

## 단기간 생즙섭취에 따른 혈액지표 및 혈류변화

김선희 · 임종은<sup>1</sup> · 윤미은<sup>2†</sup>

삼육대학교 일반대학원 보건학과 · <sup>1</sup>삼육대학교 물리치료학과 · <sup>2</sup>삼육대학교 식품영양학과

### Changes in Blood Parameters and Blood Flow Subsequent to a Short-Term Raw Juice Diet

Sun-Hee Kim · Jong-Eun Yim<sup>1</sup> · Mi-Eun Yun<sup>2†</sup>

Dept. of Public Health, Sahmyook University Graduate School, Seoul 01795, Korea

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

#### ABSTRACT

Dietary nitrate supplementation from green leafy vegetables and beetroot is involved in the ‘nitrate-nitrite-nitric oxide (NO) pathway’ and is reported to have important vascular impacts. This study evaluated the blood parameters and blood flow change subsequent to a raw juice diet program. The 28 subjects who voluntarily participated in the raw juice diet program at Sahmyook University were instructed to drink the juice composed of fruits and vegetables instead of partaking the usual meal, at a scheduled time daily. The study was approved by the research ethics council of the Sahmyook University (SYUIRB 2014-043). Evaluation of the participants after the required duration revealed decreased levels of soft lean mass ( $P < 0.05$ ), skeletal muscle mass ( $P < 0.001$ ), body fat mass ( $P < 0.001$ ), body mass index ( $P < 0.001$ ) and circulating levels of total cholesterol ( $P < 0.001$ ), triglycerides ( $P < 0.05$ ), HDL-cholesterol ( $P < 0.01$ ), LDL-cholesterol ( $P < 0.01$ ), and blood urea nitrogen ( $P < 0.001$ ). Conversely, circulating levels of creatinine ( $P < 0.001$ ), hemoglobin ( $P < 0.001$ ), and hematocrit ( $P < 0.01$ ) were increased after the intervention. The blood flow levels were also increased after the program ( $P < 0.001$ ). Our results indicate that a short-term raw juice diet contributes to the improvement of vascular blood flow and blood lipid parameters, and decreases the lean muscle mass related to dehydration.

**Key words** : raw juice diet, fruits, vegetables, blood flow

#### 서론

접수일 : 2019년 10월 30일, 수정일 : 2019년 12월 30일,

채택일 : 2020년 1월 13일

<sup>†</sup> Corresponding author : Mi-Eun Yun, Department of Food and Nutrition, Sahmyook University, 815 Hwarang-ro, Nowon-gu, Seoul 01795, Korea

Tel : 82-2-3399-1658, Fax : 82-2-3399-1655

E-mail : meyun@syu.ac.kr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-5630-0035>

최근 녹색 잎채소류와 비트 뿌리에 많이 함유되어 있는 식이 성분인 질산염(Nitrate)이 ‘nitrate-nitrite-nitric oxide(NO)’ 경로에 의해 산화질소(NO)를 생성하여 조직의 혈관확장 효과를 나타내는 것으로 보고되고 있

다(Lidder & Webb 2013). 녹색채소는 동맥의 평활근을 이완시키는 산화질소를 생성하는데 필요한 질산염의 80% 이상을 공급하며, 채소에 포함된 항산화 영양소인 비타민 C는 N-니트로소(N-nitroso) 화합물의 형성을 방지한다(Brkić 등 2017). 질산염은 육류의 발색제로도 사용되는 화학물질로 식품 중의 각종 아민, N-치환 아마이드 등과 반응하여 강력한 발암물질인 니트로소아민(nitrosoamine)을 생성할 수 있으나 아스코르브산(ascorbic acid)이라고도 불리는 비타민 C, 토코페롤(tocopherol)이라고도 불리는 비타민 E와 같은 니트로소화반응(nitrosation) 억제제를 첨가함으로써 감소시킬 수 있다(Lee 등 2015). 또한 항산화 비타민은 혈관 내 활성산소를 해독하고 내피세포의 증식을 자극하며, 세포의 자연사를 억제하고, 활성산소 제거 및 혈류 흐름 조절에 도움이 되는 내피세포유도 산화질소(endothelial cell-derived nitric oxide)를 보존하여 초기 내피기능장애를 예방한다(May & Harrison 2013). 건강한 성인 남자 8명에게 식이 질산염이 풍부한 비트주스 250 mL를 운동 24시간 전, 12시간 전, 2시간 30분 전 총 3회 공급하였을 때 안정 시 및 운동 후에도 위 약섭취군에 비해 혈중 아질산염(nitrite) 농도를 유의하게 증가시켰다. 또한 저산소 환경에서는 산소운반능력과 산소 가용성을 증가시키고 운동수행능력을 향상시켰다(Choi 2014).

혈관 내피기능은 신체 기관의 건강 유지에 중요한 척도이다(Petrofsky 등 2012). 반면, 활성산소는 혈관 내피기능에 산화스트레스를 일으켜 혈관장애를 유발시킨다(Sacheck & Blumberg 2001). 혈관의 산화스트레스는 인체의 생리적 병리적 반응에 다양한 신호 전달 역할을 수행하고, 혈관 평활근 수축을 억제하며, 혈관확장을 통해 혈액 공급을 원활하게 하여 혈압을 낮추고, 혈소판 응집과 백혈구의 혈관흡착을 감소시키는 산화질소를 불활성화하는 원인이 된다(Mayer 2000; Cai & Harrison 2000). 활성산소는 일반적으로 대사과정에서 생성되어 체내에서 중화된다(Sacheck & Blumberg 2001). 이때 처리되지 않은 활성산소는 근육통증과 염증반응을 일으킨다(Rokitzi 등 1994). 따

라서 활성산소의 증가는 혈관 내피의 기능 감소와 산화질소의 불활성화를 유발하여 혈관확장능력 및 혈관 내피세포를 손상시키는 원인이라 할 수 있다. 활성산소에 의한 혈관세포 손상은 염증세포를 증가시키고, 지질과산화 및 세포 외 기질 침착 등으로 혈관 구조를 변형시켜 초기 혈관질환 단계인 죽상동맥경화증, 고혈압, 신부전, 당뇨병과 같은 심혈관계 질환 및 대사질환의 시작과 진행에 관여하게 된다(Chen 등 2018; Huynh & Heo 2019).

그러나 인체는 항산화 영양소인 비타민 C 또는 비타민 E를 통해 활성산소가 일으키는 근육통증을 경감시키는 역할을 한다(Rokitzi 등 1994). Alshiek 등 (2017)은 비타민 E가 항산화 치료제로써 지질 라디칼(lipid radicals)을 제거하고 산화연쇄반응을 종결시키는 역할을 한다고 하였다. 당뇨병 환자와 합토클로빈 유전자형(haptoglobin 2-2 genotype)에 대한 비타민 E 처치 연구에서는 실험군의 말초혈관기능을 지속적으로 향상시켰다. 혈관 상태를 증진시키는 효과는 혈류 흐름의 안정을 도모하여 혈관성 만성질환에 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 폐와 폐혈관 발달에 장애가 있는 실험쥐에게 비타민 A와 글리벡(imatinib)을 투여한 결과 폐기능 개선 효과가 나타났다(Burgos 등 2018).

따라서 본 연구에서는 비타민 C와 카로틴(carotene) 등 항산화 비타민과 질산염이 풍부한 과일과 채소로 구성된 생즙식을 공급하여 혈액성분, 혈류 흐름, 탈수지표의 변화를 분석하고자 하였다.

