

경북지역 일부 대학생들의 식사 중 지방산 섭취양상과 체지방 축적의 상관관계 분석

*부 소 영

대구대학교 식품영양학과

Investigation of Fatty Acids Intake Status and Its Correlation with Body Fat Accumulation in College Students in Gyeongbuk Area

*So Young Bu

Dept. of Food and Nutrition, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

Abstract

Relationship between lipid intake and obesity has been well-addressed but recent findings indicated that the type of lipid or composition of lipid in the diet also contributes to body fat accumulation and consequential health outcome. The purpose of this study was to investigate the status of nutrition intake including fatty acids, lipids and lipid soluble nutrients between the obese and lean college students and to analyze the relationship between the intake of certain fatty acids and body fat accumulation. Anthropometric elements including body weight, height, body fat and composition were measured, and dietary recall was conducted on a total of 114 college students. Data showed that total calorie intake and total lipid intake were not significantly different between the obese and lean subjects, in both male and female students. However, male obese subjects ate more amount of plant lipids and palmitic acids (C16:0) from their diet ($p<0.05$), while female obese subjects consumed more linoleic acids (18:2) and linolenic acids (C18:3) compared to normal subjects ($p<0.01$). Correlation analysis revealed that the consumption of palmitoleic acid (C16:1) and lipid soluble vitamin D were negatively ($p<0.05$) correlated with body fat accumulation in all subjects and these findings were supported by simple linear regression analyses for those variables. These results implicate that rather than only considering the amount of lipids, suggesting a proper type of lipids or lipid metabolites can be considered in nutrition counseling or education.

Key words: obesity, fatty acids, palmitoleic acids, vitamin D, body fat

서 론

비만(obesity)으로 인한 체지방 축적은 당뇨, 동맥경화, 암과 같은 만성질환의 발생과 밀접한 관련이 있으며, 식품으로 섭취하는 열량 섭취의 불균형, 부적절한 식습관, 운동 부족 및 정신적 문제 등에 의해 발생할 수 있다(O'Connell 등 2010; Ogden 등 2010; Mosaffarian 등 2011). 특히 우리나라에서의 비만 인구의 증가는 경제 성장 및 식생활의 서구화로 인한

영양의 불균형과도 밀접한 관계가 있다. 최근 제6기 1차년도 국민건강영양조사 통계에 의하면 19세 이상 성인 중 체질량 지수(Body Mass Index: BMI) 25 이상에 해당하는 비만의 비율이 남자는 37.6%, 여자는 25.1%라고 보고하였으며, 지난 1998년에서 2013년도 사이의 비만인구 비율과 비교 시에도 큰 개선이 이루어지지 않은 것으로 나타났다(Ministry of Health and Welfare & Korean Centers for Disease Control 2014). 그 중 19~29세 남녀의 비만율은 각각 29.3%, 16.3%였으나 성인

* Corresponding author: So Young Bu, Dept. of Food and Nutrition, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea. Tel: +82-53-850-6832, Fax: +82-53-210-8765, E-mail: busy@daegu.ac.kr

기 직전의 연령대인 12~18세 소아청소년의 비만율은 남자 16.3%, 여자 9.8%로써 청소년기에서 성인기로 이행하는 시기의 비만율이 급격히 증가하는 것으로 보인다(Ministry of Health and Welfare & Korean Centers for Disease Control 2014).

열량 과잉 섭취 특히 지방질의 섭취는 성인들뿐만 아니라, 소아청소년 및 성인기에 접어드는 대학생들의 비만 발생률 및 비관 관련 질환들의 주요 원인으로 보고된 바 있다(Ogden 등 2010). 그러나 최근 여러 실험적 연구에 의하면 여러 종류의 지방산들은 그 자체로 지방으로 축적되는 경로 이외에 신호전달 조절, 염증반응, 전사인자 조절 등 다양한 생리적 기능이 있음이 밝혀진 바 있으며, 동일한 양의 지방 섭취를 하더라도 섭취한 지방의 종류가 포화지방산인지 불포화지방산인지의 여부에 따라 질병에 대한 감수성이 달라지거나, 체내로 유입된 지방의 지방산 조성의 차이에 있어서도 그에 따른 대사적 양상이 달라짐이 보고된 바 있다(Pawar & Jump 2003; Robbez Masson 등 2008; Sapiro 등 2009). 그러나 현재의 비만 예방과 치료를 위한 연구 및 중재에서 지방질의 섭취와 관련한 지방산 조성의 차이를 반영한 중재 및 이를 뒷받침할 수 있는 연구는 제한적이다.

특히 대학생 시기는 외부활동의 증가 및 사회활동의 영역이 확장되면서 식생활도 가정단위에서 개인단위로 이행하게 되며, 사춘기에 비해 외식 및 음주 기회의 증가 등으로 식사가 불규칙해지는 경향이 있고, 그에 따르는 영양 불균형의 위험도 증가하게 된다(Popkin 등 1996; Gittelsohn 등 2003; Wang 등 2009). 또한 대학생 시기는 생애주기에서 자발적인 식습관 및 건강습관을 확립하는 시기이므로(Wifley 등 1996; Smith 등 2007), 이 시기에 형성된 식사습관 및 건강상태는 그 다음 세대들에게 전달되는 파급효과가 지대하다고 할 수 있다. 따라서 이들을 대상으로 한 영양중재 및 교육은 신체지수변화와 더불어 올바른 식습관이 장기적으로 지속될 수 있도록 유도해야 하며, 이를 위해서는 대학생들의 각 영양소의 섭취 상태를 포함한 전반적인 식생활 실태에 대한 분석이 선행되어야 한다. 그러므로 본 연구에서는 대학교 저학년 재학생들을 대상으로 영양소의 섭취, 그 중에서도 식품으로 섭취한 여러 형태의 지방산이 비만 학생들의 신체계수에 미치는 영향을 조사하여 지방 섭취의 양적인 측면뿐만 아니라, 섭취하는 지방산의 조성과 체지방 축적과의 상관성을 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상자

본 연구는 2011년 9월부터 2012년 9월 사이에 경북지역 K 대학교 홈페이지와 교내 공고문을 통해 모집한 총 128명의

학생을 대상으로 식품 섭취와 관련한 설문조사 위주로 진행되었다. 그 중 데이터 수집 후 설문지 작성 및 신체계측 오류가 발견된 14명을 제외하고, 최종적으로 연구에 포함된 인원은 114명이었다. 그 중 남학생은 60명, 여학생은 54명으로 구성되었고, 이들의 연령은 남녀 각각 만 20.3세와 만 19.3세였다.

