

저열량 생즙 식이가 성인의 혈청 페리틴 농도에 미치는 영향

이 경 순 · Lydia S. Asante¹⁾ · 천 성 수²⁾ · 윤 미 은^{3)†}
삼육대학교 간호학과 · 삼육대학교 대학원 보건바이오융합학과¹⁾
삼육대학교 보건관리학과²⁾ · 삼육대학교 식품영양학과³⁾

Effects of a Low-Calorie Raw Juice Diet on the Level of Serum Ferritin in Korean Adults

Kyoung Soon Lee · Lydia S. Asante¹⁾ · Sung Soo Chun²⁾ · Mi Eun Yun^{3)†}

Dept. of Nursing, Sahmyook University, Seoul, Korea

Dept. of Health-bio Convergence Science, Graduate School, Sahmyook University, Seoul, Korea¹⁾

Dept. of Health Management, Sahmyook University, Seoul, Korea²⁾

Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul, Korea³⁾

ABSTRACT

This study examines the effects of a low-calorie raw juice diet on the level of serum ferritin in adults and analyzes nutrient intake from the diet. There were significant differences between juices; the highest calorie was provided by pear juice, highest crude protein, vitamin A, and vitamin B2 levels were from green Juice 1; and highest vitamin C and vitamin B1 levels were from fruit juices. The ratio of estimated energy requirements (EER) for the participants was 56.2% from the raw juice diet. The percentages of recommended intake (RI) from the raw juice diet of protein (57.9%), dietary fiber (19.1%), niacin (6.2%), calcium (0.1%), and magnesium (0.2%) were lower than 75%. However, those of RI of vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B6, and vitamin C were 1796.5%, 7481.7%, 1915.5%, 30858.7%, and 7500%, respectively, exceeding the tolerable upper intake level (UL) for vitamin A, vitamin B6, and vitamin C. There were significant decreases in weight, the body mass index (BMI), body fat mass, and skeletal muscle mass in males and females. After the diet program, serum iron and SOD (superoxide dismutase) showed significant decreases, whereas RBC, hemoglobin, hematocrit, and serum ferritin showed significant increases. There were negative correlations between serum ferritin and weight and between serum ferritin and skeletal muscle mass for all participants. There were negative correlations between serum ferritin and skeletal muscle mass for males and between serum ferritin and body fat mass for females. These results suggest that a raw juice diet can supplement a regular diet to prevent excess or deficient nutrient intake.

Key words: raw juice diet, low calorie, nutrient, serum ferritin

This research was supported by grants from the Specified Health Science project of Sahmyook University

접수일: 2015년 8월 24일 심사일: 2015년 10월 2일 게재확정일: 2015년 11월 3일

†Corresponding Author: Mieun Yun Tel: +82-2-3399-1658 E-mail: meyun@syu.ac.kr

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.

I. 서론

혈청 페리틴 농도는 철 섭취와 상관성은 높지 않지만 조직 철 고갈 단계에서 철 저장량에 예민하게 반응하는 지표로서 이용된다(The Korean Nutrition Society 2010). 혈청 페리틴은 철 저장량에 비례하며, 성인의 경우 혈청 페리틴 1 ug/L은 저장 철 10 mg과 같으므로(Jacobs et al. 1972; Walters et al. 1973; Charton et al. 1977) 남자는 900 mg, 여자는 300 mg의 저장철이 있다고 하였다(Cook & Skikne 1982). 철은 주로 단백질의 구성요소로 체내에 존재하는데 철을 함유하고 있는 단백질로는 헤모글로빈, 미오글로빈, 시토크롬과 같은 헴 단백질과 비헴 단백질 그리고 트랜스페린, 락토페린, 페리틴 등이 있다(Beard 2006). 성인의 체내에 존재하는 약 4 g 정도의 철 중 65%는 적혈구의 헤모글로빈, 10%는 근육의 미오글로빈, 나머지 25%는 조직을 구성한다(The Korean Nutrition Society 2010). 철은 주로 소장 상부세포에서 에너지 의존성 운반체인 divalent metal transporter (DMT1, DMT2)를 통해 흡수되는데(Institute of Medicine: IOM 2006; Beard 2006) 흡수된 철은 트랜스페린과 결합하여 혈액으로 이동된다(IOM 2001). 혈액을 따라 표적 세포로 이동된 철은 기능 단백질과 결합하거나 세포대사를 조절하는데 이용되며 여분의 철은 주로 간, 비장, 골수 등에 페리틴으로 저장된다. 그러나 소장세포에서 트랜스페린과 결합하지 못한 철은 소장세포와 함께 탈락되어 대부분 변으로 배설된다(Kohlmeier 2003). 일반적으로 소장세포의 주기적인 탈락으로 손실되는 철 손실량은 0.6 mg/일이며, 그 외에도 소변으로 0.1 mg/일, 피부 탈락으로 0.3 mg/일 정도의 철이 손실된다(Green 1968). 하루에 흡수되는 철의 양은 성인의 경우 남성 0.1 mg/일, 여성 1.5 mg/일이나 필요량이 증가하는 성장기, 월경, 임신기에 증가하여 임신 말기에는 4~5 mg/일까지 달한다(IOM 2001).

철결핍성 빈혈증의 판정 지표인 헤모글로빈이나 헤마토크릿은 철결핍의 마지막 단계에서 그 값에 변화가 나타나므로, 체내 철분 보유량과 높은 상관관계를 보이고 철 결핍이 심각해지기 전에 감시할 수 있

는 혈청 페리틴 함량을 함께 분석한다(Chung et al. 1991). Worwood(1979)는 혈청 페리틴의 빈혈 판정 기준치를 12 ng/mL로 제시하였는데 이는 12 ug/L와 같은 값이다. 철 결핍은 정도에 따라 세 단계로 분류되는데 1단계는 저장 철의 고갈단계로 혈청 페리틴 농도가 감소한 경우이고(<12ug/L), 2단계는 철 결핍성 조혈저하단계로 임상적으로 빈혈 증세가 없는 상태이며, 마지막 단계인 3단계는 적혈구내 철이 감소하여 철 결핍성 빈혈이 있는 상태로 헤모글로빈 농도가 감소한(남성<13 g/dL, 여성<12 g/dL) 경우이다(Sung 1998; The Korean Nutrition Society 2010). 혈청 페리틴 농도는 철분의 저장량과 상관이 있으므로 철분 저장량이 고갈되어 헤모글로빈, 적혈구 수까지 감소되어 있는 상태에서는 페리틴만으로는 더 이상 철분 결핍의 정도를 설명할 수 없다(Choue & Chung 2002). 그러나 철분결핍의 초기단계에서 간의 저장철분만 감소하고 이동 철분과 헤모글로빈의 양은 정상치를 나타낼 때 페리틴은 중요한 철분결핍의 지표가 될 수 있다.

Brudevold et al.(2008)은 페리틴 정상범위를 20~250 ug/L로 하여 34명의 고페리틴혈증 환자(평균 665.5 ± 369.4 ug/L, 283 ug/L~2190 ug/L)를 분석하였을 때 고페리틴혈증은 지방간과 인슐린 저항성을 동반한 대사증후군의 마커(marker)라고 하였다. 또한 저장철인 페리틴은 자유 수산기의 형성을 저해하는데 고페리틴혈증은 내피 또는 내피하의 염증(Hsueh 2003; Sjöholm & Nystrom 2005)으로 인하였거나 간세포로부터 페리틴이 단순히 유출되어 나타난 것으로 해석했다. 또한 페리틴은 급성기단백질(acute phase protein)이기 때문에 감염, 염증, 암(Worwood 1986), 간질환(Brudevold et al. 2008)에서 증가하며 알코올섭취, 비만, 당뇨 등에도 변화가 있음이 보고되었다(The Korean Nutrition Society 2010). 따라서 Punnonen et al.(1997)은 급성기 반응물질인 페리틴은 염증, 종양 그리고 심한 간질환이 있을 경우 상승할 수 있기 때문에 철의 저장량을 평가하는데 있을 한계가 있을 수 있다고 하였다. 뿐만 아니라 충남 일부지역 거주자 949명을 분석하였을 때 혈청페리틴의 상승은 맥파전달속도로 측정된 동

맥정직도의 상승과도 유의한 상관성을 나타냈다(Lee et al, 2006). 페리틴은 성별에 따라서 차이를 나타내어 20세 이상 성인 306명에서 평균 혈청 페리틴 수준은 여자가 47.7 ng/mL(14.4-158.2) 남자는 105.4 ng/mL(34.6-321.4)로 남자가 여자보다 유의하게 높았고 여자의 경우는 대사증후군 유병률이 혈청 페리틴 제1사분위(6.9%)에 비해서 제4사분위(41.4%)에서 유의하게 증가하였다. 사분위 분류 기준치는 여자는 29.9, 48.8, 72.0 ng/mL, 남자는 75.7, 105.8, 153.7 ng/mL 이었다(Kim et al, 2010). 국민건강영양조사 자료(2007~2009년)를 분석한 Kim et al.(2012)의 연구에서도 남자는 120.3 ± 80.1 ng/mL 여자는 47.9 ± 39.8 ng/mL로 남녀 간에 유의한 차이를 나타내었고 여자의 경우 연령이 높을수록 남자의 경우 알코올 섭취량이 많을수록 페리틴 농도가 증가하였다.

