

제주지역 해녀의 녹차분말 섭취가 혈중 지질, 혈소판 응집성 및 항산화 효과에 미치는 영향*

김미숙¹ · 강민숙² · 류성희¹ · 문영인³ · 강정숙^{1§}

제주대학교 식품영양학과,¹ 제주대학교병원 영양팀,² 제주도 농업기술원 동부농업기술센터³

Effect of green tea intake on blood lipids, platelet aggregation, antioxidant and liver parameters in Jeju volunteer diving woman*

Kim, Mi-Sook¹ · Kang, Min-Sook² · Ryou, Sung-Hee¹ · Moon, Young-In³ · Kang, Jung-Sook^{1§}

¹Department Foods & Nutrition, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

²Nutrition Service Team, Jeju National University Hospital, Jeju 690-767, Korea

³Jeju Agricultural Development and Technology Extension Center, Jeju 695-971, Korea

ABSTRACT

We investigated dietary effects of green tea powder (GTP) on plasma lipids, platelet aggregation, hemolysis, plasma TBARS, and liver enzymes. Thirty one volunteer diving women living on Jeju island consumed 4 g green tea powder daily for a period of four weeks and data for the study subjects were analyzed on the basis of diagnostic criteria for blood pressure (BP)($\geq 140/90$ mmHg), plasma total cholesterol (TC)(≥ 200 mg/dL), and triglyceride (TG)(≥ 150 mg/dL). Subjects with high BP had significantly higher TC and TG than those with normal BP. Subjects with higher TC had higher TG, and those with higher TG had lower HDL cholesterol. Platelet aggregation in the initial slope was significantly higher in subjects with normal BP, normal TC, or normal TG than their counterparts in high BP, TC, and TG. HDL cholesterol after GTP intake increased only in subject groups with normal BP, normal TC, or normal TG, and plasma TG after GTP intake decreased only in groups with higher BP, higher TG, or higher TC. Plasma TC and TG in subjects with normal BP increased after GTP intake. GTP intake caused a decrease in the initial slope of platelet aggregation in all subject groups with little effect on maximum aggregation. Total bilirubin showed a significant increase and GOT increased in all subject groups after GTP intake. Beneficial effects of short term intake of green tea powder might differ depending on the subject conditions in terms of blood pressure, plasma lipids, and other cardiovascular conditions. However, with the hypolipidemic, antithrombotic, and antioxidant actions of its bioactive flavonoids, long term usage of GTP or brewed green tea may provide preventive effects against cardiovascular disease. (J Nutr Health 2013; 46(4): 324 ~ 331)

KEY WORDS: green tea powder, hypolipidemic, antithrombotic, antioxidant, women.

서 론

전환의 명의 화타는 차의 효능에 대해 마음을 안정시키고 기를 돋우며 늙는 일을 적게 하고 노쇠를 늦추며 총명하게 한다고 하였는데, 이렇게 차는 경험적인 약리 효능으로 민간요법에서 질병치료 목적으로 시작하였으나 차츰 그 특유한 맛과 향기와 함께 세계 인류의 50%가 즐겨 마시는 음료가 되었다.¹⁾ 다년생의 상록관목인 차나무 (*Camellia sinensis*)는 오랜 기간 생

태학적 변이를 통해 분포지역에 따라 구성성분이 약간 다른데 차의 화학적 성분인 카테킨류는 Flavan-3ol 구조로 주로 epicatechin 형태로 존재하는데 특히 epigallocatechin gallate (EGCG)가 건조무게의 9~13%로서 가장 많이 함유되어 있다.²⁾ 녹차 카테킨은 특유의 수렴성 쓴 맛을 제공하며 자연적인 항산화제로서 항염, 항알레르기 및 항암 등의 다양한 생리활성 작용을 지닌 것으로 알려져 있으며^{3,4)} 최근에는 항당뇨, 항비만 등의 대사성 질환에 효과적인 것으로 알려져 있다.^{5,6)} 역학조사에서 녹차의 음용은 뇌졸중과 심근경색 등 심순환기 질환에 의

Received: Jun 20, 2013 / Revised: Jul 9, 2013 / Accepted: Aug 6, 2013

*This is a partial work supported by the Korea Research Grant (R05-2001-000-00718-0).

[§]To whom correspondence should be addressed.

E-mail: jungkang@jejunu.ac.kr

© 2013 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

한 사망을 감소시키고 혈중 지질 감소와 및 지단백 개선에도 긍정적인 효과를 보였다.^{6,7)} 고콜레스테롤 혈증 환자는 높은 혈소판 응집성과 함께 혈전성 뇌졸중의 위험이 높은 것으로 알려져 있다. 이들의 혈소판은 정상인에 비해 platelet activating factor (PAF)에 민감하고⁹⁾ 녹차 폴리페놀은 그 민감도를 감소시키고 PAF 생성 자체를 억제함으로써 혈소판 응집성을 감소시킨다.¹⁰⁾ 녹차 카테킨이나 EGCG는 혈소판의 thromboxane 분비를 억제하고 혈소판을 안정화시킴으로서 항 혈전효과와 함께 심순환기 질환에 대한 위험을 감소시킨다.¹¹⁾ 녹차 카테킨의 강한 항산화 물질은 활성산소에 의한 세포막의 손상과 그에 따른 세포막의 유동성 증가나 ion channel의 변화를 억제하고 세포의 전해질 손실을 방지한다.¹²⁾ Biswas 등¹³⁾의 연구에서 녹차나 녹차 카테킨 섭취는 산화 스트레스로부터 적혈구를 보호하여 용혈성 빈혈의 예방에 효과적임을 암시하고 있다. 하루 7컵의 녹차 음용을 2주간만 지속해도 혈장의 MDA-LDL 생성이 현저히 감소되었다.¹⁴⁾ 신장 투석환자에 있어서 녹차 카테킨은 투석과정에서 과산화수소 생성을 감소시키고 염증유발 관련 cytokine의 생성을 억제하여 신혈관의 경화를 완화한다고 보고되었다.¹⁵⁾ 이와 같이 녹차의 폴리페놀은 생리적, 환경적으로 생성된 활성산소에 의한 세포의 손상을 억제하고 노화를 지연시키는 가장 대표적인 항산화 물질로 알려져 있다.