## 연구방법

### 1. 연구대상

연구대상자는 서울지역 삼육대학교 직원과 직원 가족 중 평소 건강과 채소·과일 섭취에 따른 효과에 관심을 가지고 연구에 자발적으로 참여하기로 동의한 성인 남녀를 교내 공고를 통해 모집하였다. 지원자

중 신장질환이 없는 건강한 성인으로 연구 전과 후의 모든 검사에 참여하고, 2014년 4월 27일부터 10일간 생즙을 섭취한 28명을 최종 대상으로 선정하였다. 본 연구는 삼육대학교 연구윤리심의회의 승인(2-7001793-AB-N-012019097HR)을 받았다.

## 2. 조사내용

### 1) 생즙

참가자들에게는 1일 총 17컵(약 240 mL/컵)의 생즙을 제공했으며, 일상 식사는 하지 않고 생즙만 섭취하도록 권장하였다. 생즙 구성은 배즙 1컵, 과즙 8컵, 녹즙1 4컵, 녹즙2 4컵으로 총 17컵이었다. 과즙은 자몽, 레몬, 오렌지, 사과를 각각 1:1:1:1로 배합하여 녹즙1로 압출시켰다. 녹즙1은 당근, 케일, 민들레를 12:6:1의 비율로 배합하였고, 녹즙2는 당근, 오이, 미나리, 비트를 4:2:1:1로 배합하여 압출시켰다. 각 개인이 섭취한 생즙 섭취량을 기록하도록 하였으며, 이를 기초로 섭취한 에너지와 영양소 함량은 CANPro 3.0 영양분석 프로그램(The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea)으로 분석하였다.

### 2) 체성분 측정

참가자들의 체성분은 연구 전과 후 아침 6시에 공복상태임을 확인하고 신체 자동계측기(Helams, Health Management System, 체력진단시스템, 세우시스템㈜, SH9600A, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. 신체 자동계측기를 통해 체성분 검사 항목인 단백질량, 근육량, 골격근량, 체지방 등을 측정하였다.

### 3) 혈액성분 분석

참가자들의 혈액은 연구 전과 후 공복상태에 채혈하였다. 분석에 사용된 단백질, 혈중요소질소(Blood urea nitrogen, BUN), 크레아티닌(creatinine), 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 헤모글로빈, 헤마토크릿 등은 씨젠의료제단(구, 네오딘의학연구소) 검사실에 의뢰하여 분석하였다.

### 4) 혈류 측정

본 연구에서는 신체의 일부분인 팔에 피부 표면을 스캔하여 미세혈류량을 측정하는 장비인 레이저 도플러 이미지 도구(Laser Doppler Imager, Moor Instrument LD12-IR, USA, 2007)를 사용하여 점을 찍은 부위의 혈류량을 측정하였다. 혈류 측정은 실험 전과 10일간의 생즙 공급 후 혈류의 흐름 변화를 분석하기 위해 두 차례에 걸쳐 동일한 위치와 방법으로 시행하였다. 혈류측정기는 사용 전에 적절히 조절하여 레이저 포인트와 펜 자국이 일치하게 팔을 위치시켜 사용하였다. 측정기의 속도는 10 ms/pix로 설정해 스캔모드에서 혈류량을 측정하였다. 팔에 찍힌 점을 중심으로 주변의 3×3 cm 반경의 혈류량의 흐름을 스캔하였다.

### 5) 혈류량 조절값 산출방법

오차그래프(Error Bar)를 작성하기 전 참가자들의 견인 차이가 그래프에 반영되어 결과 그래프가 반대하게 펼쳐지는 것을 방지하고 산술치의 정확도 증가를 목적으로 실험 전·후 수치에 조절값을 반영하였다. 조절값은 다음과 같은 순서에 의해 산출하였다.

1. 생즙 섭취 전·후의 평균값(mean = pretest + posttest/2)을 구하였다.
2. 평균에 대한 전체 평균값(grand mean = total mean/28)을 구하였다.
3. 전체 평균값에서 평균값을 빼주어 조절값(adjustment = grand mean - mean)을 계산하였다.
4. 조절된 생즙 섭취 전·후 값(pretest\_adjustment = pretest + adjustment; posttest\_adjustment = posttest + adjustment)을 계산하였다.

## 3. 분석방법

본 연구결과는 IBM SPSS Statistics version 23 (IBM Corps., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 참가자들에 대한 일반적인 특징은 빈도와 백분율로 나타냈고, 연구 전·후의 혈액흐름에 대한 평균

차이는 paired t-test를 통해 검정하였다. 통계적 유의성은 P<0.05 수준에서 검정하였다.

## 결 과

### 1. 일반적 특징

본 연구대상자의 일반사항 및 생활습관 특징은 Table 1과 같다. 연구에 참가한 대상자는 총 28명이었다. 대상자의 성별은 남성이 32.1%, 여성이 67.9%였으며, 이들의 연령대는 50대 미만이 60.7%, 50대 이

상이 39.3%로 조사되었다. 연구대상자의 체질량지수(Body mass index, BMI)는 정상군이 35.7%, 과체중 이상군은 64.3%로 체질량지수가 정상인 비율보다 과체중 이상인 비율이 높았다. 생활습관 요인으로 비운동군(57.1%)의 비율이 운동군(42.9%)보다 높았고, 흡연군(21.4%)보다 비흡연군(78.6%)의 비율이 높았다. 수면시간이 7시간 미만군은 39.3%, 7시간 이상군은 60.7%로 나타났다. 규칙적인 식사군은 78.6%였고, 불규칙 식사군은 21.4%로 대체로 하루 세끼 식사를 거르지 않고 규칙적으로 식사하는 비율이 더 높게 나타났다. 외식 빈도는 주 1~2회 이하군과 주 3~4회 이상군으로 구분하였으며 각각 50%로 조사되었다.

Table 1. General characteristics of the subjects. (N=28)

Variables	N	%
Gender		
Male	9	32.1
Female	19	67.9
Age (years)		
<50	17	60.7
≥50	11	39.3
BMI <sup>1)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )		
<23.0	10	35.7
≥23.0	18	64.3
Exercise		
Yes	12	42.9
No	16	57.1
Smoking cigarette		
Yes	6	21.4
No	22	78.6
Sleeping hour/day		
<7-hour	11	39.3
≥7-hour	17	60.7
Meal regularity		
Yes	22	78.6
No	6	21.4
Frequency of eat-out/week		
≤1~2 time	14	50.0
≥3~4 time	14	50.0

<sup>1)</sup> BMI: body mass index

### 2. 에너지 및 영양소 섭취량

대상자의 에너지 및 영양소 섭취량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 에너지(남자: 1,447.75±84.39 kcal, 여자: 1,398.76±143.02 kcal)와 단백질(남자: 40.53±2.36 g, 여자: 39.16±4.00 g)의 평균값은 남녀 모두에서 필요추정량(30~49세 기준, 에너지: 남자 2,400 kcal, 여자 1,900 kcal; 단백질: 남자 45g, 여자 35g)과 권장섭취량(30~49세 기준, 에너지: 남자 2,400 kcal, 여자 1,900 kcal; 단백질: 남자 55g, 여자 45g)보다 적게 섭취하였다. 그러나 비타민 C(남자: 950.70±55.42 mg, 여자: 918.53±93.92 mg)는 권장섭취량의 9배 정도를 섭취하였으며 상한섭취량 미만이었고, 비타민 A(남자: 29,698.08±1,731.17 μg R.E; 여자: 28,693.04±2,933.86 μg R.E)와 엽산(남자: 1,293.14±75.38 μg; 여자: 1,249.37±127.75 μg)은 상한섭취량을 초과하였다. 비타민 B<sub>1</sub>(남자: 2.76±0.16 mg; 여자: 2.67±0.27 mg), 비타민 B<sub>2</sub>(남자: 2.67±0.16 mg; 여자: 2.58±0.26 mg), 니아신(남자: 17.82±1.04 mg; 여자: 17.22±1.76 mg)은 남녀 모두에서 평균값이 권장섭취량 이상으로 나타났다. 무기질인 칼슘(남자: 1,846.35±107.60 mg; 여자: 1,783.87±182.40 mg)과 철(남자: 30.07±1.75 mg; 여자: 29.06±2.97 mg)도 평균값이 권장섭취량 이상으로 나타났다.