그러나 녹즙의 효과는 주로 혈청지질수준(Kwon 2000; Kim 2004)에 미치는 영향과 DNA 손상 및 항산화 영양상태(Kim 2004)에 미치는 영향에 대한 연구가 보고되었고 일부 여대생에게 저열량 과일식(888.1 ± 112.7 kcal/day)을 섭취시켰을 때 혈청 헤모글로빈 농도가 유의하게 증가하였다는 보고(Yun et al, 2011)와 저열량 식사가 만성 간질환자에서 혈청 페리틴을 감소시켰다는 연구(Iwasa et al, 2010)만 있을 뿐 저열량 생즙 식이의 영양소 함량과 이에 따른 혈청페리틴의 변화를 분석한 연구는 거의 발표되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 일반 성인 지원자를 대상으로 10일간의 생즙 중재 프로그램을 실행하고 생즙 섭취에 따른 영양소 섭취량을 분석하고 실시 전과 후의 혈중 페리틴 변화를 분석하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 서울에 위치하고 있는 S 대학교의 생즙 섭취 프로그램에 지원한 성인 33명(남자 11명, 여자 22명)을 대상으로 하였다. 전체대상자의 평균 연령은 48.55 ± 13.08세로 남자대상자는 51.73 ± 14.25세,

여자대상자는 46.95 ± 12.49세였다. 참가자들은 프로그램에 관한 설명을 들은 후 동의서에 서명을 하였고 2014년 4월 27일 부터 5월 6일까지 10일간 물과 생즙만을 섭취하였다. 또한 본 연구를 위해 IRB 허가를 획득하였다(삼육대학교, SYUIRB 2014-043).

2. 신체 계측

신장과 체중은 신체 자동계측기(Helmas; Health Management System, 체력진단시스템, 세우시스템(주), SH9600A)를 사용하여 측정하였다. 신장과 체중을 이용하여 체질량 지수(BMI, Body Mass Index = 체중(kg)/[신장(m)]²)를 산출하였다. 신체 자동계측기를 이용해, 체지방량, 근육량 등을 측정하였다.

3. 생즙 공급방법

생즙은 매일 아침 6시 30분에 배즙 공급 후 19시 30분(과즙)까지 1일 총 17회를 공급하였는데 1회 공급량은 1컵 (약 220 mL) 이었다. 배즙은 1컵, 자몽, 레몬, 오렌지, 사과를 포함한 과즙은 8컵, 당근, 민들레, 케일을 포함한 녹즙 1은 4컵, 당근, 비트, 오이, 미나리를 포함한 녹즙 2는 4컵을 공급하였는데, 과즙 섭취 후 30분, 녹즙 섭취 후는 1시간 이상의 시간 후에 다음 즙을 섭취하였다. 개인별로 섭취가능한 만큼 섭취하도록 하였으며 매일 즙 섭취횟수와 양을 기록하여 섭취량을 확인하였다. 생즙섭취 프로그램에서는 하루 17회의 생즙 공급과 함께 하루 3회(오전, 오후, 저녁)의 건강강의를 제공하였다.

4. 생즙 영양성분 분석

생즙의 열량과 영양소 분석은 K 대학교와 S 대학교의 식품분석센터에 의뢰하여 결과를 받았다. 일반 성분은 AOAC 방법으로 수분분석은 105℃ 상압가열 건조법, 조회분은 550℃ 직접회화법, 조단백은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조섬유는 Henneberg-Stohmann개량법으로 분석하였다. 탄수화물 함량은 식품중량에서 조단백, 조지방, 수분 및 회분의 무게를 제한 값으로 계산하였다. [계산식: 100 - (조단백+조지방+수분+회분)] 비타민 A와 비타

민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 B₆, 비타민 C, 니아신은 HPLC (Agilent, 1100 Series, USA)로 분석하였다. Ca, Mg, Na, K, Fe는 유도결합플라스마 분광광도계(ICP, Inductively Coupled Plasma; PERKIN ELMER, OPTIMA 3300DV, USA)로 함량을 측정하였다.

5. 혈액 성분 분석

채혈은 실험 전과 후 공복 시에 시행하였으며 혈청 철, 적혈구수, 헤모글로빈, 헤마토크릿, 페리틴, 총항산화능(TAS), Superoxide dismutase(SOD) 등을 질병전문검사기관인 씨젠의료재단(구 네오딘의학연구소) 검사실에 의뢰하여 분석하였다.

6. 통계방법

본 실험을 통해 얻어진 측정치는 SPSS program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA, version 21.0)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 프로그램 전후 차이분석은 Paired t-test를 사용하여 검정하였다. 생즙성분간의 평균 비교는 One-Way ANOVA (Analysis of variance)와 Duncan's multiple range test를 사용하였으며 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다. 상관성은 Pearson's Correlation 방법으로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생즙의 열량 및 영양성분

프로그램에서 제공한 생즙의 100 g당 열량 및 영양성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 생즙 열량은 평균 32.46 ± 9.91 kcal로 생즙 종류별로 유의한 차이를 나타내어 배즙이 43.79 ± 0.01 kcal로 가장 높았으며 다음이 과즙(39.88 ± 0.42 kcal)이었으며 녹즙 1(23.22 ± 0.26 kcal)과 녹즙 2(22.94 ± 0.14 kcal)간에는 차이가 나타나지 않았다($p < 0.001$). 탄수화물 함량은 열량과 같은 경향으로 생즙 종류별로 유의한 차이를 나타내어 배즙이 10.49 ± 0.05 g으로 가장 높았으며 다음이 과즙(8.96 ± 0.03 g)이었으며 녹즙 1(4.58 ± 0.05 g)과 녹즙 2(4.69 ± 0.09 g)간에는 차이가 나타나지 않았다($p < 0.001$). 단맛이 강한 과즙

과 배즙이 채소즙인 녹즙 1과 녹즙 2보다 탄수화물과 열량이 높은 것으로 나타나서 열량을 보충할 때는 과즙이나 배즙을 선택하고 열량섭취를 줄일 때는 녹즙 1이나 녹즙 2를 선택하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 수분 함량도 생즙 종류에 따라 유의한 차이가 나타나서 녹즙 2가 93.65 ± 0.24 g으로 가장 높았으며 녹즙 1(93.26 ± 0.29 g), 과즙(89.73 ± 0.02 g), 배즙(87.90 ± 0.04 g)순이었다($p < 0.001$). 조회분 함량은 수분함량이 가장 낮았던 배즙이 1.15 ± 0.04 g로 가장 높았으며 녹즙 1(0.96 ± 0.02 g), 녹즙 2(0.64 ± 0.02 g), 과즙(0.27 ± 0.00 g) 순으로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.001$). 조단백 함량은 녹즙 1이 1.13 ± 0.03 g으로 가장 높았고 다음이 녹즙 2(0.99 ± 0.89 g), 과즙(0.60 ± 0.02 g), 배즙(0.33 ± 0.01 g) 순으로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.001$). 조지방은 과즙만 0.18 ± 0.05 g으로 유의하게 높았으며 배즙(0.06 ± 0.03 g), 녹즙 1(0.04 ± 0.04 g), 녹즙 2(0.03 ± 0.02 g)간에는 차이가 나타나지 않았다($p < 0.01$). 조섬유도 과즙이 0.25 ± 0.02 g으로 가장 높았으며 다음이 배즙(0.08 ± 0.02 g)이었고 녹즙 1(0.03 ± 0.00 g)과 녹즙 2(0.01 ± 0.00 g)간에는 차이가 나타나지 않았다($p < 0.001$). 비타민 A는 당근을 포함한 녹즙 1 (773.07 ± 18.70 ug R,E)과 녹즙 2(544.67 ± 3.53 ug R,E)가 높았고 과즙(56.29 ± 1.80 ug R,E), 배즙(0.46 ± 0.02 ug R,E) 순으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.001$). 비타민 B₁과 비타민 C는 과즙에만 포함되어 있었으며, 과즙 100 g에 포함된 비타민 B₁은 5.34 ± 0.09 mg, 비타민 C는 471.00 ± 11.58 mg 이었다. Can pro 3.0 (The Korean Nutrition Society 2006)으로 녹즙 재료 100 g에 포함된 비타민 B₁의 함량을 분석하였을 때는 민들레가 100 g 당 0.19 mg으로 가장 높았고 케일이 0.14 mg, 오렌지와 자몽이 0.08 mg, 당근과 미나리는 0.06 mg, 레몬이 0.05 , 오이가 0.04 mg, 배와 사과가 0.01 mg로 나타났다. 비트의 영양소 함량은 식품영양성분데이터베이스에서 확인하였으며 생 비트 100 g 당 비타민 B₁의 함량은 0.02 mg이었다(Korean Ministry of Food and Drug Safety 2015). 배와 민들레, 케일, 당근, 미나리 오이 등의 채소류에도 비타민 B₁이 함유되어 있었지만 생