녹차는 홍차나 우롱차와는 달리 불 발효차로서 덫음과 증열에 의해 차잎 속의 효소를 불활성화 시켜 만든 것으로 우려서 마시는 방법이 일반적이다. 최근 녹차의 섭취 방법으로 다양한 음식에 첨가 재료로 사용되게 만들어진 가루녹차나 그대로 타서 마시는 말차는 증열 건조 또는 냉동건조 후 분말화하여 섬유질을 포함한 차잎의 유효성분을 모두 섭취할 수 있는 장점을 가질 수 있다. 본 연구의 실험 참여자는 평균 40년의 오랜 해녀활동을 해 온 사람들로서 잠수병으로 알려진 가슴통증, 혈압저하, 청색증, 공기색전증 (gas embolism) 등 심순환관련 증상들을 경험하고 있지만 혈중 지질, 혈압, 간 효소 등의 일반적인 임상지표는 같은 연령의 일반인과 크게 다르지 않았다. 잠수와 관련된 건강상의 폐해는 수심의 고압상태와 수면상의 감압과정에서 생겨나는 부작용으로 잠수시의 고압 상태에서 축적된 질소나 산소에 의한 질소마취 (nitrogen narcosis), 산소중독 (oxygen toxicity) 등에 기인한 것으로 알려져 있다.¹⁶⁾ 본 연구에서는 제주도 한림지역의 해녀들에 있어서 실험 전의 각 임상지표들을 혈압, 중성지방, 총콜레스테롤의 수준별로 비교 분석하였고, 분말형태의 녹차섭취가 혈전증 등의 잠수 부작용이나 혈중지질, 간 효소, 항산화 지표에 대한 개선효과가 있는지 섭취 전·후로 조사하여 비교하였다. 본 연구에서 녹차 섭취의 긍정적인 효과가 나타난다면 잠수일 종사자를 포함한 많은 사람의 건강을 위한 식생활 중재의 좋은 근거

자료를 제공할 수 있을 것으로 본다.

연구 방법

연구대상자 및 실험방법

제주대학병원에 등록된 제주도 한림지역에 거주하는 해녀 31명을 모집하여 2003년 3월부터 8월 사이에 본 연구를 실시하였다. 연구 참여자는 평균 연령이 64세 (41~79세)로 40년 이상의 해녀 경력을 가졌으며 흔하게 나타나는 증세로 두통, 신경통, 관절염, 중이염, 고혈압, 위장질환, 빈혈을 호소했지만 심각한 질환자는 없었다. 이들은 해열 진통제 (51%), 두통약 (31%), 혈압약 (17%) 심장약 (20%), 신경통약 (7%) 등을 일상적으로 복용하고 있었다. 실험기간 4주간 동안 참여자들은 하루에 녹차분말 4그램을 오전, 오후로 나누어 따뜻한 물에 녹여 섭취하였고, 식생활은 그대로 유지하도록 교육하였다. 녹차분말은 제주도 농업기술센터에서 제공한 것으로 5~6월에 수확한 녹차잎을 세척한 후 증열이나 유염과정을 거치지 않고 그대로 냉동 건조하여 분말화한 것으로 냉동건조 과정에서 세포벽이 완전히 파괴되어 물에 쉽게 용해된다. 각 항목의 측정치는 한국지질 동맥경화학회의 혈압 (< 140/90 mmHg, n = 20 vs. ≥ 140/90 mmHg, n = 11), 총콜레스테롤 (< 200 mg/dL, n = 13 vs. ≥ 200 mg/dL, n = 18), 중성지방 (< 150 mg/dL, n = 22 vs. ≥ 150 mg/dL, n = 9)의 진단기준에 따라 분류하여 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방에 대한 각 항목의 상관성을 비교 분석하였다.

분석내용 및 방법

모든 실험 분석내용은 4주간의 녹차분말 섭취 전과 후에 진행되었고 공복상태에서 채혈하여 분석에 사용하였다.

혈중 지질 및 GOT, GPT, 총빌리루빈, ALP

혈중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 등 혈중지질 및 혈청 glutamic-oxaloacetic transaminase (GOT), glutamic-pyruvic transaminase (GPT), 총빌리루빈, alkaline phosphatase (ALP)는 제주대학병원에 분석을 의뢰하였다.

혈소판 응집성

채혈 즉시 전혈을 400 × g에서 10분간 원심분리하여 상층의 platelet rich plasma (PRP)을 걷어내고, 하층을 다시 1,200 × g에서 10분간 원심분리하여 platelet poor plasma (PPP)를 분리하였다. 혈소판응집은 PRP를 ADP (2 μM)로 응집을 유도한 후 Chronolog platelet aggregometer (Model 500 Ca, Havertown, Pa, USA)를 이용하여 측정하였다. PPP를 blank로 사용하여 light transmission을 100으로 설정한 후 측정한다.

light transmission (%)값으로 정도를 나타내었다.

적혈구 용혈

적혈구 용혈은 수정한 Draper 방법¹⁷⁾으로 채혈 즉시 혈액을 phosphate buffered saline (PBS)에 분산시켜 원심분리하여 얻은 적혈구를 다시 25배의 PBS와 증류수에 각각 분산시킨 후 37℃에서 6시간 배양한다. 배양액을 원심분리한 후 상층액을 spectrophotometer 415 nm에서 흡광도를 측정하는데, % 용혈은 증류수 분산액의 흡광도에 대한 PBS 분산액의 흡광도 비율이다.

혈장 TBARS

혈장 thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) 측정은 수정한 Yagi법 (1976)¹⁸⁾을 이용한 것으로 혈장을 phosphotungstate로 침전시킨 지방을 thiobarbituric acid와 반응시킨 후 생성된 TBARS를 butanol 층으로 옮긴 후 fluorescent spectrometer (Kontron SFM25)를 Excitation 515 nm, emission 553 nm에서 흡광도를 측정하였으며 1,1,3,3-ethoxypropane (Sigma-Aldrich)를 standard로 사용하였다.