**Table 2.** Daily energy and nutrients intake of the subjects.

(N=28)

Variables		Mean	Std.Div.	CI 95%	
				Lower bound	Upper bound
Energy (kcal)	Total	1,417.81	123.09	1,101.94	1,530.47
	Male	1,447.75	84.39	1,326.41	1,520.27
	Female	1,398.76	143.02	1,101.94	1,530.47
Protein (g)	Total	39.70	3.45	30.85	42.85
	Male	40.53	2.36	37.14	42.57
	Female	39.16	4.00	30.85	42.85
Fat (g)	Total	8.32	0.72	6.47	8.98
	Male	8.50	0.50	7.78	8.92
	Female	8.21	0.84	6.47	8.98
Carbohydrate (g)	Total	319.31	27.72	248.17	344.69
	Male	326.06	19.01	298.73	342.39
	Female	315.02	32.21	248.17	344.69
Vitamin A ( $\mu$ g R.E)	Total	29,083.80	2,524.91	22,604.33	31,394.90
	Male	29,698.08	1,731.17	27,208.92	31,185.60
	Female	28,693.04	2,933.86	22,604.30	31,394.90
Vitamin E (mg $\alpha$ -TE)	Total	25.86	2.24	20.10	27.90
	Male	26.40	1.54	24.19	27.72
	Female	25.51	2.61	20.10	27.91
Carotene ( $\mu$ g)	Total	174,523.49	15,151.21	135,641.64	188,391.17
	Male	178,209.08	10,388.21	163,272.36	187,135.23
	Female	172,178.10	17,605.18	135,641.64	188,391.17
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	Total	2.71	0.24	2.10	2.92
	Male	2.76	0.16	2.53	2.90
	Female	2.67	0.27	2.10	2.92
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	Total	2.61	0.23	2.03	2.82
	Male	2.67	0.16	2.45	2.80
	Female	2.58	0.26	2.03	2.82
Niacin (mg)	Total	17.46	1.52	13.57	18.84
	Male	17.82	1.04	16.33	18.72
	Female	17.22	1.76	13.57	18.84
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	Total	4.74	0.41	3.69	5.12
	Male	4.84	0.28	4.44	5.09
	Female	4.68	0.48	3.69	5.12
Vitamin C (mg)	Total	931.04	80.80	723.61	1,005.02
	Male	950.70	55.42	871.00	998.32
	Female	918.53	93.92	723.61	1,005.02

Table 2. Continued.

(N=28)

Variables		Mean	Std.Div.	CI 95%	
				Lower bound	Upper bound
Folic acid ( $\mu$ g)	Total	1,266.39	109.94	984.25	1,367.00
	Male	1,293.14	75.38	1,184.75	1,357.90
	Female	1,249.37	127.75	984.25	1,367.00
Calcium (mg)	Total	1,808.10	156.98	1,405.33	1,951.84
	Male	1,846.35	107.60	1,691.60	1,938.83
	Female	1,783.87	182.40	1,405.33	1,951.84
Phosphorus (mg)	Total	1,143.49	99.27	888.73	1,234.35
	Male	1,167.64	68.06	1,069.78	1,226.12
	Female	1,128.12	115.35	888.73	1,234.35
Sodium (mg)	Total	844.58	73.32	656.41	911.60
	Male	862.41	50.27	790.13	905.61
	Female	833.23	85.20	656.41	911.69
Potassium (mg)	Total	9,001.99	781.50	6,996.45	9,717.29
	Male	9,192.10	535.83	8,421.65	9,652.51
	Female	8,881.02	908.08	6,996.45	9,717.29
Iron (mg)	Total	29.45	2.56	22.89	31.79
	Male	30.07	1.75	27.55	31.58
	Female	29.06	2.97	22.89	31.79
Zinc (mg)	Total	5.63	0.49	4.38	6.08
	Male	5.75	0.34	5.27	6.04
	Female	5.56	0.57	4.38	6.08

Means $\pm$ S.D.; tested by paired t-test

### 3. 체성분

생즙식이 전·후의 체성분 분석 결과는 Table 3과 같다. 생즙식이 전에 비해 후에 체성분 중 단백질(8.90 $\pm$ 2.07 kg, 8.61 $\pm$ 1.95 kg,  $P<0.001$ ), 근육량(43.67 $\pm$ 10.63 kg, 40.93 $\pm$ 9.04 kg,  $P<0.05$ ), 골격근(24.86 $\pm$ 6.25 kg, 23.98 $\pm$ 5.91 kg,  $P<0.001$ )이 전체적으로 감소하였다. 여자의 근육량 감소를 제외한 그 밖에 단백질(남자: 11.34 $\pm$ 1.53 kg, 10.92 $\pm$ 1.49 kg,  $P<0.05$ ; 여자: 7.74 $\pm$ 1.01 kg, 7.52 $\pm$ 0.91 kg,  $P<0.01$ ), 근육량(남자: 54.17 $\pm$ 6.94 kg, 51.55 $\pm$ 6.75 kg,  $P<0.01$ ), 골격근(남자: 32.24 $\pm$ 4.60 kg, 30.98 $\pm$ 4.54 kg,  $P<0.01$ ; 여자: 21.37 $\pm$ 3.03 kg, 20.69 $\pm$ 2.78 kg,  $P<0.01$ )이 모두 유의하게 감소하였다. 체내 지방 관련 변수인 체지방(전체: 18.05 $\pm$ 7.03 kg, 16.65 $\pm$ 6.22 kg,  $P<0.001$ ; 여자:

32.54 $\pm$ 5.68 kg, 31.80 $\pm$ 5.60 kg,  $P<0.001$ )도 전체 대상자와 여자에서 유의하게 감소하였다. BMI는 전체 대상자(23.88 $\pm$ 3.39 kg/m<sup>2</sup>, 22.56 $\pm$ 3.00 kg/m<sup>2</sup>,  $P<0.001$ ), 남자(24.06 $\pm$ 3.33 kg/m<sup>2</sup>, 22.56 $\pm$ 2.94 kg/m<sup>2</sup>,  $P<0.001$ ), 여자(23.79 $\pm$ 3.50 kg/m<sup>2</sup>, 22.52 $\pm$ 3.11 kg/m<sup>2</sup>,  $P<0.001$ ) 모두 유의하게 감소하였다.