즙을 분석하였을 때는 검출되지 않았다. 비타민 B₁은 산성용액에는 안정하나 중성이나 알칼리성에서는 불안정한 특징이 있어(Kim et al. 2014) 과즙을 제외한 배즙, 녹즙 1, 녹즙 2가 중성이나 알칼리성 범위에 있었다면 파괴되었을 수도 있을 것으로 사료된다. 또한 채소와 과일의 생즙을 추출하고 남은 고형물로 손실되었을 가능성이 있어 추후 연구에서는 생즙 추출 후 잔여물인 고형물에 대한 분석이 필요하다고 사료된다. 비타민 C도 비슷한 경향으로 녹즙 재료 100 g 당 케일이 83 mg으로 가장 높았고 레몬이 70, 오렌지와 자몽, 민들레가 각각 39, 36, 35 mg으로 비슷한 수준이었고 비트가 23 mg, 오이와 미나리는 10 mg, 당근이 6 mg, 배와 사과가 4 mg으로 나타났다. 사과와 배 같이 과육이 흰 과일에는 오렌지, 레몬과 같이 과육이 유색인 과일보다 비타민 C 함량이 낮았다. 케일, 당근, 민들레로 구성된 녹즙 2의 경우는 식품성분 분석상 비타민 C가 포함된 것으로 나타났으나 생즙에서는 비타민 C가 검출되지 않았다. 비타민 C의 화학명칭은 L-ascorbic acid 로 식품 중에 환원형(L-ascorbic acid)과 산화형(dehydro-L-ascorbic acid)의 두가지 형태로 존재하며 산화형의 비타민 C 효과는 환원형의 절반정도이다. 산화형과 환원형은 가역적으로 변화하지만 산화형이 더욱 산화하면 불활성체로 된다(Kim et al. 2014). 당근에는 ascorbate oxidase가 고농도로 함유되어 녹즙에 당근을 첨가하면 비타민 C가 파괴되는 것으로 알려져 기피하는 경향이 있어왔다(Pachla et al. 1985). 최근 당근에 포함된 ascorbic acid oxidase가 ascorbic acid를 DHAA(dehydro-L-ascorbic acid)로 산화시키는 것을 방지하기 위한 처리법으로 당근을 80 °C 이상에서 10분간 가열하였을 때 효소가 비활성화되는데 효과적이라고 하였다(Leong & Oey 2012). Lee et al. (1997)은 당근 첨가가 후 시간이 경과함에 따라 녹즙에서 ascorbic acid 함량은 점차적으로 파괴되었지만 DHAA 함량은 서서히 증가하여 총비타민 C 함량(ascorbic acid+ DHAA)에는 큰 변화가 없다고 하였다. 본 연구의 생즙 분석에서는 비타민 C 중 환원형 L-ascorbic acid 만을 분석하였으므로 배즙, 녹즙 1, 녹즙 2에서는 비타민 C가 검출되지 않은 것으로 사

료된다. 비타민 B₂와 비타민 B₆는 과즙과 녹즙 1에만 포함되어 있었고 비타민 B₂는 과즙(1.02 ± 0.16 mg)과 녹즙 1(1.08 ± 0.02 mg) 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으나 비타민 B₆는 녹즙 1(22.05 ± 0.38 mg)이 과즙(17.18 ± 0.67 mg)보다 유의하게 높았다(p < 0.001). 케일과 민들레는 생채소 100 g 당 비타민 B₂를 각각 0.26, 0.25 포함하고 있어 미나리(0.12), 사과와 배(0.01), 오렌지와 레몬(0.02), 자몽, 당근, 오이, 비트(0.04)보다 함량이 높았다. 따라서 케일과 민들레, 당근을 포함한 녹즙 1의 비타민 B₂ 함량이 높았다. 조리가공시 비타민 B₂ 평균 손실률은 10~20%이며 비타민 B₂는 가시광선에 의해 파괴되므로(Kim et al. 2014) 본 생즙 재료로 사용된 과일(사과, 배, 오렌지, 자몽, 레몬)과 수분함량이 높은 오이의 비타민 B₆의 100 g 당 함량은 0.02~0.08로 당근(0.25), 케일과 미나리(0.24), 민들레(0.21)보다 낮았다. 비타민 B₆는 산성에는 안정하나 중성 및 알칼리성에서는 빛에 의해 분해된다(Kim et al. 2014). 우리나라 대학생들의 비타민 B₆ 주된 급원 식품은 남자 대학생의 경우는 돼지고기, 쌀, 양파, 감자, 마늘, 고등어, 시금치, 달걀, 당근, 닭고기 식품에서 여자 대학생의 경우는 쌀, 돼지고기, 김치, 쇠고기, 콩나물, 감자, 만두, 양파로 보고하였다(Cho & Kim 2005). 본 생즙을 착즙한 후 유리병에 담아 광선에 노출되어 미량 함유된 배즙, 녹즙 2의 경우는 비타민 B₂와 비타민 B₆이 검출되지 않은 것으로 사료된다. 니아신은 생즙 종류 간에 유의한 차이를 나타내어 녹즙 1이 0.16 ± 0.00 mg 으로 가장 높았고 녹즙 2(0.09 ± 0.00 mg), 배즙(0.02 ± 0.00 mg), 과즙(0.01 ± 0.00 mg) 순이었다(p < 0.001). 100 g 당 니아신 함량도 미나리(1.5)와 케일(1.3)이 당근(0.8), 레몬(0.7)과 배, 사과, 비트, 오이, 오렌지, 자몽, 민들레(0.1~0.3)보다 높았다. 따라서 녹즙 1은 니아신과 비타민 B₂, 비타민 B₆의 보충음료로 가능할 것으로 사료된다. 엽산과 철분은 4 종류의 생즙에서 검출되지 않았다. 칼슘은 평균 0.03 ± 0.02 mg (0.01 ± 0.00 mg~0.07 ± 0.00 mg)으로 생즙 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 나트륨은 배즙과 과즙이 각각 0.02 ± 0.00 mg, 0.02 ± 0.00 mg으로 녹즙 1(0.05 ± 0.00 mg)과 녹즙

2(0.04 ± 0.00 mg)보다 유의하게 낮았다(p<0.001). 마그네슘도 비슷한 경향으로 배즙과 과즙이 각각 0.01 ± 0.00 mg, 0.01 ± 0.00 mg으로 녹즙 1(0.03 ± 0.00 mg)과 녹즙 2(0.02 ± 0.00 mg)보다 유의하게 낮았다(p<0.001). 칼륨은 녹즙 1이 0.26 ± 0.01 mg로 가장 높았으며 다음이 녹즙 2(0.02 ± 0.00 mg), 그리고 과즙(0.01 ± 0.00 mg)과 배즙(0.01 ± 0.00 mg) 간에는 차이가 나타나지 않았다(p<0.001).