통계처리

본 실험의 통계는 SPSS program을 이용하여 측정치는 평균 \pm 표준오차 (Mean \pm SE)로 분석하였다. 각 군의 초기 값의 차이를 알아보기 위해서 student's t-test와 Mann-Whitney test를 실시하였고, 각 군별로 연구 전후의 변화 검정 시에는 paired t-test와 wilcoxon signed rank test를 시행하였다. 모든 검정 시에는 $p < 0.01$, $p < 0.05$ 일 때를 통계적으로 유의하

다고 간주하였다.

결 과

혈압, 총콜레스테롤, 중성지방을 기준으로 식이 실험전의 임상자료 분석

녹차분말 섭취 전의 실험 참여자 31명에 대한 각 항목의 측정치를 한국지질동맥경화학회 진단기준에 따라 분류하여 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방에 대한 각 항목의 상관성을 비교 분석한 내용을 Table 1에 제시하였다.

고혈압군에 있어서 정상혈압보다 총콜레스테롤과 중성지방이 유의적으로 높았고 (각 $p < 0.05$), HDL-콜레스테롤은 낮은 경향을 보였다. 고콜레스테롤혈증군은 정상 콜레스테롤군에 비해 중성지방이 유의적으로 높은 반면 ($p < 0.05$), 고지혈증의 경우 정상군에 비해 HDL-콜레스테롤이 유의적으로 낮았다 ($p < 0.05$). 고콜레스테롤혈증군에서 정상 콜레스테롤군보다 혈소판 응집성이 감소되었는데 특히 초기응집에서 유의적 차이를 보였다 (각 $p < 0.05$). 고혈압군, 고콜레스테롤혈증군, 고지혈증군에서 정상군에 비해 alkaline phosphatase가 유의적이지는 않지만 높은 경향을 보였다.

녹차분말 섭취효과

녹차분말의 섭취효과에 대한 자료는 녹차분말 섭취 전·후에 측정한 각 항목을 참여한 31명 전원에 대한 pooling data를 Table 2에 제시하였고, 이를 혈압 ($< 140/90$ mmHg, $n = 20$ vs. $\geq 140/90$ mmHg, $n = 11$), 총 콜레스테롤 (< 200 mg/dL,

Table 1. Comparison of clinical data based on diagnostic criteria for blood pressure, plasma T-cholesterol and triglyceride before green tea powder intake

	B.P.		T-cholesterol		Triglyceride	
	$< 140/90$ ($n = 20$)	$\geq 140/90$ ($n = 11$)	< 200 ($n = 13$)	≥ 200 ($n = 18$)	< 150 ($n = 22$)	≥ 150 ($n = 9$)
T-cholesterol (mg/dL)	201.0 \pm 6.8	227.4 \pm 7.0*	183.6 \pm 3.8	229.7 \pm 5.6***	204.5 \pm 6.8	224.7 \pm 7.7
HDL-cholesterol (mg/dL)	61.6 \pm 2.3	56.4 \pm 3.0	60.2 \pm 2.7	59.3 \pm 2.6	62.6 \pm 2.0	52.6 \pm 3.3*
Triglyceride (mg/dL)	109.4 \pm 9.5	153.5 \pm 20.5*	98.2 \pm 8.3	144.4 \pm 14.9*	95.7 \pm 5.5	196.9 \pm 14.6**
Initial slope (%/min) ¹⁾	48.7 \pm 8.1	59.1 \pm 11.7	68.2 \pm 6.4	46.3 \pm 8.1*	52.3 \pm 7.8	51.9 \pm 12.4
Maximum (%) ²⁾	45.5 \pm 6.8	51.9 \pm 8.5	54.6 \pm 3.5	45.1 \pm 7.0	47.9 \pm 6.4	47.1 \pm 9.8
Hematocrit (%)	39.4 \pm 0.6	37.2 \pm 1.1	37.4 \pm 0.9	39.3 \pm 0.8	38.7 \pm 0.8	38.3 \pm 0.9
Hemolysis (%) ³⁾	3.89 \pm 0.21	3.70 \pm 0.39	3.66 \pm 0.29	3.94 \pm 0.26	3.73 \pm 0.21	4.05 \pm 0.43
TBARS (mmole/mL)	19.5 \pm 1.1	20.6 \pm 1.1	18.8 \pm 0.6	20.7 \pm 1.3	19.7 \pm 0.7	20.5 \pm 2.1
sGOT (IU/L)	22.2 \pm 2.0	21.1 \pm 0.8	22.2 \pm 2.9	21.5 \pm 1.1	21.4 \pm 1.7	22.8 \pm 2.0
sGPT (IU/L)	19.2 \pm 2.1	16.8 \pm 1.3	17.9 \pm 2.3	18.7 \pm 1.8	17.4 \pm 1.5	20.8 \pm 3.2
Alk.phosphatase (IU/L)	136.8 \pm 7.4	150.6 \pm 11.3	139.7 \pm 10.7	143.1 \pm 7.8	138.8 \pm 6.8	148.8 \pm 14.2
T-bilirubin (mg/dL)	0.50 \pm 0.03	0.51 \pm 0.05	0.49 \pm 0.03	0.51 \pm 0.04	0.50 \pm 0.03	0.52 \pm 0.05

1) Initial slope of platelet aggregation expressed as % increase in light transmission for the first one minute of aggregation 2) Maximum platelet aggregation expressed as % light transmission at the point where aggregates dissociated 3) Hemolysis (%) measured after 6 hours incubation in phosphate buffered saline

Mean \pm SE for 31 participants

*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$, ***, $p < 0.001$ by Student's t-test

n = 13 vs. ≥ 200 mg/dL, n = 18), 중성지방 (< 150 mg/dL, n = 22 vs. ≥ 150 mg/dL, n = 9)의 진단기준으로 나누어 비교한 결과는 각각의 Fig.로 제시하였다.