2. 체질량 지수 산출을 위한 신체계측 및 조사군 분류

연구대상자들은 자동계측기(DS-102, JENIX, Korea)를 이용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 신장과 체중을 측정하고, 체질량지수를 산출하였다. 또한 체지방, 골격근, 허리둘레, 허리둔부, 둘레비, 허벅지 둘레 등의 신체지수는 Inbody system(520 Body composition analysis, Biospace, Korea)을 이용하여 측정 및 분석하였다. 체질량지수 산출 이후 남학생과 여학생 각각 BMI \geq 23인 경우 비만군(obese), 18<BMI<23인 경우는 정상군(Normal)으로 분류하여 이후의 조사내용들을 분석하였다.

3. 영양소 섭취 및 식품 섭취 조사

식이섭취조사는 연구대상자들로 하여금 이틀 동안의 식사 내용을 자가기록하게 하였다. 연구 대상자들에게 식품의 분량 및 재료 등에 대해서 사전에 기록방법을 교육하고, 주말에도 가능한 평소 식생활을 유지하도록 한 후 식사내용을 기록하게 하였고, 외식이나 회식 등으로 평상시와 다르게 섭취한 경우는 가장 가까운 날 중에 평상시와 비슷하게 식사한 날의 식사내용을 작성하도록 하였다. 조사된 식이섭취자료는 CanPro, version 4.0(Computer Aided Nutritional Analysis Program, Korean Nutrition Society 2011)을 이용해서 평균 1일 식사섭취로 환산 후 개인별 영양소 및 식품군별 섭취량을 1인 1회별 분량의 섭취횟수로 분석하였다. 식품군은 2010 한국인 영양섭취기준에서 제시하는 6개의 식품군에 근거하여 곡류, 어육류(고기, 생선, 달걀, 콩류), 채소류, 과일류, 우유 및 유제품, 유지류로 분류하여 분석에 이용하였다. 또한 대학생들의 식이섭취와 더불어 비만도에 영향을 줄 수 있는 음주 여부와 음주량 등에 관한 설문을 추가로 실시하고 분석하였다. 음주량의 기록 시에는 음주량을 크게 소주 혹은 맥주로 분류하여 작성하도록 하였고, 대상자들의 음주량에 대한 표기 및 통계적 분석은 맥주 1잔(220 mL, 알코올도수 4.5% 기준) 섭취의 경우 소주 1잔(55 mL, 알코올도수 18% 기준) 섭취로 환산하여 표기하고, 분석을 실시하였다. 지질 섭취 및 지방산 조성별 섭취량 분석은 식품 중에서도 유의적인 양으로 함유되고, 섭취 시 체내 대사에서 혈중 수치 등으로의 검출이 가능한 지방산 위주로 선별하여 분석하였으며, 그 외에 콜레스테롤, 총 지방산 섭취량 및 포화지방산, 단가불포화지방, 다가불포화지방산의 섭취량 및 섭취 비율을 추가적으로 분석하였다. 본 연구

에서 식사로 섭취한 지방산 조성 분석에 활용된 CanPro 4.0의 상용 데이터베이스는 국민건강영양조사에서 출현한 식품코드 3,133개 중 548가지의 식품에 대한 포화지방산과 불포화지방산의 분석이 가능하여 32.3% 정도의 커버리지를 보이는 것으로 보고된 바 있다(Korean Nutrition Society & Ministry of Health and Welfare 2014).

4. 통계분석

연구 대상자의 일반적인 특성은 빈도와 백분율 혹은 평균과 표준편차로 나타내었으며, 본 연구에서 사용된 모든 통계적인 분석은 SAS 통계 프로그램 version 9.3(SAS Institute, Cary, NC)을 이용하였다. 전체적인 식품 섭취 및 영양소의 섭취량을 남학생과 여학생 각각 비만도에 따라 상대적으로 평가하고, 두 군 간 단일 영양소의 섭취와 체지방 축적률에 유의하게 차이가 있는지 분석하기 위하여 일반선형모형(generalized linear model)을 이용하였다. 남학생과 여학생에서 비만군과 정상군간의 음주 여부 분포에 대한 차이의 유무는 Chi-square 검정을 이용하여 분석하였다. 주요 영양소 및 지방산의 섭취와 체지방률과의 상관분석은 Pearson's 상관분석법을 이용하였다. 상관분석에서 통계적으로 유의하게 나타난 개별적 지방산 혹은 영양소의 섭취가 체지방률에 정량적으로 미치는 효과분석을 위하여 단순선형회귀 분석을 실시하였고, 총 열량 섭취 수준이나 지방 섭취 수준의 영향을 배제한 상태에서의 효과분석을 위해 총열량 섭취량과 총지질 섭취량을 보정한 회귀분석을 추가적으로 실시하였다. 모든 분석은 양측 검정을 하였고, $p<0.05$ 를 기준으로 유의수준을 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 연구대상자들의 신체지수 및 체지방 함량