### 4. 생즙식이 전·후 혈액지표

생즙식이 전·후의 혈액지표 분석 결과는 Table 4와 같다. 단백질 배출 관련 변수인 BUN(11.93 $\pm$ 3.00 mg/dL, 8.04 $\pm$ 1.47 mg/dL,  $P<0.001$ )은 유의하게 감소하였으나, 크레아티닌(0.75 $\pm$ 0.15 mg/dL, 0.82 $\pm$ 0.18 mg/dL,  $P<0.001$ )은 유의하게 증가하였다. 성별 구분을 통한 BUN과 크

**Table 3.** Body composition of the subjects.

Variables			Mean	Std.Div.	CI 95%		t	P
					Lower bound	Upper bound		
Protein (kg)	Total	Before	8.90	2.07	0.15	0.41	4.46	0.000***
		After	8.61	1.95				
	Male	Before	11.34	1.53	0.08	0.75	2.89	0.020*
		After	10.92	1.49				
	Female	Before	7.74	1.01	0.09	0.35	3.57	0.002**
		After	7.52	0.91				
Soft lean mass (kg)	Total	Before	43.67	10.63	0.70	4.75	2.76	0.010*
		After	40.93	9.04				
	Male	Before	54.17	6.94	1.06	4.17	3.88	0.005**
		After	51.55	6.75				
	Female	Before	38.69	8.16	-0.23	5.79	1.94	0.068
		After	35.91	4.41				
Skeletal muscle mass (kg)	Total	Before	24.86	6.25	0.49	1.26	4.72	0.000***
		After	23.98	5.91				
	Male	Before	32.24	4.60	0.36	2.25	3.20	0.005**
		After	30.98	4.54				
	Female	Before	21.37	3.03	0.28	1.06	3.65	0.002**
		After	20.69	2.78				
Body fat mass (kg)	Total	Before	18.05	7.03	0.81	1.99	4.86	0.000***
		After	16.65	6.22				
	Male	Before	14.67	7.55	-0.27	3.19	1.93	0.089
		After	13.21	5.70				
	Female	Before	32.54	5.68	0.84	1.91	5.42	0.000***
		After	31.80	5.60				
Percent body fat (%)	Total	Before	28.39	8.56	-0.06	1.50	1.87	0.072
		After	27.67	8.17				
	Male	Before	19.62	6.89	-1.32	2.63	0.76	0.468
		After	18.96	5.37				
	Female	Before	32.54	5.68	-0.11	1.61	1.81	0.086
		After	31.80	5.60				
BMI <sup>1)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	Total	Before	23.88	3.39	1.07	1.55	11.35	0.000***
		After	22.56	3.00				
	Male	Before	24.06	3.33	1.00	1.81	8.09	0.000***
		After	22.65	2.94				
	Female	Before	23.79	3.50	0.08	0.75	8.38	0.000***
		After	22.52	3.11				

<sup>1)</sup> BMI: body mass index

Means±S.D.; tested by paired t-test

\*P&lt;0.05, \*\*P&lt;0.01, \*\*\*P&lt;0.001

**Table 4.** Hematological parameters of the subjects.

Variables			Mean	Std.Div.	CI 95%		t	P
					Lower bound	Upper bound		
BUN (mg/dL)	Total	Before	11.93	3.00	2.80	4.98	7.34	0.000***
		After	8.04	1.47				
	Male	Before	12.22	2.38	1.30	5.36	3.78	0.005**
		After	8.89	1.16				
	Female	Before	11.79	3.31	2.75	5.56	6.23	0.000***
		After	7.63	1.46				
Creatinine (mg/dL)	Total	Before	0.75	0.15	-0.10	-0.04	-4.84	0.000***
		After	0.82	0.18				
	Male	Before	0.85	0.05	-0.17	-0.03	-3.37	0.010*
		After	0.96	0.12				
	Female	Before	0.71	0.15	-0.08	-0.02	-3.73	0.002**
		After	0.76	0.17				
BUN/Cr	Total	Before	16.04	4.21	4.52	7.66	7.95	0.000***
		After	9.95	2.00				
	Male	Before	14.35	2.99	2.50	7.60	4.57	0.002**
		After	9.30	1.13				
	Female	Before	16.86	4.53	4.49	8.69	6.59	0.000***
		After	10.26	2.27				
Total cholesterol (mg/dL)	Total	Before	194.79	46.11	14.77	30.94	5.80	0.000***
		After	171.93	44.30				
	Male	Before	180.00	36.80	13.38	35.27	5.13	0.001**
		After	155.67	30.03				
	Female	Before	201.79	49.26	10.74	33.57	4.08	0.001**
		After	179.63	48.45				
Triglyceride (mg/dL)	Total	Before	124.07	76.57	7.74	58.39	2.68	0.012*
		After	91.00	57.46				
	Male	Before	142.33	61.57	-12.40	110.62	1.84	0.103
		After	93.22	38.60				
	Female	Before	115.42	82.85	-2.47	54.41	1.91	0.071
		After	89.95	65.48				
HDL-cholesterol (mg/dL)	Total	Before	57.71	15.85	1.34	8.58	2.81	0.009**
		After	52.75	13.12				
	Male	Before	44.56	5.22	-5.15	8.04	0.50	0.628
		After	43.11	7.20				
	Female	Before	63.95	15.40	2.09	11.17	3.07	0.007**
		After	57.32	12.91				



Table 4. Continued.

Variables			Mean	Std.Div.	CI 95%		t	P
					Lower bound	Upper bound		
LDL-cholesterol (mg/dL)	Total	Before	120.68	38.48	4.76	22.09	3.17	0.004**
		After	107.25	40.22				
	Male	Before	116.22	36.59	5.23	26.54	3.43	0.009**
		After	100.33	27.86				
	Female	Before	122.79	40.14	-0.11	24.64	2.08	0.052
		After	110.53	45.24				
Hemoglobin (g/dL)	Total	Before	13.63	1.93	-0.72	-0.25	-4.27	0.000***
		After	14.12	1.79				
	Male	Before	15.66	1.15	-1.07	0.23	-1.48	0.176
		After	16.08	0.62				
	Female	Before	12.68	1.42	-0.74	-0.29	-4.82	0.000***
		After	13.20	1.37				
Hematocrit (%)	Total	Before	41.06	4.83	-1.77	-0.27	-2.81	0.009**
		After	42.09	4.78				
	Male	Before	45.90	3.01	-2.76	1.08	-1.01	0.341
		After	46.74	2.34				
	Female	Before	38.78	3.71	-1.91	-0.30	-2.91	0.009**
		After	39.89	4.00				

Means±S.D.; tested by paired t-test  
\*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001