2. 열량 및 영양소 섭취량

참가자들의 생즙으로 섭취한 열량 및 영양소 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 열량 섭취량은 평균 1089.7 ± 96.70 kcal(최소 850.22 kcal, 최대 1180.80 kcal)로 에너지 필요추정량의 56.2% 수준이었으며 남자 참가자들은 1123.1 ± 0.42 kcal(에너지 필요추정량의 50.9%), 여자 참가자들은 1070.7 ±

109.17 kcal(에너지 필요추정량의 59.2%)이었다. 이는 여대생들에게 10일 동안 하루 3끼 식사와 2번의 간식을 모두 과일로 공급한 과일식의 경우 섭취한 열량은 888.1 ± 112.7 kcal(769 kcal~1044 kcal)으로 필요 추정량의 42.3 ± 5.4% 수준이었던 결과보다는 높았다(Yun et al. 2011). 그러나 대학생에게 현미채식을 공급한 경우 열량이 2043.2 ± 112.7 kcal로 에너지 필요추정량의 97.3% 수준(Yun & Kim 2013)이었던 것보다 매우 낮아 생즙만으로 구성된 식사로 공급된 열량은 밥과 반찬으로 구성된 일상식사의 열량보다 낮았다. 이는 과일식이나 생즙 식사가 하루 한 끼 정도 공급될 경우 열량섭취를 감소시키는 효과를 나타낼 수 있을 것으로 사료된다. 단백질 섭취량도 27.09 ± 2.40 g(최소 21.14 g, 최대 29.36 g)으로 권장섭취량의 57.9% 수준이었으며 남자 참가자들은 27.92 ± 1.56 g(권장섭취량의 55.8%), 여자 참가자

Table 1. A comparison of energy and nutrients for 100 gram raw juice

	Total	Fruit	Pear	Green 1	Green 2	p-value ¹⁾
Energy(kcal)	32.46 ± 9.91	39.88 ± 0.42 ^{2hs)}	43.79 ± 0.10 ^c	23.22 ± 0.26 ^a	22.94 ± 0.14 ^a	.000
Water(g)	91.14 ± 2.52	89.73 ± 0.02 ^b	87.90 ± 0.04 ^a	93.26 ± 0.29 ^c	93.65 ± 0.24 ^d	.000
Crude protein(g)	0.76 ± 0.33	0.60 ± 0.02 ^b	0.33 ± 0.01 ^a	1.13 ± 0.03 ^d	0.99 ± 0.89 ^c	.000
Crude Fat(g)	0.08 ± 0.07	0.18 ± 0.05 ^b	0.06 ± 0.03 ^a	0.04 ± 0.04 ^a	0.03 ± 0.02 ^a	.005
Carbohydrate(g)	7.18 ± 2.72	8.96 ± 0.03 ^b	10.49 ± 0.05 ^c	4.58 ± 0.05 ^a	4.69 ± 0.09 ^a	.000
Crude fiber(g)	0.09 ± 0.10	0.25 ± 0.02 ^c	0.08 ± 0.02 ^b	0.03 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^a	.000
Crude Ash(g)	0.75 ± 0.35	0.27 ± 0.00 ^a	1.15 ± 0.04 ^d	0.96 ± 0.02 ^c	0.64 ± 0.02 ^b	.000
Vitamin A(ug R,E)	343.62 ± 340.62	56.29 ± 1.80 ^b	0.46 ± 0.02 ^a	773.07 ± 18.70 ^d	544.67 ± 3.53 ^c	.000
Vitamin B ₁ (mg)	1.33 ± 2.41	5.34 ± 0.09 ^b	ND ^{4)a}	ND ^a	ND ^a	.000
Vitamin B ₂ (mg)	0.53 ± 0.55	1.02 ± 0.16 ^b	ND ^a	1.08 ± 0.02 ^b	ND ^a	.000
Niacin(mg)	0.07 ± 0.06	0.01 ± 0.00 ^a	0.02 ± 0.00 ^b	0.16 ± 0.00 ^d	0.09 ± 0.00 ^c	.000
Vitamin B ₆ (mg)	9.81 ± 10.41	17.18 ± 0.67 ^b	ND ^a	22.05 ± 0.38 ^c	ND ^a	.000
Folate(ug)			ND			.000
Vitamin C(mg)	117.75 ± 213.08	471.00 ± 11.58 ^b	ND ^a	ND ^a	ND ^a	.000
Calcium(mg)	0.03 ± 0.02	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.02 ± 0.00	NS ⁵⁾
Sodium(mg)	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.00 ^a	0.02 ± 0.00 ^a	0.05 ± 0.00 ^c	0.04 ± 0.00 ^b	.000
Potassium(mg)	0.17 ± 0.08	0.06 ± 0.01 ^a	0.13 ± 0.00 ^b	0.26 ± 0.01 ^d	0.22 ± 0.00 ^c	.000
Iron(mg)			ND			.000
Magnesium(mg)	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^a	0.03 ± 0.00 ^c	0.02 ± 0.00 ^b	.000

1) Significance at $\alpha = 0.05$ based on an ANOVA.

2) Mean ± standard deviation

3) Means with different letters (a,b) within a row indicate significant differences from each other at $\alpha = 0.05$ based on an ANOVA (b>a).

4) Not detected.

5) Not significant.

Table 2. Nutrient intake by subjects

	Total		%RNI	Male		%RNI	Female		%RNI
Energy(kcal)	1089.70	± 96.70 ¹⁾	56.2	1123.05	± 0.42	50.9	1070.65	± 109.17	59.2
Water(g)	3091.90	± 274.38	135.0	3186.51	± 0.02	118.0	3037.83	± 309.76	144.6
Crude protein(g)	27.09	± 2.40	57.9	27.92	± 1.56	55.8	26.62	± 2.71	59.1
Crude Fat(g)	3.54	± 22.31		3.65	± 0.05		3.48	± 14.35	
Carbohydrate(g)	237.36	± 2221.06		244.62	± 0.03		233.21	± 1423.78	
Crude fiber(g)	4.46	± 0.39	19.1	4.59	± 0.02	17.7	4.38	± 0.45	19.9
Vitamin A(ug R.E)	11388.73	± 1010.66	1796.5	11737.24	± 1.80	1676.7	11189.59	± 1140.97	1864.9
Vitamin B ₁ (mg)	84.95	± 7.54	7481.7	87.55	± 0.88	7295.9	83.47	± 8.51	7587.8
Vitamin B ₂ (mg)	24.85	± 2.20	1915.5	25.61	± 1.56	1707.3	24.41	± 2.49	2034.5
Niacin(mg)	2.19	± 22.20	6.2	2.26	± 0.00	6.4	2.15	± 14.22	6.1
Vitamin B ₆ (mg)	449.14	± 39.86	30858.7	462.88	± 6.68	30858.7	441.28	± 45.00	31520.2
Vitamin C(mg)	7500.03	± 665.57	7500.0	7729.53	± 115.79	7729.5	7368.88	± 751.38	7368.9
Calcium(mg)	1.05	± 22.09	0.1	1.09	± 0.00	0.1	1.07	± 14.10	0.1
Sodium(mg)	1.07	± 0.09	71.6	1.07	± 0.00	73.8	1.06	± 0.11	70.4
Potassium(mg)	5.03	± 0.45	107.1	5.19	± 0.01	110.4	4.95	± 0.50	105.3
Magnesium(mg)	0.58	± 22.05	0.2	0.59	± 0.00	0.2	0.57	± 0.00 ^a	0.2

1) Mean ± standard deviation

들은 26.62 ± 2.71 g(권장섭취량의 59.1%)을 섭취하였다. 이는 과일식의 경우 단백질 권장섭취량의 24.5% 수준으로 섭취한 것보다는 높았는데 채소류의 단백질 함량이 과일류의 단백질 함량보다 높은 경향으로 본 연구의 생즙 분석 결과에서 녹즙 2(1.13 g/100 g)과 녹즙 1(0.99 g/100 g)의 단백질 함량이 배즙(0.33 g/100 g)과 과즙(0.60 g/100 g)보다 높았던 것과 관련이 있을 것으로 사료된다. 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 B₆, 비타민 C는 권장섭취량의 각각 1796.5%, 7481.7%, 1915.5%, 30858.7%, 7500%를 섭취하였으며 상한 섭취량이 있는 비타민 A(3000 ug R.E)와 비타민 C(2000 mg)의 경우는 상한 섭취량을 초과하여 섭취한 것으로 나타났다(The Korean Nutrition Society 2010). 칼륨과 나트륨, 수분의 경우는 각각 성인의 충분 섭취량의 107.1%(3.5 g), 71.6%(1.5 g), 135.0% (1800~2500 mL) 수준으로 섭취한 것으로 나타났다. 그러나 식이섬유, 니아신, 칼슘, 마그네슘의 경우는 성별 연령별 권장섭취량 또는 충분섭취량의 19.1% (20~25 g), 6.2%(35 mg), 0.1%(650~750 mg), 0.2% (280~350 mg) 수준으로 섭취하여 장기간 섭취 시에는 일부 영양소의 과잉증

과 일부 영양소의 부족증이 나타날 수도 있을 것으로 사료된다. 과일식의 경우는 칼슘(20.8%) 그리고 철분(40.7%) 뿐만 아니라 비타민 A(20.8%), 비타민 B₂(74.3%), 니아신(37.3%) 섭취량도 권장섭취량 수준에 미치지 못하였는데(Yun et al. 2011) 채소즙을 포함한 생즙을 섭취하였을 때 비타민 섭취량이 높아 생즙을 적당량 섭취하였을 때 비타민 A 뿐 아니라 수용성 비타민을 보충하는 효과가 있을 것으로 사료된다.