혈중 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤

참여한 31명 전체를 상대로 녹차분말 섭취 전·후를 비교했을 때 총콜레스테롤과 중성지방이 다소 증가하는 경향을 보였다 (Table 2). 총 콜레스테롤의 경우 고혈압군과 정상혈압군 또는 고콜레스테롤혈증군과 정상 콜레스테롤군으로 나누어 비교했을 때 고혈압군과 고콜레스테롤혈증군은 다소 감소한 반면 정상 혈압군 특히 정상 콜레스테롤군의 경우 유의적인 증가를 보였다 (Fig. 1). 중성지방에 대한 전·후의 비교에서도 고혈압군, 고콜레스테롤혈증군, 고지혈증군의 경우 다소 감소한 반면 정상범위의 혈압, 콜레스테롤, 중성지방을 가진 비교군에서 다소 증가하는 경향을 보였다 (Fig. 1). 본 실험에서 녹차분말의 섭취에 따른 콜레스테롤이나 중성지방에 대한 전반적인

강화효과는 없었고 고혈압자와 함께 고콜레스테롤혈증군에서 콜레스테롤 강화효과를, 고지혈증군에서 중성지방 강화효과를 볼 수 있었다. HDL-콜레스테롤의 경우 전체로 봤을 때나 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방을 나누어 비교했을 때 녹차분말 섭취효과는 없었다 (Fig. 1).

헤마토크릿과 혈소판 응집성

헤마토크릿은 참여자 31명 전체로 봤을 때나 혈압, 콜레스테롤, 중성지방을 진단기준으로 비교했을 때나 녹차분말 섭취에 의한 변화는 없었다 (Table 2)(Fig. 2). 혈소판 응집성에 대한 녹차분말 섭취 전·후를 비교해 보면 참여한 31명 전체로 봤을 때 최대응집치 (Maximum aggregation)는 다소 증가하였으나 혈소판의 민감도를 나타내는 초기응집(Initial slope)은 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$). 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방 기준으로 나누어 비교해 보면 대부분의 범주에서 녹차분말 섭취 후 초기응집이 감소하였는데 특히 정상 콜레스테롤군

Table 2. Plasma lipids, hematologic parameters, platelet aggregation and pathological indices of the study subjects before and after green tea powder intake

Items	Variables	Before	After
Plasma lipids	Total-Cholesterol (mg/dL)	210.4 \pm 5.5	217.0 \pm 6.1
	HDL-Cholesterol (mg/dL)	59.7 \pm 1.9	60.6 \pm 2.4
	Triglyceride (mg/dL)	125.1 \pm 10.1	129.9 \pm 11.1
Antioxidant parameters	Hematocrit (%)	38.5 \pm 0.6	38.7 \pm 0.6
	Hemolysis (%) ¹⁾	3.8 \pm 0.2	3.5 \pm 0.5
	TBARS (mmol/mL)	19.9 \pm 0.8	19.4 \pm 1.5
Platelet aggregation	Initial slope (%/min) ²⁾	52.1 \pm 6.6	38.3 \pm 3.9*
	Maximum (%) ³⁾	47.6 \pm 5.3	51.1 \pm 4.6
Pathological indices	GOT (U/L)	21.8 \pm 1.3	23.8 \pm 1.2*
	GPT (U/L)	18.4 \pm 1.4	17.6 \pm 1.2
	Alkaline phosphatase (IU/L)	141.7 \pm 6.3	135.9 \pm 5.2
	T-bilirubin (mg/dL)	0.50 \pm 0.03	0.38 \pm 0.02**

1) Hemolysis (%) measured after 6 hours incubation in phosphate buffered saline 2) Initial slope of platelet aggregation expressed as % increase in light transmission for the first one minute of aggregation 3) Maximum platelet aggregation expressed as % light transmission at the point where aggregates dissociated

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ by Student's t-test

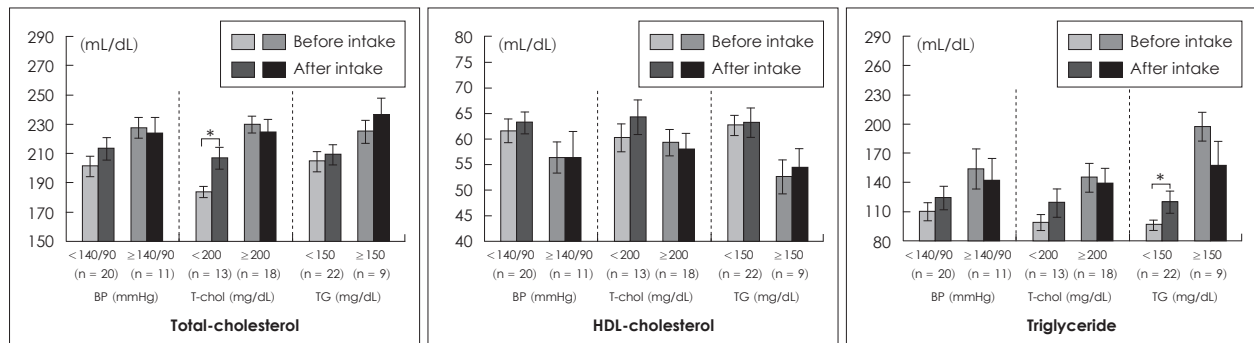


Fig. 1. Comparison of plasma lipids before and after green tea powder intake based on diagnostic criteria for blood pressure (BP), total-cholesterol (T-chol), and triglyceride (TG).

*: $p < 0.05$.

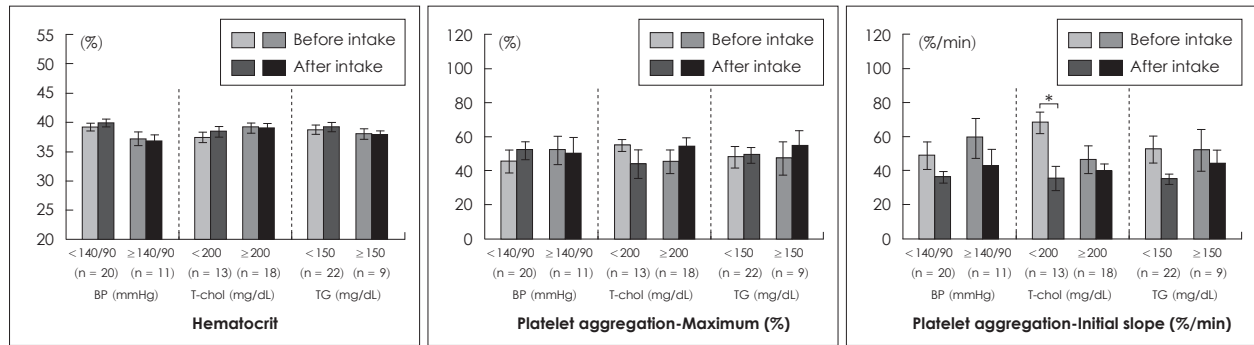


Fig. 2. Comparison of hematocrit and platelet aggregation before and after green tea powder intake based on diagnostic criteria for blood pressure (BP), total-cholesterol (T-chol), and triglyceride (TG).

