
채 택 : 2014년 6월 13일