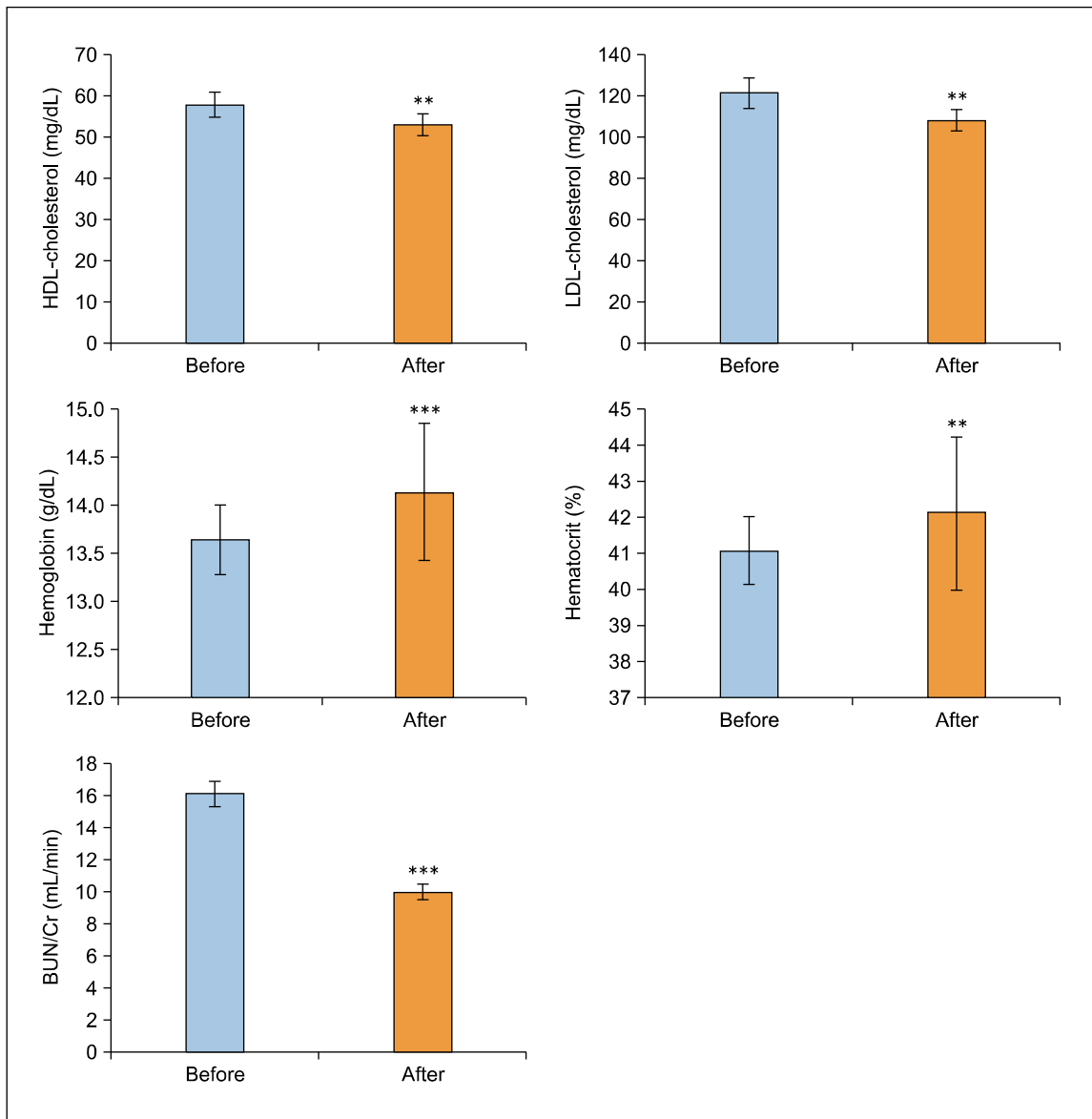
레이티닌의 남자(12.22±2.38 mg/dL, 8.89±1.16 mg/dL, P<0.01; 0.85±0.05 mg/dL, 0.96±0.12 mg/dL, P<0.05)와 여자(11.79±3.31 mg/dL, 7.63±1.46 mg/dL, P<0.001; 0.71±0.15 mg/dL, 0.76±0.17 mg/dL, P<0.01)의 증감 또한 전체와 동일한 경향이였다. 탈수지표로 사용되는 BUN/Cr 비율의 생즙식이 전·후에 대한 전체(16.04±4.21, 9.95±2.00, P<0.001), 남자(14.35±2.99, 9.30±1.13, P<0.01), 여자(16.86±4.53, 10.26±2.27, P<0.001) 모두 유의하게 감소하였다. 혈중 지질지표인 총콜레스테롤(194.79±46.11 mg/dL, 171.93±44.30 mg/dL, P<0.001), 중성지방(124.07±76.57 mg/dL, 91.00±57.46 mg/dL, P<0.05), HDL-콜레스테롤(57.71±15.85 mg/dL, 52.75±13.12 mg/dL, P<0.01), LDL-콜레스테롤(120.68±38.48 mg/dL, 107.25±40.22 mg/dL, P<0.01)은 생즙식이 후 모두 유의하게 감소하였다. 성별 구분을 통한 남자(180.00±36.80 mg/dL, 155.67±30.03 mg/dL, P<0.01)와 여자(201.79±49.26 mg/dL, 179.63±48.45 mg/dL, P<0.01)의 총콜레스테롤 또한 모

두 유의하게 감소하였다. HDL-콜레스테롤의 감소는 여자(63.95±15.40 mg/dL, 57.32±12.91 mg/dL, P<0.01)에서만 유의미하게 나타났고, LDL-콜레스테롤은 남자(116.22±36.59 mg/dL, 100.33±27.86 mg/dL, P<0.01)에서만 유의하게 감소하였다. 중성지방은 성별을 구분하여 분석하였을 때 생즙식이 전·후 유의적인 차이가 없었다. 한편, 빈혈지표 변수인 헤모글로빈(13.63±1.93 g/dL, 14.12±1.79 g/dL, P<0.001)과 헤마토크릿(41.06±4.83%, 42.09±4.78%, P<0.01)은 생즙식이 전보다 후에 유의미하게 증가하였다. 여자는 생즙식이 전·후 헤모글로빈(12.68±1.42 g/dL, 13.20±1.37 g/dL, P<0.001)과 헤마토크릿(38.78±3.71%, 39.89±4.00%, P<0.01)이 유의하게 증가하였다.

### 5. 혈액지표와 탈수지표의 차이 변화

생즙식이 전·후 전체 참가자에 대한 혈중 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 헤모글로빈, 헤마토크릿, BUN/Cr

Cr의 평균값에 오차를 적용한 막대그래프는 Fig. 1과 같다. 생즙식이 전·후 HDL-콜레스테롤( $P < 0.01$ )과 LDL-콜레스테롤( $P < 0.01$ )은 감소하였고, 탈수지표인 BUN/Cr도 감소하였다( $P < 0.001$ ). 반면, 혈중 헤모글로빈( $P <$



**Figure 1.** HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, Hemoglobin, Hematocrit, BUN/Cr measured before and after administering raw juice diet. The X axis shows the means of participants before and after the diet and Y axis shows the levels in blood. Tested by paired t-test; P value for the comparison was less than 0.001 in Hemoglobin( $t = -4.27$ ) and BUN/Cr( $t = 7.95$ ) and 0.01 for HDL-cholesterol( $t = 2.81$ ), LDL-cholesterol( $t = 3.17$ ), Hematocrit( $t = -2.81$ ) that the difference showed statistically significant using the 95% confidence. \*\*significant ( $P < 0.01$ ), \*\*\*significant ( $P < 0.001$ ).

0.001)과 헤마토크릿( $P < 0.01$ )은 증가하였다.

### 6. 혈류 흐름 변화

생즙식이 전·후 참가자들의 혈류량의 변화는 Fig. 2와 같다. 단위 시간당 혈류량이 수송되는 비율을 플럭스(flux)라 하며, 단위는  $W/m^2HZ$ 이다. 그래프 수치는 조절된 평균값을 나타낸 것이다. 프로그램 참가 전 측정된 혈류량보다 프로그램 후 동일한 시점에 각각 측정된 안정상태( $P < 0.01$ ), 10초( $P < 0.05$ ), 20초( $P < 0.001$ ), 30초( $P < 0.001$ ), 40초( $P < 0.001$ ), 50초( $P < 0.01$ ), 60초( $P < 0.01$ )의 혈류량이 유의미하게 증가하였다.

### 고 찰

본 연구는 성인 남녀를 대상으로 단기간의 배즙, 감귤류 과즙, 케일즙, 비트즙 등으로 구성된 생즙식에 따른 체성분, 혈액지표, 탈수지표와 혈류 흐름의 변화를 분석하였다.

생즙으로 섭취한 1일 총 에너지는  $1,417.81 \pm 123.09$  kcal 였다. 이는 2015 한국인 영양소 섭취기준의 1일 성인

에너지 필요추정량인 여자 30~49세 1,900 kcal, 여자 50~64세 1,800 kcal, 남자 30~49세 2,400 kcal, 남자 50~64세 2,200 kcal, 남자 65세~74세 2,000 kcal와 비교했을 때 에너지 필요추정량에 미치지 못하는 저열량식이 제공되었다. 반면, 1일 비타민 공급량(비타민 A  $29,083.80 \pm 2,524.91 \mu g$  R.E; 비타민 E  $25.86 \pm 2.24$  mg  $\alpha$ -TE; 비타민 C  $931.04 \pm 80.80$  mg)은 권장섭취량 기준(비타민 A  $750 \mu g$  R.E, 비타민 E 12 mg  $\alpha$ -TE, 비타민 C 100 mg)보다 높았다.