연구대상자의 일반사항에 대한 결과는 Table 1과 같다. 연구대상자들의 평균키는 비만군 남학생의 경우 174.8 ± 6.1 cm, 여학생의 경우 162.2 ± 7.2 cm로 정상군(남, 녀 각각 171.4 ± 8.0 cm, 여학생의 경우 160.9 ± 4.8 cm)에 비해 남학생은 통계적인 차이가 없었으나, 여학생의 경우 비만군의 키가 정상군에 비해 유의적으로 크게 나타났다. 골격근량을 제외한 체중, 체지방비율, 허리둘레 등의 체격지수도 남녀 모두 비만군이 정상군의 학생들보다 높게($p<0.05$) 나타났다. 골격근의 함량은 남자 비만군에서만 정상군에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 또한 참여자들 중 복부비만 및 관련 질환의 위험을 예측지표가 되는 허리둘레가 남자의 경우 90 cm, 여자의 경우 85 cm 이상인 학생은 각각 15명 및 25명으로 남녀 각각 25.0%, 46.3%에 달하였다(표에는 제시되지 않음). 그러나 체지방률의 경우, 남녀 모두에서 정상군에서도 체지방이 30% 이상인 대상자들이 남자 비만군과 정상군이 각각 4명, 여자 비만군 23명, 정상군 19명으로 비슷한 비율로 나타나는 것으로 보아(표에는 제시되지 않음), 본 연구에서는 비만 판정지표에서 골격근의 양까지 반영되는 BMI와 체지방 축적률과의 관계에서 절대적인 비례관계는 성립하지 않는 것으로 보인다. 또한 비만은 체내에 지방이 과도하게 축적된 상태(Marques-Vidal 등 2008)라는 정의에 근거하여 체지방량을 기준으로 비만군을 분류하는 연구들도 다수 보고되고 있으나, 여전히 많은 연구에서 BMI는 혈압, 당뇨병 등 만성질환으로 인한 사망률과 밀접한 관련성이 있기 때문에 비만을 분류하는 중요한 기준으로 널리 사용되고 있으며, 본 연구에서도 학생들의 영양소 섭취 분석을 위한 비만군과 정상군의 분류에 있어 BMI를 기준으로 하였다(Table 1).

Table 1. Anthropometric measurement of participants

	Male		Female	
	Obese ¹⁾ (n=29)	Normal ²⁾ (n=31)	Obese (n=23)	Normal (n=31)
Height (cm)	$174.8\pm 6.1^{3)}$	171.4 ± 8.0	$162.2\pm 7.2^*$	160.9 ± 4.8
Weight (kg)	$78.9\pm 10.3^{**4)}$	62.0 ± 6.6	$67.5\pm 9.5^{**}$	53.8 ± 5.1
Body fat (%)	$24.3\pm 6.0^{**}$	19.5 ± 7.1	$38.1\pm 4.4^{**}$	30.1 ± 5.0
BMI (kg/m ²)	$25.8\pm 2.5^{***}$	21.0 ± 1.1	$25.6\pm 6.9^{***}$	20.7 ± 1.3
Skeletal muscle (kg)	$33.6\pm 4.5^{**}$	27.9 ± 4.7	22.6 ± 3.2	20.8 ± 6.3
Waist circumference (cm)	$88.7\pm 7.5^{***}$	75.8 ± 4.1	$86.8\pm 7.3^*$	74.1 ± 4.7
Hip circumference (cm)	$100.5\pm 5.0^{***}$	92.2 ± 2.8	$98.9\pm 5.0^{***}$	90.7 ± 2.5

¹⁾ Obese subjects: BMI ≥ 23

²⁾ Normal subjects: BMI < 23

³⁾ Mean \pm Standard Deviation

⁴⁾ Significance of different between obese and normal subjects within same gender.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

2. 연구대상자들의 알코올 섭취 및 식품 섭취 형태

본 연구에 참여한 대상자들의 경우, 대부분 1학년에 재학 중인 신입생으로 개강 파티, 학교 축제, 동아리 활동, 친교모임 등을 통한 술자리 노출이 시작될 수 있는 시기에 처하므로 (Chung S 2006) 이들의 음주 여부나 음주량의 차이가 이들의 체지방 축적 및 체격상태에 영향을 줄 수 있다. 또한 고등학교 시기와는 달리 식사 시간, 외식 횟수 등의 변화가 나타날 수 있는 시기이므로 식품군의 섭취 패턴이 달라질 수 있다 (Kim & Lee 1998; Choi BB 2013). 따라서 연구 대상자들의 음주 여부 및 횟수, 음주량의 조사결과 및 그들의 식사에서 식품군별 식품 섭취량을 분석하여 Table 2에 제시하였다. 조사결과, 남녀 모두 비만군과 정상군에서의 음주 여부 분포가 유의적인 차이를 보이지 않았고, 일주일 동안의 음주 횟수 측정결과, 비만군 학생의 경우 남학생은 1주에 평균 0.88회, 여학생은 0.70회로 정상군에 속한 학생들과 유의적인 차이가 나지 않았다. 일회 음주량은 소주잔을 기준으로 남자 평균 0.90잔, 여자 평균 0.85잔으로 정상군 남자 0.80잔, 여자 0.60잔에 비해 남녀 모두 비만군이 정상군에 비해 음주량이 높았으나($p<0.01$), 연구 대상자 모두 일주일 1회 음주 기준 시 소주 1잔의 음주량에는 미치지 않았다. 식사를 통한 식품군의 섭

취에 있어서도 곡류군, 채소군, 과일군, 어육류군 및 유지류의 섭취량에 있어서는 비만군과 정상군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 유제품의 경우 남, 녀 모두 비만군에서의 섭취량이 높은 경향을 보이기는 했으나, 통계적인 차이는 보이지 않았다(Table 2).

3. 주요 영양소의 섭취량

전체 열량 섭취에 있어서 남녀 모두 비만군과 정상군 간의 유의적인 차이가 없었다(Table 3). 또한 열량 발생에 관여하는 영양소인 탄수화물, 지질, 단백질 섭취에 있어서도 성별간 혹은 비만도에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 그러나 연구대상자 전체의 평균 열량 섭취에 있어서는 한국인 영양소 섭취기준(Korean Nutrition Society 2010) 대비 남학생은 74%, 여학생은 96% 수준으로 섭취하였고, 전체 열량 섭취 대비 탄수화물, 단백질, 지질의 섭취는 남학생 비만군이 각각 58.9%, 14.7%, 26.4%, 여학생 비만군이 각각 56.4%, 16.3%, 27.3%를 나타내어 남녀 모두 비만군과 정상군간의 열량영양소의 섭취 비율은 유의적인 차이를 보이지 않았다(표에는 제시하지 않음). 이는 기존에 알려진 열량 섭취량 및 열량 구성 영양소의 섭취량과 체질량지수와의 양적 비례 상관성은 보여지지 않는