*: $p < 0.05$.

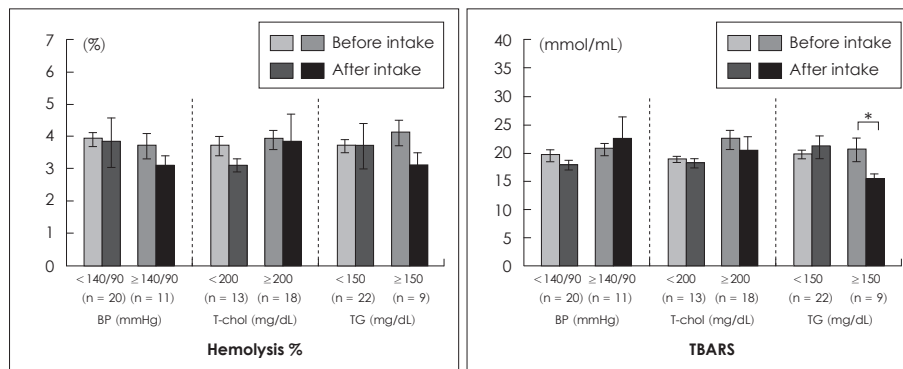


Fig. 3. Comparison of hemolysis and plasma TBARS before and after green tea powder intake based on diagnostic criteria for blood pressure (BP), total-cholesterol (T-chol), and triglyceride (TG).

*: $p < 0.05$.

의 경우 유의적 감소를 보였다 ($p < 0.05$)(Fig. 2).

용혈과 혈장 TBARS

녹차분말의 항산화활성의 지표로서 용혈에 대한 취약성과 혈액내의 TBARS 생성을 조사했다. 6시간 PBS에 배양한 후의 용혈정도를 참여자 전체로 비교했을 때 녹차 섭취 전에 비해 섭취 후의 용혈 (%)이 다소 감소했으나 유의적 차이는 없었다 (Table 2). 혈압, 콜레스테롤, 중성지방을 진단기준으로 나누어 봤을 때 고혈압군과 고지혈증군의 경우 정상군에 비해 감소폭이 컸지만 유의적 차이는 없었다 (Fig. 3). TBARS 생성에 있어서 31명 전체로 봤을 때 녹차분말 섭취효과는 없었고 (Table 2), 고지혈증군의 경우 TBARS 생성이 유의적 수준으로 감소되었다 ($p < 0.05$)(Fig. 3).

혈청 GOT, GPT, 총빌리루빈 및 Alkaline phosphatase 수준

혈청 총빌리루빈, Alkaline phosphatase, GOT, GPT에 대한 참여자 31명 전원에게 녹차분말 섭취 전·후를 비교한 수치가 Table 2에 나타나 있고 이를 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방을 진단기준으로 비교한 결과는 Fig. 4에 나타나 있다. 혈청 GOT의 경우 참여자 전원에게 봤을 때 녹차분말 섭취 후 유의적으로 증가했으나 ($p < 0.05$), 혈압, 콜레스테롤, 중성지방 진단기준으로 비교하면 대부분의 경우 증가했지만 유의성은 없

었다. 혈청 GPT는 전체로 비교한 경우 다소 감소하는 경향을 보였으나 큰 차이는 없었고 혈압, 중성지방, 콜레스테롤 진단 기준으로 비교한 경우 녹차분말 섭취 전·후의 차이는 없었다. Alkaline phosphatase의 경우 31명 전체로 봤을 때 다소 감소했으나 유의적 차이는 없었고, 진단기준으로 비교했을 때 고혈압군, 고콜레스테롤혈증군, 고지혈증군에서 감소폭이 컸으나 적은 참여인원으로 유의성은 없었다. 총 빌리루빈의 경우 참여자 전체로 봤을 때 녹차분말 섭취 전에 비해 섭취 후 유의적으로 감소했고 ($p < 0.01$), 혈압, 콜레스테롤, 중성지방을 진단기준으로 비교했을 때 대부분 유의적 수준으로 감소했는데 특히 정상혈압군 (20명), 고콜레스테롤혈증군 (18명), 정상 중성지방군 (22명) 등의 범주에 속하는 인원이 많은 경우 유의성이 컸다 (각, $p < 0.01$).

고 찰

본 연구의 참여자는 오랜 기간 잠수생활을 한 신체적 활동이 많은 분들로 두통, 신경통, 관절염, 중이염, 고혈압 등 작업으로 인한 후유증은 있으나 같은 년배의 일반인 보다 심순환 기능이 양호한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 병원의 일반적인 생화학적 진단항목으로 혈중지질과 간지표를 포함하여