생즙식이 후 전반적으로 남녀 모두에서 단백질과 근육량 및 체지방 성분이 감소하였는데, 단백질은 남녀 모두에서 유의하게 감소하였고, 근육량 감소는 남자, 체지방 감소는 여자에서 각각 유의하게 나타났다. 또한 남녀 모두 BMI의 감소는 유의하게 나타나 이는 근육량의 감소에 따른 것으로 사료된다.

또한 생즙식이 후에 혈액지표인 혈중요소질소가 유의미하게 감소하였으나 근육의 크레아틴으로부터 생성되는 크레아티닌은 유의미하게 증가하였다. 혈중요소질소와 크레아티닌은 질소의 최종 분해산물로 체수분에 전체적으로 분포되어 신장의 여과작용을 통해 배출되는 노폐물이다. 혈중요소질소는 단백질 소화의 부산물인 암모니아 형태의 질소로 간에서 다른 화학물질과 결합한 요소노폐물로 신장을 통해 배출된다.

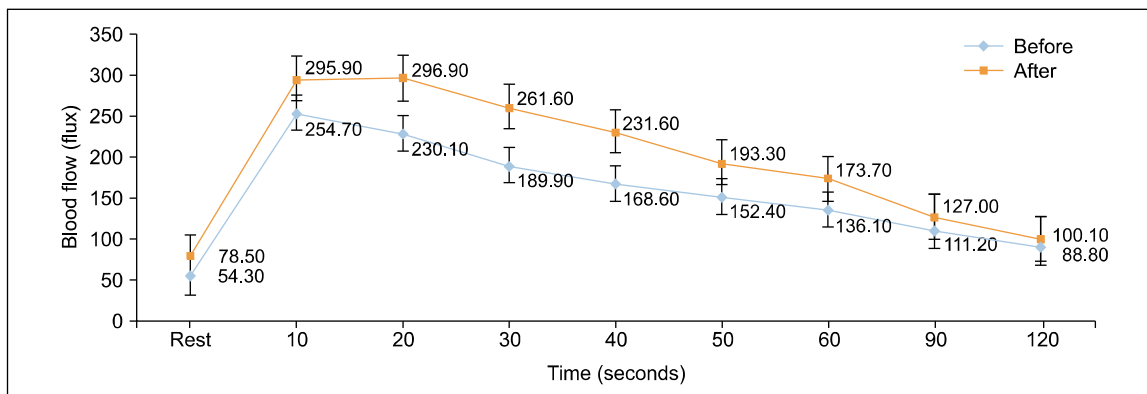


Figure 2. Comparison of skin blood flow change before and after administering raw juice diet, measured at rest and during 2 minutes, respectively. The X axis shows the time (seconds) and Y axis shows the blood flow level. Tested by paired t-test using the 95% confidence.

크레아티닌은 근육 내 크레아틴 인산(creatine phosphate)의 분해산물로서 신장에서 걸러져 소변으로 배출된다(The Korean Society for Laboratory Medicine LAB Tests Online 2017). 다수의 연구결과 저단백식은 혈중요소질소와 크레아티닌을 모두 감소시킨다고 한다(Hosten 1990; Schwingshackl & Hoffmann 2014). 그러나 본 연구결과 혈중요소질소는 감소하였으나 크레아티닌은 증가하였다. 혈청 크레아티닌 상승은 심근경색환자의 관상동맥 혈류 흐름 및 예후에 부정적인 영향을 미친다(Zhao 등 2009). 본 연구에서 나타난 BUN/Cr 혈청 비율은 프로그램 전 16.04±4.21로 정상 수치(12~20:1)를 나타냈으나 저단백식이 프로그램 후 9.95±2.00으로 상당량 감소하여 탈수 수치(<12:1)에 해당되었다. 이와 같은 인체의 탈수 반응은 일반적으로 신장손상에 의한 BUN 재흡수가 감소된 상태이며, 급성세뇨관괴사, 저단백식이, 탈수, 투석 등의 경우에 동반되는 현상이다. 탈수는 혈청 크레아티닌 수치를 상승시켜 사구체 여과율을 감소시킨다(Samra & Abcar 2012; National Kidney Foundation 2013). 따라서 본 연구결과에 나타난 크레아티닌 상승은 내피장애로 인한 관상동맥의 혈류 흐름 변화에 따른 영향보다 탈수에 따른 것으로 사료된다. 또한 생즙식 후 참가자들의 혈중 헤모글로빈(13.63±1.93 g/dL, 14.12±1.79 g/dL)과 헤마토크릿(41.06±4.83%, 42.09±4.78%)의 증가는 탈수와 관련이 있을 것으로 사료된다. 체내 수분 부족으로 인한 혈장량의 감소는 단위면적당 혈중 헤모글로빈과 헤마토크릿의 분포를 증가시킨다. 그러므로 하루 3.5~4.0 L의 생즙식으로 충분한 수분량을 보충하였음에도 불구하고 탈수 증상에 나타나는 크레아티닌 증가는 생즙 섭취 후 근육량 감소에 기인된 탈수반응이라 할 수 있다. 지방조직은 약 10%의 수분을 가지고 있으나 근육조직은 약 75%의 수분을 보유하고 있다(National Research Council (U.S). Committee on Animal Nutrition 2003). 이와 같이 근육량은 체내 수분 보유 능력을 나타내며, 근육량의 감소는 체수분의 감소를 의미한다. 그러므로 본 생즙식이 프로그램 후 나타난 근육량 감소는 탈수반응을 일으킬 수 있는

개연성을 충분히 제시하므로 근육량의 감소가 발생되지 않을 정도의 적정량의 에너지와 단백질 섭취에 대한 필요성을 제시한다. 혈중 지질지표와 혈류 흐름 개선을 위해서는 육류식보다는 고품질의 식물성 단백질 식이가 권장되고 있다(Guasch-Ferré 등 2019).

신맛이 있는 감귤류인 자몽, 레몬, 오렌지와 사과를 함께 착즙하여 공급한 결과 생즙식이 전에 비해 혈류량이 증가하였다( $t=-5.622$ ,  $P<0.001$ ). 감귤류는 급성 관상동맥심질환과 뇌졸중의 위험을 낮추고(Dauchet 등 2004), 산화로 인한 혈액세포의 DNA손상을 감소시키며(Guarnieri 등 2007), 염증 및 산화스트레스를 감소시켜 혈장농도를 향상시킨다(Johnston 등 2003). Miyake 등(2007)은 레몬의 페놀 화합물이 혈액 분자의 점성을 억제하는 효과가 있다고 하였다. 플라비논이 풍부한 자몽주스는 동맥우회수술 환자의 지방혈증을 개선시킨 사례와 고혈압 환자의 혈압을 저하시킨 보고가 있다(Reshef 등 2005). 오렌지주스는 플라비논 화합물인 헤스페레틴(hesperetin) 혈장 수준과 관련이 있어 항산화 효과를 높이고 활성산소를 감소시켜 혈관기능을 향상시킨다(Constans 등 2015). Kurowska 등(2000)은 오렌지주스가 총 혈장 콜레스테롤을 감소시키고, 자몽주스가 VLDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤을 감소시키는 경향을 보고하였다. 이와 같이 비타민 A, 비타민 C, 비타민 E, 코엔자임 Q10, 요산, 트립토프드 GSH, 페놀 성분, 플라보노이드 및 티올 화합물은 체내에서 합성된 산화방지제로서의 매개 역할을 수행함으로써 질병을 예방한다(Landberg 등 2012; Hansen 등 2012; Vara & Pula 2014; Bielli 등 2015). 특히, 비타민 C는 내피세포를 지탱하고 있는 혈관층(vascular bed)으로부터 기저막(basement membrane)의 IV형 콜라겐 합성 및 침적을 증가시키고, 내피세포의 증식을 자극하며, 세포의 자연사를 억제하고, 활성산소 제거 및 혈액 흐름 조절에 도움이 되는 NO를 보존하여 초기 내피기능장애를 예방한다(May & Harrison 2013). 본 연구기간 중 매일 아침 생 배즙 1컵이 제공되었는데, Xie 등(2007)은 배의 낮은 당지수는 과당이 포도당으로 전환되어 혈류

로 들어가는 속도가 느려 이상적인 당질 선택이라 하였다. 배의 성분인 클로로겐산(chlorogenic acid)은 식품의 소화를 촉진하고 혈관을 부드럽게하며 콜레스테롤 함량을 낮춘다고 하였다(Xie 등 2007).