Table 2. Consumption of alcoholic beverage and food consumption from six different food group

	Male		Female	
	Obese ¹⁾	Normal ²⁾	Obese	Normal
Consumption of alcoholic beverage				
Alcohol consumption	Yes ³⁾	18 ^{N.S.5)}	17	12
	No ⁴⁾	11	14	11
Frequency (per week)	0.88±0.94 ⁶⁾	0.92±1.1	0.7±1.1	0.7±0.9
Drinking amount per occasion ⁷⁾	0.90±0.93 ^{*8)}	0.85±0.84	0.8±0.9*	0.6±0.6
Food consumption				
Cereals	3.1±1.0 ⁹⁾	3.3±1.0	2.9±0.8	2.9±1.2
Vegetables	5.4±3.4	5.0±2.5	4.5±2.8	3.5±2.0
Fruits	0.4±0.8	0.4±0.9	0.4±0.6	0.3±0.7
Meat and fish	4.5±2.2	4.9±2.7	4.5±3.6	4.0±2.4
Dairy products	0.7±1.6	0.4±0.6	1.0±1.3	0.6±0.9
Fats, oils and sweets	6.8±6.7	6.6±4.5	6.3±5.0	7.1±4.5

¹⁾ Obese subjects: BMI ≥ 23

²⁾ Normal subjects: BMI < 23

³⁾ Number of subject who regularly drink alcoholic beverage.

⁴⁾ Number of subject who never drink alcohol beverage.

⁵⁾ N.S.: not significant with Chi-square test on the distribution of students who drink alcoholic beverage between obese and normal subjects.

⁶⁾ Mean ± Standard Deviation

⁷⁾ Drinking amounts were expressed as a cup of *Soju*.

⁸⁾ Significance of different between obese and normal subjects within same gender.

* $p<0.05$

⁹⁾ Indicated as number of one serving from each food group.

Table 3. Comparison of nutrients intake between obese and normal subjects

	Male		Female	
	Obese ¹⁾	Normal ²⁾	Obese	Normal
Total energy (kcal/day)	1,997.0±646.2 ³⁾	2,020.6±551.1	1,900.9±755.2	1,926±457.4
Carbohydrate (g/day)	288.7±86.4	292.1±80.1	255.5±58.5	269.2±72.8
Protein (g/day)	72.8±32.6	75.6±24.5	79.3±46.1	67.6±24.9
Lipids (g/day)	58.8±27.4	58.6±21.1	61.5±43.6	62.7±26.2
Energy intake from carbohydrate (%)	58.9±5.6	58.7±5.8	56.4±10.1	56.7±9.9
Energy intake from protein (%)	14.7±3.1	15.2±3.1	16.3±3.6	14.1±3.4
Energy intake from lipids (%)	26.4±6.3	26.0±5.1	27.3±8.2	29.2±8.0
Calcium (mg/day)	496.9±288.2	513.5±278.4	432.9±150.3	503.1±212.4
Sodium (mg/day)	3,740.8±1545.4	4,193.2±1568.7	3,875.2±1393.8	3,349.5±1,102.0
Iron (mg)	13.8±5.0	14.0±4.7	13.8±5.2	13.4±5.4
Vitamin D (µg/day)	2.99±3.5*** ⁴⁾	5.3±6.8	3.3±2.7	3.3±2.4
Vitamin E (mg/day)	16.5±5.9	17.4±6.8	19.9±14.9*	18.4±7.7
Vitamin K (µg/day)	223.4±191.5	196.9±203.4	177.0±151.1	198.5±148.9
Vitamin C (mg/day)	90.0±73.0	63.5±35.8	62.6±29.6	67.0±53.9
Vitamin B ₆ (mg/day)	1.5±0.63	1.6±0.8	1.4±0.9	1.4±0.6
Niacin (mg/day)	14.6±5.1	16.9±6.9	14.7±6.7	13.8±5.5

¹⁾ Obese subjects: BMI ≥23

²⁾ Normal subjects: BMI <23

³⁾ Mean±Standard Deviation

⁴⁾ Significance of different between obese and normal subjects within same gender.

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

결과로 후속연구에서 하루 전체 열량의 섭취에 있어서 끼니 간의 분배비율을 반영한 분석이 필요할 것으로 보인다. 더불어 지질 섭취에 있어서 본 연구대상자들 모두 한국영양학회에서 제시하는 적절한 지질 섭취 수준인 총 에너지 섭취량의 20%보다는 많이 섭취하는 것으로 보인다. 2013국민건강영양조사에는 19~29세 성인의 탄수화물, 단백질, 지질의 열량영양소 섭취비율은 남자 61%, 15.7%, 23.3%, 여자 63.1%, 14.9%, 22.1%로 보고된 바 있어, 본 연구의 대상자들의 경우 전반적으로 탄수화물 섭취는 국민건강영양조사 자료보다 낮은 반면, 지질 섭취비율은 높은 것으로 사료된다. 이는 본 연구에서 전체 대상자의 71%에 해당하는 82명의 학생이 최소 하루에 한번 크림빵, 감자스낵, 케이크 등 끼니로 때우기는 수월한 탄수화물 식품으로 인식되나, 실제로는 지질 함량과 단순당 함량이 높은 식품을 섭취하는 현상(표에는 제시되지 않음)과도 부분적인 관련성이 있을 것으로 추정되며, 식품가짓수에 따른 세부적인 섭취량 분석을 통한 규명이 이루어져야 할 것이다.