3. 생즙섭취에 따른 신체 계측, 혈액 성분의 변화량

생즙섭취에 따른 신체계측, 혈액성분의 변화량 분석은 Table 3과 같다. 참가자들의 평균 나이는 48.55 ± 13.8세로 남자는 51.73 ± 14.25세 여자는 46.95 ± 12.49세였다. 참가자들의 키는 남녀 각각 172.3 ± 5.01 cm, 158.1 ± 5.31 cm 이었다. 생즙섭취 전에 비해 생즙 섭취 후 참가자들의 체중, BMI, 체지방량, 근육량이 모두 유의하게 감소하였다. 체중은 남자참가자들의 경우 체중이 71.15 ± 12.07 kg에서 67.13 ± 10.62 kg로 평균 4.01 ± 1.68 kg 감소하였으며(p < 0.001), 여자참가자들도 59.66 ± 9.86 kg에서 56.69 ± 9.27 kg로 평균 2.98 ± 1.06 kg 감소하였다(p <

0.001). BMI도 체중과 비슷한 경향으로 남자참가자들의 경우 $23.86 \pm 3.12 \text{ kg/m}^2$ 에서 $22.53 \pm 2.74 \text{ kg/m}^2$ 로 평균 $0.20 \pm 0.29 \text{ kg/m}^2$ 감소하였으며 ($p < 0.001$), 여자참가자들은 $23.89 \pm 3.32 \text{ kg/m}^2$ 에서 $22.61 \pm 2.97 \text{ kg/m}^2$ 로 평균 $0.24 \pm 0.40 \text{ kg/m}^2$ 감소하였다($p < 0.001$). 남자 참가자들에게서 체지방량($p < 0.05$)과 근육량($p < 0.01$)이 각각 $1.47 \pm 2.08 \text{ kg}$, $1.18 \pm 1.14 \text{ kg}$ 유의적으로 감소하였다. 여자 참가자들에게서도 체지방량($p < 0.001$)과 근육량($p < 0.001$)이 각각 $1.30 \pm 1.05 \text{ kg}$, $0.74 \pm 0.76 \text{ kg}$ 유의적으로 감소하였다. 이는 에너지 필요량보다 열량 섭취가 낮아 체내에 저장된 에너지를 사용하여 근육량과 체지방량이 모두 감소한 것으로 사료된다. 생츄 섭취에 따라 혈액 성분에도 유의한 변화가 나타나 혈청 철과 SOD는 유의하게 감소한 반면 적혈구수(RBC), 헤모글로빈, 헤마토크릿, 혈청 페리틴은 유의하게 증가하였다. 혈청 철은 남자참가자의 경우 감소하는 경향이었으나 그 차이가 유의적이지는 않았고, 여자참가자는 $95.77 \pm 46.35 \text{ ug/dL}$ 에서 $74.91 \pm 29.23 \text{ ug/dL}$ 으로 평균 $20.86 \pm 33.96 \text{ ug/dL}$ 유의하게 감소하였다($p < 0.01$). RBC는 혈청 철과는 반대로 남자참가자의 경우 증가하는 경향이었으나 그 차이가 유의적이지는 않았고, 여자참가자는 $4.25 \pm 0.42 \text{ Mil/uL}$ 에서 $4.40 \pm 0.41 \text{ Mil/uL}$ 으로 평균 $0.16 \pm 0.16 \text{ Mil/uL}$ 가 유의하게 증가하였다($p < 0.001$). 헤모글로빈($p < 0.001$)과 헤마토크릿($p < 0.01$)은 여자 대상자에서만 각각 $0.52 \pm 0.45 \text{ g/dL}$, $1.10 \pm 1.56\%$ 가 유의하게 증가하였다. 성인 여성 2명 중 한 명은 빈혈이라고 할 정도로 빈혈은 심각한 건강문제 중 하나로(Yun et al. 2014) 빈혈 판정에는 헤모글로빈과 헤마토크릿 수준이 일반적으로 사용되며 빈혈의 마지막 단계인 3단계에 적혈구내 철이 감소하여 철 결핍성 빈혈이 있는 상태로 헤모글로빈 농도가 남성의 경우는 13 g/dL 미만, 여성의 경우는 12 g/dL 미만으로 감소하면 빈혈로 판정한다(Sung 1998; The Korean Nutrition Society 2010). 본 연구 참가자의 경우 참가 전 여성은 5명(22.7%)이 12 g/dL 미만($9.4 \sim 11.7$)으로 빈혈이었고, 남성은 13 g/dL 미만인 참가자가 한 명도 없었다. 빈혈이었던 여자 참가자들은 10일 동안의 생츄 섭취로

평균 0.66 g/dL 증가($10.5 \sim 12.3$)하여 여성참가자 전체의 변화량 $0.52 \pm 0.45 \text{ g/dL}$ 보다 높았다. 식사형태에 따라서도 빈혈지표인 헤모글로빈에 차이가 나타나서 헤모글로빈이 $10 \sim 12 \text{ g/dL}$ 이거나 헤마토크릿이 $30 \sim 37\%$ 인 경증빈혈인 30~40대 중년 여성을 분석하였을 때 육식형 집단은 $11.95 \pm 0.75 \text{ g/dL}$ 로 혼합형(11.88 ± 0.44)과 채식형(11.60 ± 0.73)보다 높았다. 헤마토크릿도 같은 경향으로 육식형 집단은 $36.24 \pm 2.11 \text{ g/dL}$ 로 혼합형(34.68 ± 2.54)과 채식형(35.22 ± 1.43)보다 높았다(Kim & Yoo 1999). 헤모글로빈 수준이 $10 \sim 12 \text{ g/dL}$ 이면 가벼운 경증 빈혈(mild), $7 \sim 9.9 \text{ g/dL}$ 이면 중등도 빈혈(moderate), 7 g/dL 이하이면 아주 심한 빈혈(severe)로 분류한다(Kapoor et al. 1997). Chung et al.(1991)은 빈혈 판정기준치를 헤모글로빈은 14 g/dL 로 헤마토크릿은 40%로 높일 것을 제안하였다. 유전자형에 따라서도 헤모글로빈 농도의 변화에 차이가 나타나서 여대생에게 과일식과 걷기운동을 실시한 복합다이어트 후에 UCP2 유전자형 중 DD유전자형에서만 헤모글로빈 농도($13.0 \pm 1.1 \text{ g/dL}$ 에서 $13.6 \pm 1.4 \text{ g/dL}$)가 유의하게 증가하였다($p < 0.05$) (Yun et al. 2011). 철분은 과당, 솔비톨 등의 당류 비타민 C, 구연산, 젖산, 주석산 등 산류 그리고 육류, 가금류, 어류의 섭취에 의해 흡수가 증가되고 차와 커피에 있는 탄닌, 시금치 등에 있는 옥살산, 칼슘, 아연 망간 등에 의해서는 흡수가 감소된다(Gropper et al. 2009)고 하는데 본 연구에서 제공한 생츄에는 철분 함량이 매우 부족함에도 헤모글로빈의 수준의 유의적인 증가는 저열량 생츄식이 철분 대사에 간접적인 영향을 준 것으로 사료된다. ACOG에서는 철결핍성 빈혈을 예방하기 위한 영양전략으로 철, 비타민 C, 붉은 색 고기가 포함된 음식을 섭취할 것을 제안하였다(American College of Obstetricians Gynecologists 1993). 또한 체내 철은 혈액 손실이 없는 한 거의 배설되지 않고 재활용되기 때문에 철 저장량이 많아지면 그 흡수량은 감소한다(Beard 2006). 따라서 철의 흡수는 빈혈과 같이 철의 필요량이 증가되는 경우에 상대적으로 높아지는데 빈혈 여성에서의 증가폭이 높은 것도 이와 관련이 있을 것으로 사료된다. 혈청 페리틴은 남녀 모두에서 유의적으로 증가하