본 연구 전체 참가자들의 혈중 총콜레스테롤( $P < 0.001$ ), 중성지방( $P < 0.05$ ), LDL-콜레스테롤( $P < 0.01$ )은 전반적으로 유의하게 감소하였다. 성별 구분에 따른 LDL-콜레스테롤의 감소가 남자( $P < 0.01$ )에게는 유의미하게 나타났으나 여자는 나타나지 않았다. 중성지방은 남녀 모두에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 녹즙 섭취를 통해 나타난 선행연구 결과와 상반되게 여자그룹( $P < 0.01$ )의 HDL-콜레스테롤이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. Kim 등(2008)은 녹색 잎채소는 콜레스테롤 저하 효과와 콜레스테롤 흡수를 감소시키고 담즙산의 콜레스테롤 분해력을 향상시키는 효과가 있다고 하였다. 특히, 케일은 혈중 HDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 레벨을 조절하며 LDL-콜레스테롤 대비 HDL-콜레스테롤의 비율을 조정하고, 고콜레스테롤혈증에 대한 항산화작용으로 혈청 지질 프로파일을 개선한다고 하였다. 녹색채소의 섭취는 NO 생성에 필요한  $\text{NO}_3^-$ 의 80% 이상을 공급한다(Brkić 등 2017). 대사과정 중 생성되는 산화질소는 혈관의 혈류순환을 증가시키기 위해 미토콘드리아와 혈관 내피세포에서 생성된다(Maloney-Hinds 등 2009). 위장에 흡수된  $\text{NO}_3^-$ 은  $\text{NO}_2^-$  또는 NO로 전환되어 혈관을 확장시키고 혈압을 낮추어 심혈관 기능을 향상시키는 혈관 보호 작용을 한다(Cosby 등 2003). Joshipura 등(2001)은 녹색채소가 관상동맥심질환과 뇌졸중 예방에 가장 좋은 음식이라 하였다. Mayer(2000)는 NO에 대해 인체의 생리적 병리적 반응에 다양한 신호 전달 역할을 수행하는 물질로 혈관 평활근 수축을 억제하며, 혈관 확장을 통해 혈액 공급을 원활하게 하여 혈압을 낮추고, 혈소판 응집과 백혈구의 혈관부착을 감소시킨다고 하였다. 또한 수소이온과의 반응으로 방출된 강력한 하이드록실(OH)은 감염된 미생물이나 암세포를 제거하는 항염작용을 통해 면역 방어기능을 한다고 하였다. 본 생즙식이 프로그램의 녹즙2에 해당하는 비

트주스 역시 샐러리, 파슬리, 상추, 시금치, 겨자잎 등과 같은 녹색채소에 다량 함유되어 있는  $\text{NO}_3^-$ 이 풍부하게 함유되어 있다(Santamaria 2006). 동물실험에서 비트주스를 통한  $\text{NO}_3^-$  보충효과는 근육의 혈류 흐름과 혈관 전도율에 양의 상관관계를 나타냈고(Ferguson 등 2013), 과체중과 비만 남자 대상의 식후 비트주스 섭취는 혈중 NO의 증가를 통해 혈관의 혈류 흐름을 원활하게 하도록 확장시켜 내피 기능을 개선시킨 결과가 보고되었다(Joris & Mensink 2013). 그러므로 본 연구에서 제공된 생즙은 NO의 생물학적 이용도를 높여 혈류를 개선한 것으로 사료된다.

본 연구는 생즙식이모델로 탈수지표와 혈류 흐름의 차이를 연구 전·후에 측정하여 탈수지표 변화와 혈류 개선 결과를 분석하였다. 그러나 연구집단이 대조군의 전·후 비교 없이 실험집단만을 비교한 것이므로 연구의 제한점이 있다.

## 요약 및 결론

연구 참가자들에게 공급된 생즙식이 혈액지표 및 혈류에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 연구 참가 후 전체 참가자들의 체성분지표인 단백질, 근육량, BMI 평균이 모두 유의하게 감소하였다. 또한 혈액지표 수치인 혈중요소질소, 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤도 유의하게 감소하였다.
2. 전체 참가자들은 생즙식이 전에 비해 후에 혈중 크레아티닌, 헤모글로빈, 헤마토크릿이 유의하게 증가하였다. 에너지와 단백질 섭취량의 감소는 근육량의 감소와 관련이 있을 것으로 보이며, 증가된 크레아티닌, 헤모글로빈, 헤마토크릿은 탈수와 관련이 있을 것으로 사료된다.
3. 혈류 측정 결과 생즙식이 후 혈류 흐름이 증가하였다.

이상의 결과에 따라 생즙 섭취는 혈액지표와 혈류 흐름을 개선시키는 긍정적인 효과와 동시에 에너지와 단백질 부족에 의한 근육량 감소로 탈수를 초래하는 부정적인 효과가 양립하는 것으로 나타났다. 따라서 생즙 섭취 시 섭취기간과 총 에너지 및 단백질 섭취량의 고려가 필요하다.