주요 무기질과 비타민 섭취에 있어서도 칼슘과 비타민 D를 제외하고는 성별이나 비만도에 따른 섭취량의 차이를 보이지 않았으며, 전반적인 섭취량도 권장섭취량에 근접함을

알 수 있었다. 칼슘 섭취의 경우, 비만군에 속한 여학생은 칼슘 섭취량이 정상군에 비해 낮은 경향을 보였으며($p=0.097$), 남녀 모두 전반적인 칼슘 섭취량도 한국인 영양소섭취기준(Korean Nutrition Society 2010)에서 제시하는 19~29세 성인 남성 700 mg, 여성 650 mg의 기준에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 비타민 D의 섭취는 남자 정상군을 제외하면 대부분 섭취량이 3 µg 이내로 2010 한국인 영양섭취기준(5 µg)에는 미치지 못하는 것으로 나타났으며, 2013 국민건강영양조사(Ministry of Health and Welfare & Korean Centers for Disease Control 2014)에서 제시된 19~29세 성인의 평균섭취량인 남성 3.7 µg, 여성 2.6 µg의 수치와도 크게 차이가 나지 않는다. 다만 남학생 비만군의 평균 비타민 D 섭취량은 정상군보다 유의적으로 낮은 것으로 나타났으며, 이는 비타민 D의 섭취와 체지방 축적간의 상관 분석을 통한 확인이 필요하다. 반면, 나트륨 섭취의 경우에는 군간 차이는 없었으나, 전체 연구대상자의 나트륨 섭취량이 3,000~4,000 mg으로 세계보건기구(WHO)와 식품의약품안전처에서 정한 목표섭취량인 하루 2,000 mg보다 1.5~2배를 상회하는 것이며, 이는 2013 국민건강영양조사에서 보고된 비슷한 연령대의 소아청소년 및 19~29세 성인

남녀의 나트륨 섭취량과 일관되는 결과이다.

4. 각기 다른 종류의 지방산의 섭취 분석

비만군과 정상군의 체지방 축적률의 분포는 남학생에서 24.3%와 19.5%, 여학생에서는 38.1%와 30.1%로써 많은 차이를 보임에도 불구하고, 실제 섭취 열량 및 열량영양소의 차이가 없는 결과는 섭취하는 식사 중의 열량 혹은 영양소의 구성에 관여하는 화합물의 조성 차이에 의한 현상일 수 있다. 따라서 체지방의 축적과 밀접하면서도 열량 섭취 기여도가 높은 지질 섭취 및 이를 구성하는 지방산의 섭취량과 지질의 섭취와 밀접한 관련이 있는 지용성 비타민의 섭취량을 추가적으로 분석하였다(Table 4). 식사 중 총 지질 섭취량, 동물성 지질, 콜레스테롤과 그에 따른 포화지방산, 단가불포화지방산, 다가 불포화지방산의 섭취량은 남녀 모두 비만군과 정상군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았으며 식물성 지질 섭취의 경우 남학생에게서 비만군이 정상군보다 섭취량이 높게

나타났다($p<0.01$). 또한 포화지방산, 단가불포화지방산, 다가 불포화지방산의 섭취비율은 남녀 모두 비만군과 정상군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

지질을 구성하는 지방산 중 식품 중의 함유 비율이 비교적 높고, 생체대사에서도 의미 있는 지방산의 섭취 분석결과, 남학생 비만군에서는 팔미트산(palmitic acids, C16:0)의 섭취와 아라키도닉산(arachidonic acids, C20:4)의 섭취량이 정상군에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 여학생 비만군에서는 리놀레산(linoleic acid, C18:1)과 리놀렌산(linolenic acid, C18:2)의 섭취량이 유의적으로 높게 나타났다. 아라키도닉산 (arachidonic acids, C20:4), 에이코산펜타에노익산(Eicosapentaenoic acids, EPA, C22:5), 도코사헥사에노익산(docosahexaenoic acids, DHA, C22:6) 섭취의 경우, 비만도에 따른 섭취량이 남녀가 다르게 나타남을 알 수 있었다. 본 연구에서는 대상자들이 섭취하는 음식의 가짓수 및 종류에 대한 분석은 이루어지지 않았으나, 이들의 지질 및 지방산을 취하는 식품 급원 조사결과, 남학

Table 4. Comparison of pattern of fatty acids intake between obese and normal subjects

	Male		Female	
	Obese ¹⁾	Normal ²⁾	Obese	Normal
Total lipids (g/day)	58.8±27.4 ³⁾	58.6±21.1	61.5±43.6	62.7±26.2
Plant lipids (g/day)	33.7±27.3 ^{**4)}	29.6±15.8	31.3±21.9	31.0±15.9
Animal lipids (g/day)	25.1±15.4	29.0±16.2	30.2±25.6	31.8±19.2
Cholesterol (g/day)	377.8±212.8	407.4±217.7	450.9±259.4	426.0±236.7
Saturated fatty acids (mg)	13.2±8.5	10.9±7.0	12.3±8.2	14.4±9.4
Mono-unsaturated fatty acids (mg)	14.6±8.3	12.3±6.1	14.9±9.5	14.5±9.2
Poly-unsaturated fatty acids (mg)	11.2±5.8	10.0±4.7	12.6±8.1	11.1±5.4
Ratio (SFA:MUF:PUF)	1:1.2:0.8	1:1.3:1.0	1:1.3:1.0	1:1.2:0.8
Type of fatty acids (mg)				
Myristic acid (C14:0)	0.67±0.86	0.65±0.77	0.52±0.49 ^{**}	0.86±0.93
Myristoleic acid (C14:1)	0.04±0.07	0.04±0.08	0.03±0.05 [*]	0.06±0.09
Palmitic acid (C16:0)	8.23±7.02 ^{**}	6.80±3.90	6.56±3.60	8.76±5.59
Palmitoleic acid (C16:1)	0.59±0.34	0.64±0.37	0.50±0.35	0.60±0.48
Stearic acid (C18:0)	3.02±1.54	2.83±1.77	2.77±1.60	3.78±2.40
Oleic acid (C18:1)	12.84±7.23	11.32±5.70	10.9 ±5.61	13.7 ±8.35
Linoleic acid (C18:2)	9.06±4.14	8.50±4.62	10.44±7.5 [*]	9.54±5.05
Linolenic acid (C18:3)	0.85±0.45	0.88±0.58	1.13±0.97 ^{**}	1.03±4.8
Arachidonic acid (C20:4) (μg)	1.55±3.48 ^{**}	0.90±2.01	0.83±2.11 ^{**}	2.06±4.22
Eicosapentaenoic acid (C20:5)	0.03±0.10 ^{**}	0.13±0.33	0.06±0.19 ^{**}	0.03±0.11
Docosahexaenoic acid (C22:6)	0.07±0.27 ^{***}	0.28±0.75	0.16±0.44 ^{**}	0.06±0.25