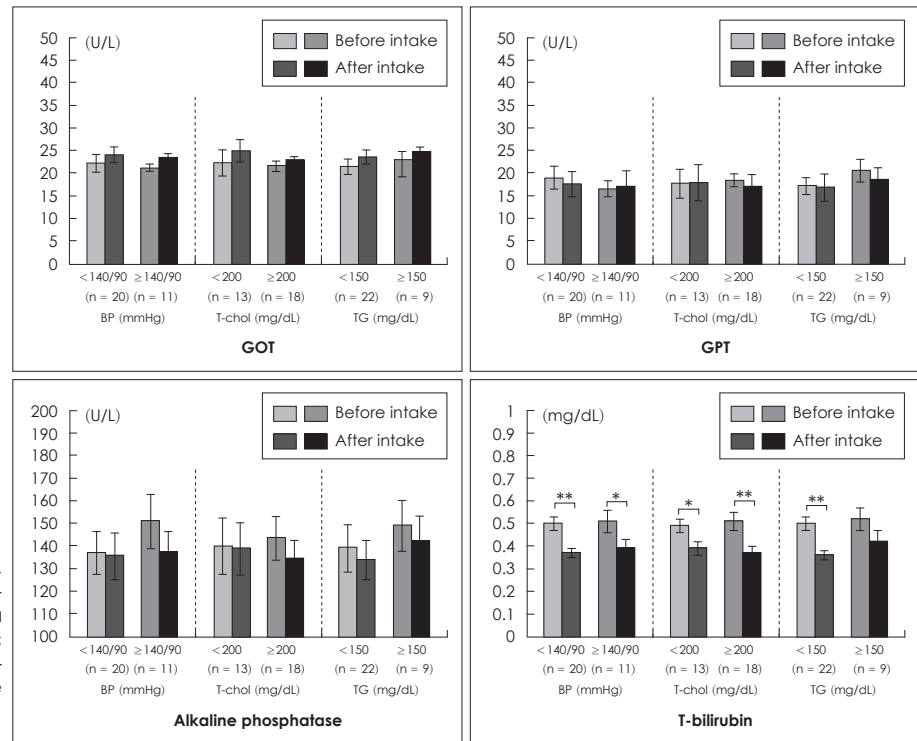


Fig. 4. Comparison of plasma GOT, GPT, alkaline phosphatase, and T-bilirubin before and after green tea powder intake based on diagnostic criteria for blood pressure (BP), total cholesterol (T-chol), and triglyceride (TG).

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

실험실 분석 자료로서 혈소판 응집성과 용혈, 혈중 TBARS 등의 항산화 지표에 초점을 맞추어 각 참여자 별로 녹차분말 섭취 전과 후의 변화를 조사 분석하여 녹차분말 섭취효과를 확인하였다. 먼저 녹차분말 섭취 전에 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방을 한국지질동맥경화학회의 진단기준에 따라 정상상태와 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 고지혈증 상태로 나누어 각 분석내용과의 상관성을 조사하였다. 고혈압으로 분류된 참여자의 경우 혈중 총콜레스테롤과 중성지방이 정상 혈압자에 비해 증가되어 있음을 확인할 수 있었다. 고콜레스테롤혈증으로 분류된 사람의 경우 HDL-콜레스테롤에는 차이가 없으나 중성지방이 확연히 높았고, 달리 고지혈증으로 분류된 경우에는 총콜레스테롤이 증가되어 있는데 비해 HDL-콜레스테롤은 감소되어 LDL-콜레스테롤이 높은 지단백 구성을 추정할 수 있었다. 이렇게 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 고지혈증의 요인적 상관성은 동물실험이나 임상연구에서 이미 보고되어 왔다.¹⁹⁾ 또한 고혈압이나 고지혈증으로 분류된 참가자의 경우 HDL-콜레스테롤이 낮게 나타났는데 이는 고혈압이나 고지혈증 환자의 경우 높은 심순환기 질환의 위험성을 말해주고 있다.²⁰⁾ 녹차분말 섭취 전·후의 수치를 31명 참가자 전체를 묶어 비교했을 때 4주간의 녹차분말 섭취는 총콜레스테롤, 중성지방을 다소 증가시켰는데 이는 보고된 역학연구나 동물실험의 결과와는 차이가 있다. 여러 역학조사에서 오랜 기간의 녹차음용은 뇌졸중, 심장마비와 같은 심순환기 질환으로 인한 사망률을 감소시키며, 혈중 지질감소 및 지단백 구성을 개선시켰고,^{7,8)} 강 등²¹⁾의

pair feeding한 흰쥐에 있어서 4주간의 녹차분말 식이는 혈중 콜레스테롤과 중성지방을 감소시키고 HDL-콜레스테롤을 증가시켰다. 녹차의 혈중 지질강화 기전은 다양한데 Bursill 등²²⁾에 의하면 고콜레스테롤혈증의 토끼에서 녹차추출물은 HMG coA reductase 활성을 억제하고 LDL 수용체 합성을 증가시키므로 콜레스테롤 강하효과를 보였고, Raederstorff 등의 연구²³⁾에서는 EGCG가 창자에서 micelle 형성을 방해함으로써 지방과 함께 콜레스테롤의 흡수를 억제하였다. 본 연구에서 진단기준으로 나누어 비교 해보면 그나마 고혈압이나 고콜레스테롤혈증군에서 미미하지만 녹차의 지질강화 효과를 볼 수 있는데 이는 손바닥 선인장 분말차를 이용한 실험에서도 고혈압군, 고콜레스테롤혈증군 및 고지혈증군에서 긍정적인 효과가 더 컸다.²⁴⁾

심순환관련 지표로서 혈소판 응집성은 초기응집과 최대응집치가 정상혈압, 정상범위의 콜레스테롤과 중성지방으로 분류된 사람에 있어서 높게 나왔는데 특히 초기응집성은 혈소판의 민감도를 나타내는 것으로 이론적으로 뇌졸중의 위험성이 큰 것으로 알려져 있다.²⁵⁾ 본 연구에서 고혈압이나 고지혈증과 고콜레스테롤혈증으로 분류된 참여자에 있어서 낮은 초기응집성을 보인 것은 아스피린을 비롯한 고혈압 약제나 스타틴 (statin) 등의 콜레스테롤 강하제나 지질 개선제 복용에 의한 것으로 추정할 수 있다.^{26,27)} 녹차분말 섭취 후 대부분의 경우 초기응집성이 감소되었는데 특히 녹차분말 섭취 전에 높은 수치를 보인 정상범위의 콜레스테롤, 중성지방으로 분류된 경

우에 섭취효과가 컸다. Sugatani 등¹⁰⁾에 의하면 녹차 카테킨은 platelet activating factor (PAF) 생성과 관련있는 PAF-acetyltransferase를 억제하였고, Deana 등¹¹⁾의 연구에서 녹차 카테킨이나 EGCG는 혈소판의 thromboxane분비와 함께 2nd phase의 응집을 억제함으로써 혈소판 응집성을 감소시키는데 이렇게 녹차나 녹차 카테킨은 혈소판을 안정화시킴으로서 항 혈전효과와 함께 심순환기 질환에 대한 위험을 감소시킨다. 혈소판의 생리적 기능이 지혈과정에서 1차 방어임을 생각할 때 최적의 생리적 환경에서 건강한 혈소판의 응집성이나 민감도를 해석함에 있어서 어려움이 있지만 녹차가 과도한 혈소판 활성을 완화시키는 긍정적 효과는 확인할 수 있다. 지속적인 녹차 음용이나 녹차 카테킨 섭취는 활성산소에 의한 세포막의 지질층을 보호함으로써 세포막의 유동성 증가나 ion channel의 손상을 방지하고 산화 스트레스로부터 적혈구를 보호하여 용혈성 빈혈을 예방하는 것으로 알려져 있다.¹²⁻¹⁴⁾ 본 연구에서는 EGCG 등 녹차 카테킨의 강한 항산화 물질에도 불구하고 녹차의 용혈이나 지질 과산화물 생성억지력은 미미하게 나타났는데 앞서 보고된 연구들에 비해 실험기간이 짧은 편이다. 그러나 비슷한 4주간의 실험을 진행한 손바닥 선인장 분말차의 경우 용혈에 대한 강한 억지력과 함께 TBARS 생성을 감소시킨 결과와는 사뭇 다른데²⁴⁾ 활성산소 소거능으로 본 녹차의 강한 항산화 활성은 동물이나 인체의 생리적 환경에서 세포막의 안정화시키는 역할과는 거리가 있어 보인다.