여 남자 참가자는 생즙 섭취 전 145.01 ± 69.20 ng/mL(47.4~254.6)에서 284.87 ± 103.77 ng/mL(179.9~496.0)로 평균 139.85 ± 52.07 ng/mL 증가하였고 여자 참가자는 생즙 섭취 전 73.00 ± 56.75 ng/mL(8.3~185.6)에서 111.02 ± 78.40 ng/mL(7.9~297.1)로 평균 38.03 ± 35.97 ng/mL 증가하였다. 본 연구의 혈청 페리틴 참고치는 남자 30~400 ng/mL, 여자 13~150 ng/mL이었다. 생즙 섭취 전 남자 대상자는 모두 참고치 범위였으나 여자 참가자는 18명(81.8%)이 정상 범위였다. Brudevold et al.(2008)은 페리틴 정상범위를 20~250 ug/L로 하여 고페리틴 혈증을 정의하였는데 이 기준으로 하면 남녀 모든 참가자는 참가 당시 혈청 페리틴이 정상범위였다. 그러나 생즙 섭취 후 남자 참가자 중 6명(54.5%)과 여자 참가자 중 1명(4.5%)은 250 ug/L 이상으로 증가하였다. 저장철인 페리틴은 자유 수산기의 형성을 저해하는데 고페리틴혈증은 내피 또는 내피하의 염증(Hsuch 2003; Sjöholm & Nystrom 2005)으로 인하거나 간세포로부터 페리틴이 단순히 유출되어 나타난 것으로 해석되었다(Brudevold et al. 2008). 혈청 페리틴 농도는 남녀간에도 차이를 나타내어 20세 이상 성인 306명에서 평균 혈청 페리틴 수준은 여자 47.7 ng/mL(14.4~158.2), 남자 105.4 ng/mL(34.6~321.4)로 남자가 여자보다 유의하게 높았고(Kim et al. 2010). Kim et al.(2012)의 연구에서도 남자는 평균 120.3 ± 80.1 여자는 평균 47.9 ± 39.8 로 남녀간에 유의한 차이를 나타내었고 여자의 경우 연령이 높을수록 페리틴 농도가 증가하였다. 여러 개발도상국가의 연구들에서도 혈청 페리틴의 평균값은 남자는 90~95 ug/L이고 여자는 25~30 ug/L로 보고하여 남자가 높았다(Worwood 1980). 역학연구에서는 남성이 여성보다 인체 내 철의 저장량이 높아서 남성에서 관동맥 질환의 유병률이 높다고 하며 혈청 페리틴이 200 ug/L를 초과한 경우에 관동맥질환의 위험도가 2배 증가했다고 보고했다(Salonen et al. 1992). 본 연구에서 생즙 섭취 후 고페리틴 혈증으로 증가한 여성 참가자(297.1 ng/mL)의 경우 나이가 68세였고 생즙 섭취 전 174.7 ng/mL로 다른 여성 참가자들보다 높았다. 여대생에서 혈청 페리틴 12 ng/mL 미만을 빈혈 판정기준으로

하였을 때 대상자 중 5명이 빈혈 수준이었으나, 10일간 과일식과 걷기운동 후 2명은 정상 수준으로 증가되었다고 하였다(Yun et al. 2011). 생즙 섭취 전 혈청 페리틴이 12 ng/mL 미만인 여성은 3명(13.6%)이었는데 생즙 섭취 후 1명은 8.3 ng/mL에서 13.5 ng/mL로 증가하였다. 또한 혈청 페리틴은 여대생에서 유전자형에 따라서 차이가 나타나서 DD 유전자형의 경우 유의적이지는 않으나 혈청 페리틴의 증가(26.2 ± 31.6 ng/mL에서 31.7 ± 35.3 ng/mL)하여 헤모글로빈의 증가와 유사한 경향을 보였으나 ID 유전자형은 혈청 페리틴(14.5 ng/mL \pm 5.4에서 13.2 ± 4.9 ng/mL)변화가 유의적이지는 않으나 감소하는 경향이었고 DD 유전자형보다 낮았다(Yun et al. 2011). 페리틴은 하루 시간 변화에 따라 변화하는 circadian rhythm을 보이는 혈청 철과는 달리 시간경과에 따라 변동이 나타나지 않은 안정된 수치를 나타내었는데, 정상 성인의 혈청 페리틴을 하루 5회(7:30, 10:30, 13:30, 16:30, 19:30) 분석하였을 때 남성(10명)은 134.0 ± 69.89 ug/L에서 137.4 ± 70.70 ug/L 범위였으며 여성(9명)은 29.1 ± 21.44 ug/L에서 30.1 ± 21.54 ug/L 사이였다. 또한 페리틴의 정상치는 남자 70~160 ng/mL, 여자 20~70 ng/mL라고 하였다(Jeong & Kim 2002). Jeong et al.(2007)의 연구에서는 빈혈 자각증상이 있는 여대생의 페리틴 농도를 분석했을 때 8주 영양상담 전 23.1 ± 16.1 ng/mL에서 상담 후 20.5 ± 15.4 ng/mL로 감소하였으며 정상범위는 20 ng/mL에서 300 ng/mL이라고 하였다. 여대생의 경우도 골감소증인 경우는 혈청 페리틴이 12.39 ± 9.01 ng/mL로 골밀도가 정상인 여대생(39.32 ± 19.74 ng/mL)보다 유의하게 낮았으나 모든 값이 정상범위(9~446 ng/mL)에 있었다고 하였다(Sung & Jang). 일부 여대생(Chun 1997)의 경우는 체질량지수(BMI)에 따라서도 혈청 페리틴에 유의한 차이가 나타나서 저체중군(평균 BMI 18.6 kg/m²)의 혈청 페리틴 농도는 21.0 ± 10.2 ng/mL로 정상체중군(평균 BMI 21.7 kg/m²)의 30.4 ± 29.3 ng/mL과 과체중군(평균 BMI 26.5 kg/m²)의 34.2 ± 19.6 ng/mL보다 낮았다. 또한 혈청 페리틴 농도는 혈청 셀레늄 농도에 따라서도 유의한 차이를 나타내어 저셀레늄군(9.6 ug/dL)에서

Table 3. Changes in physical parameters and blood tests in subjects

		Total (n=33)		Male (n=11)		Female (n=22)	
Weight(kg)	Before	63.49 ± 11.81 ⁴⁾		71.15 ± 12.07		59.66 ± 9.86	
	After	60.17 ± 10.80		67.13 ± 10.62		56.69 ± 9.27	
	Difference	- 3.32 ± 1.36		- 4.01 ± 1.68		- 2.98 ± 1.06	
	p-value	.000 ⁵⁾		.000		.000	
BMI(kg/m ²) ¹⁾	Before	23.88 ± 3.21		23.86 ± 3.12		23.89 ± 3.32	
	After	22.58 ± 2.86		22.53 ± 2.74		22.61 ± 2.97	
	Difference	- 1.30 ± 0.57		- 0.20 ± 0.29		- 0.24 ± 0.40	
	p-value	.000		.000		.000	
Body fat mass(kg)	Before	18.36 ± 6.79		15.12 ± 6.92		19.99 ± 6.25	
	After	17.01 ± 6.12		13.65 ± 5.22		18.69 ± 5.93	
	Difference	- 1.36 ± 1.45		- 1.47 ± 2.08		- 1.30 ± 1.05	
	p-value	.000		.041		.000	
Skeletal muscle mass(kg)	Before	24.74 ± 5.90		31.45 ± 4.53		21.39 ± 2.82	
	After	23.85 ± 5.63		30.26 ± 4.40		20.65 ± 2.60	
	Difference	- 0.88 ± 0.91		- 1.18 ± 1.14		- 0.74 ± 0.76	
	p-value	.000		.006		.000	
Iron(ug/dL)	Before	106.70 ± 48.11		128.55 ± 45.93		95.77 ± 46.35	
	After	84.15 ± 29.47		102.64 ± 20.49		74.91 ± 29.23	
	Difference	- 22.55 ± 36.38		- 25.91 ± 42.38		- 20.86 ± 33.96	
	p-value	.001		.070		.009	
RBC(Mil/uL)	Before	4.47 ± 0.51		4.90 ± 0.38		4.25 ± 0.42	
	After	4.61 ± 0.50		5.03 ± 0.40		4.40 ± 0.41	
	Difference	0.15 ± 0.19		0.12 ± 0.22		0.16 ± 0.16	
	p-value	.000		.115		.000	
Hemoglobin(g/dL)	Before	13.71 ± 1.86		15.56 ± 1.12		12.78 ± 1.42	
	After	14.17 ± 1.74		15.91 ± 0.85		13.30 ± 1.38	
	Difference	0.46 ± 0.58		0.35 ± 0.79		0.52 ± 0.45	
	p-value	.000		.166		.000	
Hematocrit(%)	Before	41.18 ± 4.72		45.76 ± 2.90		38.89 ± 3.66	
	After	42.18 ± 4.73		46.56 ± 2.56		39.99 ± 3.99	
	Difference	1.01 ± 1.80		0.81 ± 2.27		1.10 ± 1.56	
	p-value	.003		.265		.003	
Ferritin(ng/mL)	Before	97.00 ± 69.27		145.01 ± 69.20		73.00 ± 56.75	
	After	168.97 ± 119.69		284.87 ± 103.77		111.02 ± 78.40	
	Difference	71.97 ± 63.82		139.85 ± 52.07		38.03 ± 35.97	
	p-value	.000		.000		.000	
TAS(mmol/L) ²⁾	Before	4.01 ± 0.67		4.19 ± 0.69		3.91 ± 0.66	
	After	4.16 ± 1.95		4.38 ± 0.58		4.04 ± 2.00	
	Difference	0.15 ± 1.59		0.19 ± 1.56		0.13 ± 1.65	
	p-value	.596		.693		.721	
SOD(U/mL) ³⁾	Before	7.97 ± 2.21		7.90 ± 2.16		8.00 ± 2.29	
	After	4.75 ± 5.63		4.93 ± 1.27		4.66 ± 1.60	
	Difference	-3.22 ± 1.54		-2.98 ± 1.63		-3.34 ± 1.52	
	p-value	.000		.000		.000	