¹⁾ Obese subjects: BMI ≥23

²⁾ Normal subjects: BMI <23

³⁾ Mean±Standard Deviation

⁴⁾ Significance of different between obese and normal subjects within same gender.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

생 비만군의 경우 두류에서 섭취하는 지질의 양(3.7 ± 1.2 g)이 정상군(1.6 ± 0.5 g)에 비해 높은 경향을 보였고($p=0.08$), 해조류에서 섭취하는 지질의 섭취량(9.8 ± 6.0 mg)은 정상군(41.3 ± 12.9 mg)에 비해 유의적으로 낮았다. 반면, 여학생의 경우 해조류에서 섭취하는 지질의 양이 비만군(53.1 ± 17.3 mg)이 정상군(19.9 ± 6.9 mg)보다 유의적으로 높았으며, 우유 및 유제품 섭취의 경우 정상군(8.96 ± 1.62 g)이 비만군(3.54 ± 0.96 g)보다 더 많이 섭취하는 것으로 나타났다(표에는 제시되지 않음). 에이코사펜타에노익산이나 도코사헥사에노익산 등의 다가 불포화지방산은 주로 어패류와 해조류에 다량 함유되어 있는 것으로 알려져(Robbez Masson 등 2008) 비만도에 따른 섭취 패턴이 남녀가 다르게 나타난 것으로 생각되며, 아라키돈산의 경우 육류제품에서의 함유량이 높은 것으로 알려져 있으나, 실제 육류에서 섭취하는 지질의 섭취량의 통계적인 차이는 나타나지 않아, 남학생과 여학생에서의 비만도에 따른 아라키돈산 섭취 패턴 차이와 관련된 요인은 식품의 종류를 세분화하여 분석할 필요가 있다. 다만 본 연구의 경우, 식품의 종류를 세분화하여 전반적인 지방 섭취 패턴을 분석하기에는 현재 지방산의 섭취 분석에 사용되는 식품데이터베이스는 지방산 함량 정보에 대한 커버리지가 낮은 편이며(Korean Nutrition Society & Ministry of Health and Welfare 2014), 또한 본 연구 대상자들 간의 지방산 섭취량의 편차가 큰 것으로 보여 정확한 지방산 섭취량 산출의 제약점이 있는 것으로 사료된다. 이들 여러 종류의 지방산들은 이전의 많은 문헌연구에서 다양한 생리조절 작용이 있는 것으로 알려져 있으므로(Pawar & Jump 2003; Robbez Masson 등 2008; Bu 등 2009), 본 연구에서 보여진 남녀의 비만도에 따른 지방산 섭취 패턴의 차이가 실제로 비만도에 특이적인 변화임을 규명하기 위해서는 이들 지방

산의 식품 중 함량이 정확히 산출된 데이터베이스의 확립이 요망된다.

5. 지방산 및 지용성 비타민의 섭취와 체지방 축적과의 상관관계

지방산 및 지용성 비타민의 섭취분석에서 비만군과 정상군 간의 섭취량 차이가 나타나고, 지방 축적과도 유의한 관련이 있을 것으로 생각되는 지질 관련 영양소의 섭취량과 체지방 축적량과 상관분석 결과를 Table 5에 제시하였다. 분석결과, 식사로 섭취하는 지방산 중 팔미토레일산(Palmitoleic acids, C16:1)의 섭취량 및 vitamin D의 섭취량은 체지방 축적과 음의 상관관계를 보였으며, 상관계수는 팔미토레일산의 경우 -0.199 ($p=0.0342$), 비타민 D의 경우 -0.239 ($p=0.011$)로 통계적으로도 유의함을 알 수 있었다. 그 외 대부분의 다른 형태의 지질 및 지방산 섭취는 체지방 축적과 양의 상관관계를 보였으나, 상관계수가 낮거나, 상관계수의 통계적인 유의성은 없는 것으로 나타났다. 비타민 D의 섭취와 비만 및 비만 관련 질환의 상관성은 이전 연구들에서 몇몇 상반된 결과를 제외하면 대부분 비타민 D의 섭취가 비만으로 유도된 대사 증후군을 개선하거나 혹은 관련 질환들과 음의 상관성이 있는 것으로 보고되었다(Belenchia 등 2013; Peterson 등 2014). 그러나 vitamin D의 흡수 및 영양상태는 식이섭취 외에도 실외에서의 신체활동 및 햇빛 노출량에도 영향을 받으므로(Mathus-Vliegen 등 2012), 본 연구에서의 결과만을 근거로 비타민 D의 섭취와 체지방 축적의 관련성 유추에는 제약점이 있으며, 추후 대상자들의 실외 활동 및 운동량을 보정한 추가검정이 필요하다. 팔미토레일산의 경우, 식품 중의 구성비율도 다른 주요 지방산들에 비해 적은 편이며, 체내에 흡수되어 나타나

Table 5. Correlation between fatty acids and main nutrient intake and body fat accumulation

	Total lipid	Plant lipid	Animal lipid	Chol ¹⁾	Saturated fat	MUFA ²⁾	PUFA ³⁾	Trans fat
Body fat	0.117	0.115	0.058	0.020	0.034	0.015	0.071	-0.025
	C14:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	EPA ⁴⁾	DHA ⁵⁾
Body fat	-0.116	-0.199* ⁶⁾ (0.0342)	-0.044	-0.054	0.078	0.128	0.169	-0.117
	Vitamin A (Retinol)	Vitamin D	Vitamin E	Vitamin K	Vitamin C	Vitamin B ₆	Thiamin	Niacin
Body fat	-0.077	-0.239* (0.0107)	0.068	-0.097	-0.071	-0.026	-0.054	-0.166

¹⁾ Chol: Cholesterol

²⁾ MUFA: Monounsaturated fatty acids

³⁾ PUFA: Polyunsaturated fatty acids

⁴⁾ EPA: Eicosapentaenoic acids

⁵⁾ DHA: Docosahexaenoic acids

⁶⁾ Significance of correlation coefficient between body fat and selected variables.