혈장 glutamic-oxaloacetic transaminase (GOT)나 glutamic-pyruvic transaminase (GPT) 수치는 가장 보편적으로 이용되는 간 기능검사 지표로 알려져 있다. GOT는 모든 세포의 원형질과 미토콘드리아에 포함되어 있어 특히 간 조직이나 근육이 손상되었을 때 밖으로 유출되어 혈액내의 수치가 증가하는데 GPT, alkaline phosphatase (ALP) 수치와 함께 보다 전문화된 간의 진단 자료로 사용된다. 혈중 GOT나 GPT는 혈압, 혈중 콜레스테롤과 중성지방 수준과 상관성은 보이지 않았고 녹차분말 섭취 후 GPT는 감소한 반면 GOT는 유의적으로 증가했는데 폐경한 여성을 대상으로 한 6개월의 Siberian ginseng 임상실험에서도 GOT가 증가하는 비슷한 결과를 보였다.²⁸⁾ GOT활성의 증가는 정상범위를 벗어난 것이 아니라 크게 의미를 둘 필요는 없지만 천연 생리활성물질에 대한 GOT의 활성이나 반응에 대해서 연구의 여지는 있다. ALP는 유아의 경우 성인에 비해 몇 배씩 높는데 청소년기 이후에 성인 기준치에 근접하게 되며 간과 담낭 및 골다공증을 비롯한 뼈 관련 질환에서 증가되는 것으로 알려져 있다. 녹차분말 섭취 후 전반적으로 감소하는 경향을 보였는데 특히 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 고지혈증인 경우 감소폭이 커서 이러한 증상을 가진 대상자에게 보다 효과적이 아닌가 생각된다. 총 빌리루빈은 간

과 담낭 기능의 일반적인 지표로서 본 연구에서 혈압이나 혈중 지질 상태에 상관없이 녹차분말 섭취 후 통계적으로 의미있게 감소되었지만 어디까지나 성인의 정상범위 내의 변화였다. 헴(heme)의 분해산물로서 총 빌리루빈은 여러 가지 이유에서 생성이 많거나 담즙이나 오줌으로 배설이 부진할 때 증가하는 것으로 알려져 있는데 지속적으로 녹차를 음용하는 경우 간기능을 보전하는 차원에서 긍정적인 효과가 나타날 수 있다고 생각된다.

요약 및 결론

본 연구에서 혈압이 높은 대상자에게서 콜레스테롤과 중성지방이 높게 나타나 혈압과 총콜레스테롤, 중성지방의 상관성을 보여 주었고, 총콜레스테롤과 중성지방 또한 서로 비례하는 양상을 보였다. 혈소판의 민감도를 나타내는 초기응집성 (Initial slope)은 정상혈압, 정상범위의 콜레스테롤과 중성지방을 가진 실험 참여자에서 오히려 높았는데 초기응집성이 높은 만큼 녹차분말 섭취후의 감소효과는 컸다. 고혈압이나 고콜레스테롤 혈증 환자에 있어 혈소판의 민감도나 활성이 높은 것으로 보고되고 있는데 본 연구에서 낮은 혈소판 민감도를 보인 것은 복용하고 있는 고혈압이나 콜레스테롤 강하제에 의한 것으로 추정되지만 정확한 자료가 결여되어 아쉽다. 본 실험에서 혈중 지질, 혈소판 응집성, 항산화 및 간 효소 등 바이오지표에 대한 녹차분말 섭취효과는 전반적으로 크지 않았고 모두 정상범위를 벗어난 것이 아니라 큰 의미를 두기는 어렵다. 그러나 진단기준으로 나누어 볼 때 혈압이 높거나 혈중 지질과 콜레스테롤이 높은 경우 긍정적인 효과가 크게 나타났는데 장기간의 섭취를 생각한다면 이들 대상자에게 가시적인 식이효과를 기대할 수 있지 않을까 생각된다. 특히 알려진 녹차음용에 의한 혈중 지질 개선효과를 본 연구에서 볼 수 없었던 것은 4주간의 짧은 실험기간 뿐만 아니라 실험재료로 사용한 녹차분말의 가공과정도 생각할 수 있다. 발효나 효소 불활성과정 등 녹차 잎의 가공과정에서 생겨나는 유효성분의 생리활성이 냉동 건조된 녹차분말에서는 결여되어 있지 않을까 하는 추측도 가능하다. 오랜기간 건강식품으로 알려진 녹차를 전통적인 방법으로 준비하여 장기간 음용한다면 노화관련 질환이나 고혈압, 고콜레스테롤, 동맥경화 등 심순환기 질환의 예방에 도움이 되리라 생각된다.