1) Body mass index.

2) Total antioxidant level.

3) Superoxide dismutase.

4) Mean ± standard deviation.

5) Significance determined by a paired t-test for pre- and post-treatment differences.

Table 4. Correlations between physical and blood parameters for subjects based on serum ferritin

Valuables	Changes in serum ferritin		
	All	Male	Female
Weight(kg)	-0.346*	-0.422	0.231
BMI(kg/m ²)	-0.047	-0.475	0.248
Body fat mass(kg)	0.242	0.375	0.549**
Skeletal muscle mass (kg)	-0.493**	-0.729*	-0.266
Iron(mg)	0.137	0.461	0.147
RBC	0.198	0.421	0.391
Hemoglobin	0.140	0.419	0.339
Hematocrit(%)	0.148	0.423	0.223
TAS	0.022	-0.219	0.162
SOD	0.101	-0.061	0.086

* p<0.05, ** p<0.01.

39.6 ± 43.0 ng/mL으로 중셀레늄군(11.4 ug/dL)의 28.0 ± 21.1 ng/mL과 고셀레늄군(14.9 ug/dL)의 28.2 ± 32.3 ng/mL보다 높았다. SOD는 남녀 모두에서 유의적으로 감소하여 남자 참가자는 생즙 섭취 전 7.90 ± 2.16 U/mL에서 4.93 ± 1.27 U/mL로 평균 2.98 ± 1.63 U/mL 감소하였고 여자 참가자는 생즙 섭취 전 8.00 ± 2.29 U/mL에서 4.66 ± 1.60 U/mL로 평균 3.34 ± 1.52 U/mL 감소하였다. Kim(2004)의 연구에서는 흡연자와 비흡연자에게 녹즙혼합음료를 하루 240 mL씩 8주간 보충하였을때 적혈구 내 항산화 효소인 SOD의 활성은 두 군 모두 유의하게 증가하였다고 하였다. 흡연자(1686 kcal)와 비흡연자(1794 kcal) 모두의 열량 섭취는 본 연구의 생즙에서의 열량 섭취(1089.7 kcal)보다 높았고 단백질과 철의 섭취량도 권장량 또는 그 이상으로 섭취하여 이에 따른 차이로 사료된다.

4. 혈청 페리틴 변화량과 신체 계측 및 혈액 성분의 변화량과의 상관성

혈청 페리틴 변화량과 신체계측 및 혈액 성분의 변화량과의 상관성은 Table 4와 같다. 전체 참가자들에서 체중(p<0.01)과 근육량(p<0.001)이 감소할수록 혈청 페리틴 변화량이 유의하게 높은 음의 상관성이 나타났다. 남자 참가자들의 경우는 근육량이 감소할수록 혈청 페리틴 변화량이 유의하게 높은 음의 상관성이 나타났다(p<0.01). 여자 참가자들의 경우는 체

지방량이 감소할수록 혈청 페리틴 변화량이 유의하게 높은 음의 상관성이 나타났다(p<0.001). 저장철인 페리틴은 간 질환자의 경우 간세포로부터 페리틴이 단순히 유출되어 나타난 것으로 해석되었다(Brudevold et al, 2008). 또한 페리틴은 철분과 결합하여 철분의 산화작용을 제거하고 세포성장에 필요한 철분을 저장하는 역할을 하지만 페리틴이 손상을 받으면 결합되었던 철분이 방출되어 유리철분이 증가하므로 오히려 산화스트레스를 증폭시킨다고 한다(Arosio & Levi 2002). 하지만 본 연구 결과에서는 혈청 페리틴의 수준과 항산화 효소인 SOD 수준간에 유의적인 상관성이 나타나지 않았다.

이와 같이 생즙만 섭취했을 경우 비타민 C, 비타민 B군의 섭취는 높으나 상한 섭취량을 초과한 양이며 열량과 단백질 뿐 아니라 무기질의 섭취는 부족한 제한점이 있다. 저열량 섭취로 인해 체지방량과 근육량의 감소와 함께 혈청 페리틴의 증가를 유발하므로 생즙을 섭취할 경우 혈청 페리틴의 증가를 나타내지 않는 정도 양의 생즙을 일반식을 하면서 보충식으로 섭취하는 것이 바람직할 것으로 사료되며 생즙만 섭취할 경우 단기간으로 할 것으로 제안한다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 성인 33명(남자 11명, 여자 22명)에게 10일 동안 생즙 중재 프로그램을 실시하였으며 이에

다른 열량 및 영양소 섭취량과 혈청 페리틴의 변화를 분석하였다. 생즙 100 g당 열량 및 영양소 함량은 유의적인 차이를 나타내어 열량은 배즙이, 조단백, 비타민 A, 비타민 B₂는 녹즙 1이 그리고 비타민 C와 비타민 B₁은 과즙이 가장 높았으며 즙 종류 간에 유의한 차이가 나타났다. 생즙 섭취로 섭취한 열량과 영양소 함량을 성별 연령별 에너지 필요추정량, 권장섭취량 또는 충분섭취량과 비교하였을 때 열량과 단백질 섭취량은 평균 1089.7 ± 96.70 kcal(56.2%), 27.09 ± 2.40 g(57.9%)으로 부족하였다. 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 B₆, 비타민 C는 권장섭취량의 각각 1796.5%, 7481.7%, 1915.5%, 30858.7%, 7500% 수준으로 과량 섭취하였으며 식이섭유, 니아신, 칼슘, 마그네슘의 경우는 19.1%, 6.2%, 0.1%, 0.2%로 부족하게 섭취하였다. 생즙섭취 전에 비해 생즙 섭취 후 참가자들의 체중, BMI, 체지방량, 근육량이 모두 유의하게 감소하였다. 혈청 철과 SOD는 유의하게 감소한 반면 적혈구수(RBC), 헤모글로빈, 헤마토크릿, 혈청 페리틴은 유의하게 증가하였다. 전체 참가자에서 체중과 근육량이 감소할수록 혈청 페리틴 변화량이 유의하게 높은 음의 상관성이 나타났다. 남자 참가자들의 경우는 근육량이 감소할수록 혈청 페리틴 변화량이 유의하게 높은 음의 상관성이 나타났다. 여자 참가자들의 경우는 체지방량이 감소할수록 혈청 페리틴 변화량이 유의하게 높은 음의 상관성이 나타났다.

본 연구는 생즙 착즙 후의 성분 분석과 섭취량과 혈액 성분 변화를 분석한 연구로 착즙에 따른 전 후 영양소 변화량을 알 수 없는 제한점이 있다. 그러나 생즙 섭취에 따른 열량섭취량과 영양소 섭취량을 분석한 것과 프로그램 실시에 따른 혈청 페리틴 변화를 분석한 것 역시 의미가 있다고 생각한다.

본 연구에서 제공한 생즙 식이는 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 B₆, 비타민 C는 과량으로 열량과 단백질, 식이섭유, 니아신, 칼슘, 마그네슘은 부족하게 공급되어 단일로 장기간 섭취보다는 일상식이의 보충식으로 섭취목적에 따라 섭취량과 섭취기간을 달리하는 고려가 필요할 것으로 사료된다. 또한 섭취 후 페리틴의 증가가 나타나지 않는 수준으로 섭취하도록 이에 대한 다양한 후속 연구들이 필요하다고 본다.