* $p < 0.05$

는 혈중 농도도 매우 낮은 편이나, 최근 연구에 의하면 팔미토레일산은 간 혹은 근육 등의 에너지 소비 조직에 작용하여 에너지 발생을 촉진하고 혈당 이용을 왕성하게 하는 등의 신호를 촉발하는 물질(Lipokine)로 인식이 되며, 실제로 혈중 팔미토레일산 농도의 상승은 비만 억제와의 상관성이 높고, 내당불내성의 개선에도 관여하는 것으로 알려졌다(Bernstein 등 2014; Duckett 등 2014; Talbot 등 2014). 따라서 본 연구에서의 팔미토레일산의 섭취와 체지방 축적에 있어서의 음의 상관성은 이전 연구에서의 결과와 일관되는 면이 있으며, 비만 및 관련 질환 예방 영양치료 및 교육에 있어서도 고려할 수 있는 결과로 사료된다(Table 5).

6. Palmitoleic acid와 비타민 D의 섭취와 체지방 축적과의 관련성 분석

상관분석 결과에서 보여진 팔미토레일산(Palmitoleic acids, C16:1)의 섭취량 및 vitamin D의 섭취량과 체지방 축적과의 음의 상관관계를 정량적으로 분석하기 위하여 추가적으로 단순선형회귀분석을 실시하였다. 열량이나 지질 섭취 등 체지방 축적에 관여할 수 있는 다른 조건을 포함하지 않은 회귀직선에서는 상관분석과 같이 유의한 음의 연관성이 나타남을 알 수 있었다(Fig. 1). 또한 팔미토레일산의 분석에 있어서는 총 열량 섭취량, 지질 섭취량 및 총 지방산 섭취량을 보정하여 회귀분석을 하였을 때에도 체지방 축적에 대한 효과가 조건을 포함시키지 않았을 때보다 다소 높은 결과를 보였다. 이러한 결과는 본 연구에서 비만도에 따른 열량 섭취량 및 지질 섭취량의 차이를 보이지 않은 결과와도 부분적인 연관이 있으며, 총 열량이나 지질의 총 섭취량과는 상관없이 팔미토레일산이나 비타민 D 섭취가 독립적으로 체지방 축적에 영향을 주는 결과로 해석된다. 이는 앞서 분석된 팔미토레일산과 비타민 D의 체지방 축적 감소와의 상관성을 뒷받침할 수 있는 결과이나, 본 연구의 경우 조사대상자의 수가 적고, 단면적인 식이조사의 제한점이 있으므로 후속연구에서 많은 수의 대상자에 대한 종단적 연구조사를 통한 추가분석이 요망되며, 기존에 활용되고 있는 식품데이터베이스 중의 지방산조성에 대한 커버리지를 강화시킬 수 있는 연구조사도 동시에 진행되어야 할 것으로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 식품으로 섭취한 여러 형태의 지방산이 비만 학생들의 신체계수에 미치는 영향을 조사하고, 지질 섭취의 양적인 측면뿐만 아니라, 지질을 구성하는 개별적인 지방산의 섭취수준과 체지방 축적과의 상관성을 알아보고자 하였으며, 주요 결과는 다음과 같다.

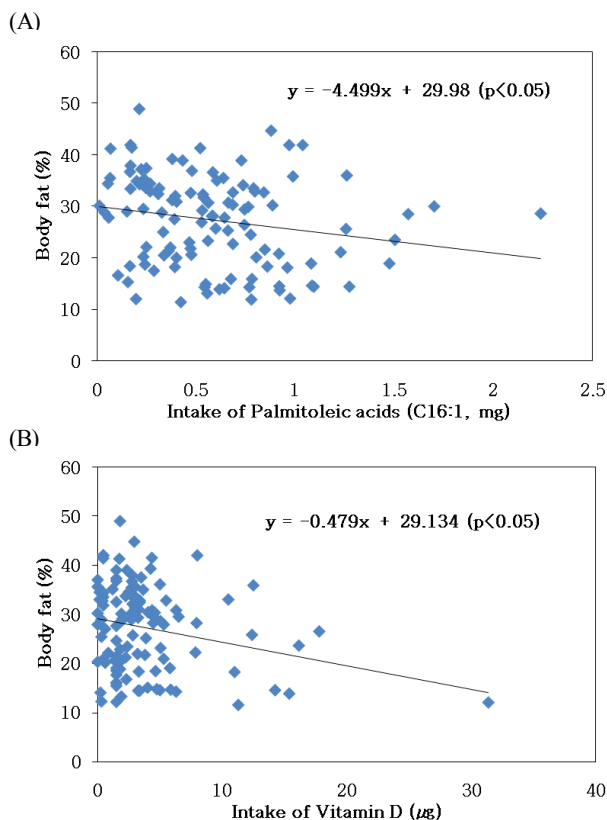


Fig. 1. Simple linear regression model of nutrient intake and body fat accumulation. Simple linear regression model and coefficients were analyzed for the association between (A) palmitoleic acids intake and percentage of body fat, and (B) vitamin D intake and percentage of body fat in total subjects. In the regression model, y =body fat (%), x = amount of (A) palmitoleic acids, or (B) vitamin D.

1. 본 연구에 참여한 대상자들의 경우, 전반적인 영양소 섭취에 있어서 남학생의 경우 비만군과 정상군 모두 총 열량 섭취가 한국인 영양섭취기준의 75% 수준으로 많이 부족한 것으로 보이며, 남녀 비만군과 정상군에서 모두 총 열량 섭취 대비 지질 섭취비율이 높은 것으로 나타났다.
2. 비만군과 정상군 간의 지방산 섭취 수준의 차이는 남학생과 여학생에서 다르게 나타나는 결과를 보였으며, 이들 남녀 비만군과 정상군이 섭취하는 지질 급원식품의 차이와도 부분적인 관련성이 있었다.
3. 대상자들이 섭취하는 주요 영양소 섭취량과 체지방 축적률과의 상관성 분석에서는 팔미토레일산과 비타민 D의 섭취가 체지방 축적률과 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 나타내었으며, 수치적 관련성 분석을 위한 회귀분석에서도 열량과 지방 섭취량의 보정 여부와 상관없이 일관되게 체지방 축적과 음의 연관성이 있는 것으로 나타났다.