Literature cited

- 1) Shin MK. Green tea science. Korean J Diet Cult 1994; 9(4): 433-445

- 2) Trevisanato SI, Kim YI. Tea and health. *Nutr Rev* 2000; 58(1): 1-10
- 3) Fuhrman BJ, Pfeiffer RM, Wu AH, Xu X, Keefer LK, Veenstra TD, Ziegler RG. Green tea intake is associated with urinary estrogen profiles in Japanese-American women. *Nutr J* 2013; 12: 25
- 4) Shen CL, Smith BJ, Lo DF, Chyu MC, Dunn DM, Chen CH, Kwun IS. Dietary polyphenols and mechanisms of osteoarthritis. *J Nutr Biochem* 2012; 23(11): 1367-1377
- 5) Sabu MC, Smitha K, Kuttan R. Anti-diabetic activity of green tea polyphenols and their role in reducing oxidative stress in experimental diabetes. *J Ethnopharmacol* 2002; 83(1-2): 109-116
- 6) Westerterp-Plantenga MS, Lejeune MP, Kovacs EM. Body weight loss and weight maintenance in relation to habitual caffeine intake and green tea supplementation. *Obes Res* 2005; 13(7): 1195-1204
- 7) Kono S, Shinchi K, Wakabayashi K, Honjo S, Todoroki I, Sakurai Y, Imanishi K, Nishikawa H, Ogawa S, Katsurada M. Relation of green tea consumption to serum lipids and lipoproteins in Japanese men. *J Epidemiol* 1996; 6(3): 128-133
- 8) Kuriyama S. The relation between green tea consumption and cardiovascular disease as evidenced by epidemiological studies. *J Nutr* 2008; 138(8): 1548S-1553S
- 9) Elisaf M, Karabina SA, Bairaktari E, Goudevenos JA, Siamopoulos KC, Tselepis AD. Increased platelet reactivity to the aggregatory effect of platelet activating factor, in vitro, in patients with heterozygous familial hypercholesterolaemia. *Platelets* 1999; 10 (2-3): 124-131
- 10) Sugatani J, Fukazawa N, Ujihara K, Yoshinari K, Abe I, Noguchi H, Miwa M. Tea polyphenols inhibit acetyl-CoA:1-alkyl-sn-glycerol-3-phosphocholine acetyltransferase (a key enzyme in platelet-activating factor biosynthesis) and platelet-activating factor-induced platelet aggregation. *Int Arch Allergy Immunol* 2004; 134(1): 17-28
- 11) Deana R, Turetta L, Donella-Deana A, Donà M, Brunati AM, De Michiel L, Garbisa S. Green tea epigallocatechin-3-gallate inhibits platelet signalling pathways triggered by both proteolytic and non-proteolytic agonists. *Thromb Haemost* 2003; 89(5): 866-874
- 12) Saffari Y, Sadrzadeh SM. Green tea metabolite EGCG protects membranes against oxidative damage in vitro. *Life Sci* 2004; 74 (12): 1513-1518
- 13) Biswas S, Bhattacharyya J, Dutta AG. Oxidant induced injury of erythrocyte-role of green tea leaf and ascorbic acid. *Mol Cell Biochem* 2005; 276(1-2): 205-210
- 14) Hirano-Ohmori R, Takahashi R, Momiyama Y, Taniguchi H, Yonemura A, Tamai S, Umegaki K, Nakamura H, Kondo K, Ohsuzu F. Green tea consumption and serum malondialdehyde-modified LDL concentrations in healthy subjects. *J Am Coll Nutr* 2005; 24(5): 342-346
- 15) Hsu SP, Wu MS, Yang CC, Huang KC, Liou SY, Hsu SM, Chien CT. Chronic green tea extract supplementation reduces hemodialysis-enhanced production of hydrogen peroxide and hypochlorous acid, atherosclerotic factors, and proinflammatory cytokines. *Am J Clin Nutr* 2007; 86(5): 1539-1547
- 16) Sakong J. Diving patterns and diving related disease of diving fishermen in Korea. *Korean J Prev Med* 1998; 31(1): 139-156
- 17) Draper HH, Csallany AS. A simplified hemolysis test for vitamin E deficiency. *J Nutr* 1969; 98(4): 390-394
- 18) Yagi K. A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. *Biochem Med* 1976; 15(2): 212-216
- 19) Karthikeyan G, Teo KK, Islam S, McQueen MJ, Pais P, Wang X, Sato H, Lang CC, Sitthi-Amorn C, Pandey MR, Kazmi K, Sanderson JE, Yusuf S. Lipid profile, plasma apolipoproteins, and risk of a first myocardial infarction among Asians: an analysis from the INTERHEART Study. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53(3): 244-253
- 20) de Freitas EV, Brandão AA, Pozzan R, Magalhães ME, Fonseca F, Pizzi O, Campana E, Brandão AP. Importance of high-density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) levels to the incidence of cardiovascular disease (CVD) in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr* 2011; 52(2): 217-222
- 21) Kang JA, Chae IS, Song YB, Kang JS. Effects of green tea on weight gain, plasma and liver lipids and lipid peroxidation in pair fed rats. *Korean J Nutr* 2008; 41(7): 602-611
- 22) Bursill CA, Abbey M, Roach PD. A green tea extract lowers plasma cholesterol by inhibiting cholesterol synthesis and upregulating the LDL receptor in the cholesterol-fed rabbit. *Atherosclerosis* 2007; 193(1): 86-93
- 23) Raederstorff DG, Schlachter MF, Elste V, Weber P. Effect of EGCG on lipid absorption and plasma lipid levels in rats. *J Nutr Biochem* 2003; 14(6): 326-332
- 24) Han SG, Kang MS, Ryou SH, Hwang SW, Kang JS. Effect of prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*) intake on blood lipids, platelet aggregation, antioxidant and liver parameters in volunteer diving woman. *Korean J Nutr* 2012; 45(5): 462-469
- 25) von Lewinski F, Riggert J, Paulus W. Towards a rationale of platelet aggregation monitoring in stroke prophylaxis? *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2009; 18(2): 111-115
- 26) Lukasik M, Dworacki G, Michalak S, Kufel-Grabowska J, Gollanski J, Watala C, Kozubski W. Aspirin treatment influences platelet-related inflammatory biomarkers in healthy individuals but not in acute stroke patients. *Thromb Res* 2011; 128(5): e73-e80
- 27) Chello M, Spadaccio C, Patti G, Lusini M, Barbato R, Goffredo C, Di Sciascio G, Covino E. Simvastatin reduces platelet-endothelium adhesion in atrial fibrillation. *Atherosclerosis* 2008; 197(2): 588-595
- 28) Lee YJ, Chung HY, Kwak HK, Yoon S. The effects of A. senticosus supplementation on serum lipid profiles, biomarkers of oxidative stress, and lymphocyte DNA damage in postmenopausal women. *Biochem Biophys Res Commun* 2008; 375(1): 44-48