## ORCID

김선희: <https://orcid.org/0000-0001-9559-5796>

임종은: <https://orcid.org/0000-0001-7510-8233>

윤미은: <https://orcid.org/0000-0001-5630-0035>

## REFERENCES

- Alshiek JA, Dayan L, Asleh R, Blum S, Levy AP, Jacob G (2017): Anti-oxidative treatment with vitamin E improves peripheral vascular function in patients with diabetes mellitus and Haptoglobin 2-2 genotype: a double-blinded cross-over study. *Diabetes Res Clin Pract* 131:200-207
- Bielli A, Scioli MG, Mazzaglia D, Doldo E, Orlandi A (2015): Antioxidants and vascular health. *Life Sci* 143:209-216
- Brkić D, Bošnjir J, Bevardi M, Bošković AG, Miloš S, Lasić D, Krivohlavek A, Racz A, Čuić AM, Trstenjak NU (2017): Nitrate in leafy green vegetables and estimated intake. *Afr J Tradit Complement Altern Med* 14(3):31-41
- Burgos CM, Davey MG, Riley JS, Jia H, Flake AW, Peranteau WH (2018): Lung function and pulmonary artery blood flow following prenatal maternal retinoic acid and imatinib in the nitrofen model of congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg* 53(9):1681-1687
- Cai H, Harrison DG (2000): Endothelial dysfunction in cardiovascular diseases: the role of oxidant stress. *Circ Res* 87(10):840-844
- Chen Q, Wang Q, Zhu J, Xiao Q, Zhang L (2018): Reactive oxygen species: key regulators in vascular health and diseases. *Br J Pharmacol* 175(8):1279-1292
- Choi HS (2014): Effect of dietary nitrate supplementation on early stage of physiological acclimatization during exercise in hypoxia. Masters degree thesis. Korea National Sport University. pp.5-15
- Constans J, Bennetau-Pelissero C, Martin JF, Rock E, Mazur A, Bedel A, Morand C, Bérard AM (2015): Marked antioxidant effect of orange juice intake and its phytonutrients in a preliminary randomized cross-over trial on mild hypercholesterolemic men. *Clin Nutr* 34(6):1093-1100
- Cosby K, Partovi KS, Crawford JH, Patel RP, Reiter CD, Martyr S, Yang BK, Waclawiw MA, Zalos G, Xu X, Huang KT, Shields H, Kim-Shapiro DB, Schechter AN, Cannon RO 3rd, Gladwin MT (2003): Nitrite reduction to nitric oxide by deoxyhemoglobin vasodilates the human circulation. *Nat Med* 9:1498-1505
- Dauchet L, Ferrières J, Arveiler D, Yarnell JW, Gey F, Ducimetière P, Ruidavets JB, Haas B, Evans A, Bingham A, Amouyel P, Dallongeville J (2004): Frequency of fruit and vegetable consumption and coronary heart disease in France and Northern Ireland: the PRIME study. *Br J Nutr* 92(6):963-972
- Ferguson SK, Hirai DM, Copp SW, Holdsworth CT, Allen JD, Jones AM, Musch TI, Poole DC (2013): Impact of dietary nitrate supplementation via beetroot juice on exercising muscle vascular control in rats. *J Physiol* 591(2):547-557
- Guarnieri S, Riso P, Porrini M (2007): Orange juice vs vitamin C: effect on hydrogen peroxide-induced DNA damage in mononuclear blood cells. *Br J Nutr* 97(4):639-643
- Guasch-Ferré M, Satija A, Blondin SA, Janiszewski M, Emlen E, O'Connor LE, Campbell WW, Hu FB, Willett WC, Stampfer MJ (2019): Meta-analysis of randomized controlled trials of red meat consumption in comparison with various comparison diets on cardiovascular risk factors. *Circulation* 139(15):1828-1845
- Hansen L, Skeie G, Landberg R, Lund E, Palmqvist R, Johansson I, Dragsted LO, Egeberg R, Johnsen NF, Christensen J, Overvad K, Tjønneland A, Olsen A (2012): Intake of dietary fiber, especially from cereal foods, is associated with lower incidence of colon cancer in the HELGA cohort. *Int J Cancer* 131(2):469-478
- Hosten AO (1990). *Clinical methods: the history, physical, and laboratory examinations*, 3rd edition. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK305/>. Accessed August 28, 2019

- Huynh DTN, Heo KS (2019): Therapeutic targets for endothelial dysfunction in vascular diseases. *Arch Pharm Res* 42(10):848-861
- Johnston CS, Dancho CL, Strong GM (2003): Orange juice ingestion and supplemental vitamin C are equally effective at reducing plasma lipid peroxidation in healthy adult women. *J Am Coll Nutr* 22(6):519-523
- Joris PJ, Mensink RP (2013): Beetroot juice improves in overweight and slightly obese men postprandial endothelial function after consumption of a mixed meal. *Atherosclerosis* 231(1):78-83
- Joshi KJ, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Rimm EB, Speizer FE, Colditz G, Ascherio A, Rosner B, Spiegelman D, Willett WC (2001): The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. *Ann Intern Med* 134(12):1106-1114
- Kim SY, Yoon S, Kwon SM, Park KS, Lee-Kim YC (2008): Kale juice improves coronary artery disease risk factors in hypercholesterolemic men. *Biomed Environ Sci* 21(2):91-97
- Kurowska EM, Borradaile NM, Spence JD, Carroll KK (2000): Hypocholesterolemic effects of dietary citrus juices in rabbits. *Nutr Res* 20(1):121-129
- Landberg R, Naidoo N, van Dam RM (2012): Diet and endothelial function: from individual components to dietary patterns. *Curr Opin Lipidol* 23(2):147-155
- Lee HJ, Moon TH, No BS, Jang PS, Back HH, Lee KG, Kim SJ, You SH, Lee KW (2015): Food chemistry. Suhaksa. Seoul. pp.458-459
- Lidder S, Webb AJ (2013): Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. *Br J Clin Pharmacol* 75(3):677-696
- Maloney-Hinds C, Petrofsky JS, Zimmerman G, Hessinger DA (2009): The role of nitric oxide in skin blood flow increases due to vibration in healthy adults and adults with type 2 diabetes. *Diabetes Technol Ther* 11(1):39-43
- May JM, Harrison FE (2013): Role of vitamin C in the function of the vascular endothelium. *Antioxid Redox Signal* 19(17):2068-2083
- Mayer B (2000). Nitric oxide. Available from: <https://books.google.co.kr/books?id=TwsewPRyMvAC&pg=PA493&dq=nitric+oxide&hl=ko&sa=X&ved=0ahUKEwiop8SexrHkAhUizIsBHQUOATMQ6AEIUTAF#v=onepage&q=nitric%20oxide&f=false>. Accessed August 28, 2019
- Miyake Y, Mochizuki M, Okada M, Hiramitsu M, Morimitsu Y, Osawa T (2007): Isolation of antioxidative phenolic glucosides from lemon juice and their suppressive effect on the expression of blood adhesion molecules. *Biosci Biotechnol Biochem* 71(8):1911-1919
- National Kidney Foundation (2013): Can dehydration cause creatinine to rise? If so, by what factor? Available from: <https://www.kidney.org/blog/ask-doctor/can-dehydration-cause-creatinine-rise-if-so-what-factor>. Accessed July 30, 2019
- National Research Council (U.S.). Committee on Animal Nutrition (2003). Available from: <https://books.google.co.kr/books?id=FcA6zIq0d48C&printsec=frontcover&dq=Nutrient+Requirements+of+Nonhuman+Primates&hl=ko&sa=X&ved=0ahUKEwjD2aTX9p3kAhXKGaYKHfJ5BK0Q6AEIKjAA#v=onepage&q=Nutrient%20Requirements%20of%20Nonhuman%20Primates&f=false>. Accessed July 30, 2019
- Petrofsky J, Berk L, Al-Nakhli H (2012): The influence of autonomic dysfunction associated with aging and type 2 diabetes on daily life activities. *Exp Diabetes Res* 2012:657103
- Reshef N, Hayari Y, Goren C, Boaz M, Madar Z, Knobler H (2005): Antihypertensive effect of sweetie fruit in patients with stage I hypertension. *Am J Hypertens* 18(10):1360-1363
- Rokitzki L, Logemann E, Sagredos AN, Murphy M, Wetzel-Roth W, Keul J (1994): Lipid peroxidation and antioxidative vitamins under extreme endurance stress. *Acta Physiol Scand* 151(2):149-158
- Sacheck JM, Blumberg JB (2001): Role of vitamin E and oxidative stress in exercise. *Nutrition* 17(10):809-814
- Samra M, Abcar AC (2012): False estimates of elevated creatinine. *Perm J* 16(2):51-52
- Santamaria P (2006): Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J Sci Food Agric* 86(1):10-17
- Schwingshackl L, Hoffmann G (2014): Comparison of high vs. normal/low protein diets on renal function in subjects without chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 9(5):e97656
- The Korean Society for Laboratory Medicine LAB Tests Online (2017). BUN. Available from: <https://labtestsonline.kr/tests/bun>. Accessed July 30, 2019
- Vara D, Pula G (2014): Reactive oxygen species: physiological roles in the regulation of vascular cells. *Curr Mol Med*

14(9):1103-1125

Xie D, Zhong H, Mo J, Li Z, Cui T, Yi C (2007): Nutritional and medicinal quality of pear juice: next hotspot? *Food* 1(1): 41-48

Zhao L, Wang L, Zhang Y (2009): Elevated admission serum

creatinine predicts poor myocardial blood flow and one-year mortality in ST-segment elevation myocardial infarction patients undergoing primary percutaneous coronary intervention. *J Invasive Cardiol* 21(10):493-498