4. 연구대상자 전체를 대상으로 지질 및 관련 영양소의 섭취와 체지방 축적률과의 상관분석에 있어서는 BMI를 기준으로 한 일반선형모델 분석의 결과와는 차이가 있었다. 이는 비만도의 평가기준으로 사용되는 BMI와 실제 체지방률과의 차이가 있음을 제시하는 것으로 비만도의 평가기준 등에 있어 고려되어야 할 사항이다. 본 연구의 결과는 청소년 및 대학생들의 비만개선을 위한 영양교육과 더욱 다양한 기준을 사용한 영양치료의 확립에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2013학년도 대구대학교 신입교원 학술연구비지원에 의한 논문이며 연구지원에 감사드립니다.

References

- Belenchia AM, Tosh AK, Hillman LS, Peterson CA. 2013. Correcting vitamin D insufficiency improves insulin sensitivity in obese adolescents: A randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 97:774-781
- Bernstein AM, Roizen MF, Martinez L. 2014 Purified palmitoleic acid for the reduction of high-sensitivity C-reactive protein and serum lipids: A double-blinded, randomized, placebo controlled study. *J Clin Lipidol* 8:612-617
- Bu SY, Mashek MT, Mashek DG. 2009. Suppression of long chain acyl-CoA synthetase 3 decreases hepatic *de novo* fatty acid synthesis through decreased transcriptional activity. *J Biol Chem* 284:30474-30483
- Choi BB. 2013. Dietary habits and behaviors of college students in the northern Gyeonggi-do region. *Korean J Food & Nutr* 26:404-413
- Chung S. 2006. The influence of Korean drinking culture and perceived attitude toward alcohol on risky drinking behavior among university students. *J Korean Alcohol Sci* 7:1-16
- Duckett SK, Volpi-Lagreca G, Alende M, Long NM. 2014. Palmitoleic acid reduces intramuscular lipid and restores insulin sensitivity in obese sheep. *Diabetes Metab Syndr Obes* 20: 553-563
- Gittelsohn J, Haberle H, Vastine AE, Dyckman W, Palafox NA. 2003. Macro- and microlevel processes affect food choice and nutritional status in the republic of the Marshall islands. *J Nutr* 133:310S-313S
- Kim DJ, Lee HJ. 1998. A survey on the actual condition for dining-out in Pusan 2. The preference of restaurant and food according to age groups and sex distinction. *Korean J Food & Nutr* 11:200-210
- Korean Nutrition Society, Ministry of Health and Welfare. 2014. Symposium for literature review for establishing 2015 Dietary Reference Intakes for Korean. pp.31-40
- Korean Nutrition Society. 2010. Dietary Reference Intakes for Koreans. 2nd Ed. pp.1-8
- Marques-Vidal P, Pécoud A, Hayoz D, Paccaud F, Mooser V, Waeber G, Vollenweider P. 2008. Prevalence of normal weight obesity in Switzerland: Effect of various definitions. *Eur J Nutr* 47:251-257
- Mathus-Vliegen EM, Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity. 2012. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: A guideline. *Obes Facts* 25:460-483
- Ministry of Health and Welfare, Korean Centers for Disease Control. 2014. Statistics for National Health Examination and Chronic Disease 2013. pp.22-24
- Mozaffarian D, Hao T, Rimm EB, Willett WC, Hu FB. 2011. Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. *N Engl J Med* 364:2392-2404
- O'Connell J, Lynch L, Cawood TJ, Kwasnik A, Nolan N, Geoghegan J, McCormick A, O'Farrelly C, O'Shea D. 2010. The relationship of omental and subcutaneous adipocyte size to metabolic disease in severe obesity. *PLoS One* 5:e9997
- Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, Lamb MM, Flegal KM. 2010. Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007-2008. *JAMA* 303:242-249
- Pawar A, Jump DB. 2003. Unsaturated fatty acid regulation of peroxisome proliferator-activated receptor alpha activity in rat primary hepatocytes. *J Biol Chem* 278:35931-35939
- Peterson CA, Tosh AK, Belenchia AM. 2014. Vitamin D insufficiency and insulin resistance in obese adolescents. *Ther Adv Endocrinol Metab* 5:166-189
- Popkin BM, Siega-Riz AM, Haines PS. 1996. A comparison of dietary trends among racial and socioeconomic groups in the United States. *N Engl J Med* 335:716-720
- Robbez Masson V, Lucas A, Gueugneau AM, Macaire JP, Paul JL, Grynberg A, Rousseau D. 2008. Long-chain (n-3) polyunsaturated fatty acids prevent metabolic and vascular disorders in fructose-fed rats. *J Nutr* 138:1915-1922
- Sapiro JM, Mashek MT, Greenberg AS, Mashek DG. 2009. Hepatic triacylglycerol hydrolysis regulates peroxisome proliferator-

- activated receptor alpha activity. *Lipid Res* 50:1621-1629
- Smith BJ, Phongsavan P, Bauman AE, Havea D, Chey T. 2007. Comparison of tobacco, alcohol and illegal drug usage among school students in three Pacific Island societies. *Drug Alcohol Depend* 88:9-18
- Talbot NA, Wheeler-Jones CP, Cleasby ME. 2014. Palmitoleic acid prevents palmitic acid-induced macrophage activation and consequent p38 MAPK-mediated skeletal muscle insulin resistance. *Mol Cell Endocrinol* 393:129-142
- Wang YC, Ludwig DS, Sonneville K, Gortmaker SL. 2009. Impact of change in sweetened caloric beverage consumption on energy intake among children and adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med* 163:336-343
- Wilfley DE, Schreiber GB, Pike KM, Striegel-Moore RH, Wright DJ, Rodin J. 1996. Eating disturbance and body image: a comparison of a community sample of adult black and white women. *Int J Eat Disord* 20:377-387
- World Health Organization. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916. Geneva

Received 14 January, 2015

Revised 5 February, 2015

Accepted 9 February, 2015