Reference

- American College of Obstetricians Gynecologists(1993) Nutrition during pregnancy. ACOG Technical Bulletin 179 Washington, DC:ACOG(Levell III)
- Arosio P, Levi S(2002) Ferritin, iron homeostasis, and oxidative damage. Free Radi Biol Med 33, 457-463
- Beard J(2006) Iron, In: Present knowledge in nutrition, 9th ed. Bowman BA, et, ILSI, pp430-444
- Brudevold R, Hole T, Hammerström J(2008) Hyperferritinemia is associated with insulin resistance and fatty liver in patients without iron overload. PLoS ONE 3(10), e3547
- Charton RW, Derman D, Skikne B(1977) Iron stores, serum ferritin and iron absorption. In: Brown EP, Aisen P, Fielding J, Crichton RR, eds. Proteins of iron metabolism. New York: Grune & Stratton, pp387-392
- Cho, YO, Kim, BY(2005) Vitamin B₆ intake by Koreans should be based on sufficient amount and a variety of food sources. Nutr 21, 1113-1119
- Choue RW, Chung KM(2002) Nutrition assessment. Seoul: Kwangmoongak, pp109-126
- Chung HR, Moon HK, Song BH, Kim MK(1991) Hemoglobin, Hematocrit and Serum Ferritin as Markers of Iron Status. Worwood M 24(5), 450-457
- Chun JM(1997) A comparative study of iron status in female college students according to body mass index. Thesis of Sookmyung women's University
- Cook JD, Skikne BS(1982) Serum ferritin: a possible model for the assessment of nutrient stores. Am J Clin Nutr 35, 1180-1185
- Green R, Charlton R, Sertel H, Bothwell T, Mayet F, Adams B, Finch C, Layrisse M(1968) Body iron excretion in man a collaborative study. Am J Med 45, 336-353
- Gropper SS, Smith JL, Groff JL(2009) Advanced nutrition and human metabolism 5th edit. Wadsworth Cengage Belmont: Learning, pp470-488
- Hsuch WA(2003) New insight into understanding the relationship of type 2 diabetes melitus, insulinresistance and cardiovascular disease. Am J Cardiol 92, 10-16
- Institute of Medicine(2001) Dietary reference intakes for vit A, vit K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc, the essential guide to nutrient requirements. Wahington, D.C.: The Naional Academies Press
- Institute of Medicine(2006) Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. Wahington, D.C.: The Naional Academies Press
- Iwasa M, Hara N, Iwata K, Ishidome M, Sugimoto R, Tanaka H, Fujita N, Kobayashi I Y, Takei Y(2010) Restriction of calorie and iron intake results in

- reduction of visceral fat and serum alanine aminotransferase and ferritin levels in patients with chronic liver disease. *Hepatology Research* 40, 1188-1194
- Jacobs A, Miller F, Worwood M, Beamish MR, Wordrop CA(1972) Ferritin in the serum of normal subjects and patients with iron deficiency and iron overload. *Br J Med* 4, 206-208
- Jeong SH, Kim MA(2002) A study on serum ferrum, TIBC, and Ferritin's circadian rhythm in normal adults. *J Fund Nurs* 9, 113-122
- Jeong SH, Park JH, Lee HO, Choue RW(2007) Effects of nutrition counseling on quality of diet, iron status and hematic parameters in college women who have self-recognized anemic symptoms. *Korean J Community Nutr* 12, 68-79
- Kapoor RK, Kumar A, Chandra M, Misra PK, Sharam B, Awasthi S(1997) Cardiovascular responses to treadmill exercise testing in anemia. *Indian Pediatrics* 34, 607-612
- Kim HK, Lim JH, Kwon ER, Park YJ, Kim HE, Noh WY, Seol KH, Jung MC, Kim YJ(2010) Serum ferritin and risk of the metabolic syndrome in Korean adults. *Korean J Obes* 19, 48-55
- Kim HY(2004) The effects of green vegetable drink supplementation on cellular DNA damage, antioxidant status and plasma lipid profiles of smokers. Thesis of Hannam University
- Kim JS, Kim JS, Ahn JW, Lee ST, Lee YJ, Cha YW, Choi DJ, Choi HS(2014) *Fundamental of sitology*. Seoul: Jigu Publishing, pp 160-161
- Kim NI, Yoo MS(1999) The effects of serum lipids and aerobic exercise capacity on diet habits in mild anemia groups. *Korean J Physic Edu* 38(3), 375-385
- Kim SY, Lee SH, Lee IS, Kim SB, Moon CS, Jung SM, Kim SK, Kim YS(2012) The relationship between serum ferritin concentrations, smoking and lung function in Korea. *Tuberc Respir Dis* 72, 163-168
- Kohlmeier M(2003) Iron, In: nutrient metabolism, food science and technology, international series. Academic Press, pp667-679
- Korean Ministry of Food and Drug Safety(2015) Food and nutrient ingredients data base Available from <http://www.foodnara.go.kr/kisna/index.do?nMenuCode=18> [cited 2015 August 21]
- Kwon SM(2000) Effects of antioxidant nutrients rich kale(brassica oleracea acephala) extract supplementation on serum lipid levels in hyperlipidemic adults. Thesis of Yonsei University
- Lee MS, Park HY, Park JH, Lee JH, Choi SH, Jeong JO, Ku BJ, Kim DH, Lee TY, Seong IW(2006) Increased serum ferritin concentration is associated with increased arterial stiffness assessed by pulse wave velocity. *JLA* 16, 281-288
- Lee SM, Yu RN, Rhee SH, Park KH(1997) Effects of carrot on the stability of Vitamin C in (Green - Yellow) vegetable juices. *J Korean Soc Food Sci Nutri* 26(4), 582-587
- Leong SY, Oey I(2012) Effect of endogenous ascorbic acid oxidase activity and stability on vitamin C in carrots (*Daucus carota* subsp. *sativus*) during thermal treatment. *Food Chem* 134, 2075-2085
- Pachla LA, Reynolds DL, Kissinger PT(1985) Analytical methods for determining ascorbic acid in biological samples, food products, and pharmaceuticals. *J Assoc Off Anal Chem* 68(1), 1-12
- Punnonen K, Irjala K, Rahamaki A(1997) Serum transferrin receptor and its ratio to serum ferritin in the diagnosis of iron deficiency. *Blood* 89(3), 1052- 1057
- Salonen JT, Nyyssönen K, Korpela H, Tuomilehto J, Seppänen R, Salonen R(1992) High stored iron levels are associated with excess risk of myocardial infarction in eastern finnish men. *Circulation* 86(3), 803-811
- Sjoholm A, Nystrom T (2005) Endothelial inflammation in insulin resistance. *Lancet* 365, 610-612
- Sung CJ(1998) *Nutrition assessment*. Seoul: Chunggumoonhwa, pp119-154
- Sung CJ, Jang S(2005) A comparative study of the iron nutritional status of female college women according to bone mineral density. *Nutr Sci* 8(1), 71-76
- The Korean Nutrition Society(2006) *CAN-Pro 3.0 software (nutritional analysis rogram)*
- The Korean Nutrition Society(2010) *Dietary Reference Intake for Koreans*. Seoul: The Korean Nutrition Society, pp405-409
- Walters GO, Miller FM, Worwood M(1973) Serum ferritin concentration and iron stores in normal subjects. *J Clin Pathol* 26, 770-772
- Worwood M(1979) Serum ferritin CRC critical reviews in clinical. *Laboratory Sci* 108, 171-204
- Worwood M(1980) Serum ferritin. In: Jacobs A. Worwood M, eds. *Iron in biochemistry and medicine*. Vol II. London; Academic press, pp204-241
- Worwood M(1986) Serum ferritin. *Clin Sci* 70, 215-220
- Yun ME, Kang BY, Lee SU, Lee JK(2011) Effects of fruit diet with exercise on body composition and hematological parameters according to UCP2 genotype in female collegians. *J East Asian Soc Diet Life* 21(3), 463-470
- Yun ME, Kim SS(2013) Effects of a brown rice vegetarian diet and outdoor walking exercise on body composition and blood lipid parameters in collegians. *J Korean Diet Assoc* 19(1), 59-68
- Yun ME, Ryu HS, Park HJ, Oh HK, Lee SH(2014) *Nutrition for public health care*. Seoul: Jigu Publisher, p50