

자일로올리고당을 함유한 설탕이 20대 여성의 변비 개선에 미치는 효과: 이중맹검 연구*

진진호¹ · 경명옥² · 정상원² · 조성은² · 장문정^{1†}
국민대학교 식품영양학과,¹ 대한제당(주) 중앙연구소²

Effect of xylooligosaccharide-sugar mixture on defecation frequency and symptoms in young women with constipation: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial*

Jeon, Jin Ho¹ · Kyung, Myungok² · Jung, Sangwon² · Jo, SungEun² · Chang, Moon-Jeong^{1†}

¹Department of Food and Nutrition, Kookmin University, Seoul 136-706, Korea

²R&D Center, TS Corporation, Incheon 400-201, Korea

ABSTRACT

Purpose: To investigate the effects of the intake of xylooligosaccharide-sugar mixture (XOS) on defecation frequency and symptoms in 56 young women (mean age of 22.1 years old) with constipation. **Methods:** Two experiments were conducted. In experiment 1, a randomized double-blind study was performed to evaluate the effect of 6 weeks' intake of 10 g sucrose containing 7% xylooligosaccharide or 10 g sucrose on constipation. In experiment 2, 24 g coffee mixture containing 12.8 g plant cream and 11.2 g xylooligosaccharide-sugar mixture was consumed by the subjects. During the study, the clinical efficacy was assessed by using a daily diary. The subjects indicated the number of frequencies they defecated in a day and the clinical symptom scores. **Results:** In experiment 1, the mean frequency of defecations was 2.07 in the pretreatment week and increased significantly to 4.05, 4.42, 4.84, 4.84, and 4.05 in weeks 2 to 6 of XOS intake, in comparison with the 3-3.67 with sucrose intake (sucrose, SUC). In experiment 2, the mean frequency of defecations significantly increased from 2.47 in the pretreatment week to 4.11-5.67 in weeks 1-6 of XOS intake. The occurrence of very loose or loose stools in the XOS group was significantly increased in weeks 5 and 6, compared with the pretreatment week and SUC group. XOS intake significantly alleviated the abdominal displeasure and feeling of residual stool leftness in weeks 2, 3, 5, and 6, while SUC did so in weeks 4 and 6 ($p < 0.05$). The coffee mixture containing xylooligosaccharide-sugar mixture reduced the abdominal displeasure and feeling of residual stool leftness from week 3 until the end of the experiment ($p < 0.05$). **Conclusion:** Our results suggest that xylooligosaccharide-sugar mixture intake was effective, without adverse effects, for the alleviation of constipation in the young women in this study.

KEY WORDS: xylooligosaccharide, constipation, defecation frequency, young women

서론

변비는 장의 기능장애로 일어나며 배변이 어렵거나 배변 횟수의 감소, 복부의 긴장감, 배변 후 잔변감을 동반하는 경우가 많다. 운동부족, 저섬유소식사가 변비를 유발하는 위험요인으로 알려져 있으며, 장관내용물의 머무르는

시간과 배설이 불규칙하거나 불규칙적인 장세포벽의 수축 등의 원인, 장내 미생물 균총의 변화, 만성적인 면역활성화로 인한 장점막의 염증등의 복합적이고 다양한 병태생리적 기전이 관련되어 있어 치료가 만족스러운 결과를 갖지 못하는 경우가 대부분이다.^{1,2} 또한 위장의 기능적 장애로 일어나는 변비의 경우 뚜렷하게 장의 생리적 변화를

Received: December 29, 2014 / Revised: January 14, 2015 / Accepted: January 26, 2015

*This research was supported by High Value-added Food Technology Development Program (Project number: 313024-03-1-CG000), Ministry for Food, Agriculture, Forestry, Republic of Korea.

†To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-2-910-4776, e-mail: cmoon@kookmin.ac.kr

© 2015 The Korean Nutrition Society

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

동반하지 않는 경우도 있다.³ 인구의 5~20%가 변비로 인한 불편을 겪는 것으로 알려져 있으며, 특히 여자, 노인, 그리고 사회 경제적 수준이 낮은 계층에서 기능성 변비가 더 많이 발생한다.⁴

변비가 지속될 경우 합병증으로 분변의 장내 정체, 일류성 뇨실금, 급성 또는 만성 치열 (anal fissure), 분변성 궤양, 게실염, 골반기저부 이완, 직장 탈장, 장염전 (volvulus) 등이 나타나 건강과 관련된 삶의 질이 손상된다고 보고하고 있다.⁵ 또한 변비는 정신건강에 위해요소가 되어 만성 변비를 갖는 노인의 경우 흔히 우울증을 갖고 있다고 보고된 바 있다.⁶

변비개선을 위해 활동량과 수분섭취량의 증가, 복합탄수화물, 채소, 과일 등 고섬유소 식사 등이 가장 우선적으로 시도되고 있다. 아침에 일상적으로 걷는 운동, 스트레칭과 같은 약강도의 운동, 카페인 함유 음료, 아침에 기상하여 1시간내에 아침먹기 등이 위장관 반사를 자극하여 배변을 촉진하는 것이 변비 개선에 도움이 된다고 보고된 바 있다.⁷ 2차적으로는 변비 완하제가 사용되며 지금까지, polyethylene glycol, lactulose, sodium phosphate, magnesium citrate 용액, 기타 불소화성 섬유소 등이 전통적인 변비완하제로 사용되어 왔으며, 최근 lubiprostone과 linaclotide 성분을 함유한 완하제가 식품의약품안전처의 승인을 받아 시판되고 있다.⁸ 약을 이용한 변비치료는 일반적으로 6개월 미만 복용하는 것이 대부분이며 장기적으로 변비를 완전히 치료할 수 있다고 입증된 방법은 없으며 치료 효과가 있는 경우와 없는 경우가 환자에 따라 다르다.¹⁹

식품을 이용하여 장내 미생물 군총의 변화를 유도하여 증세를 예방하거나 개선하는 것은 안전하면서도 지속적으로 활용이 가능한 방법이다. 장내 미생물 군총의 변화는 probiotics의 직접 섭취에 의해 유도할 수 있으며 인간에게 가장 널리 사용된 probiotics는 비피도박테리아와 락토바실러스균 이다.¹⁰ 자일로올리고당 (xylooligosaccharides), 갈락토올리고당, 프럭토올리고당과 같은 난소화성 올리고당, 식이섬유소의 섭취는 Bifidobacterium의 성장을 촉진하고 병원성 세균의 성장을 억제하여 장내 환경을 개선할 수 있다고 보고된 바 있다.¹¹⁻¹³ 자일로올리고당은 식물의 헤미셀룰로오스의 주요 구성성분인 xylan을 가수분해하는 과정에서 생성되는 올리고당이다.¹⁴ 자일로올리고당은 식사로 섭취하였을 때 소화되지 않는 식품성분으로 대장에서 여러 종류의 세균의 성장과 활성을 선택적으로 자극하여 건강을 개선시키는 프리바이오틱의 효과를 갖는 것으로 보고되었다.¹⁵ 프리바이오틱의 섭취는 장내 세균 군총의 구성을 비피도박테리아나 락토바실러스균의 증식을 상대적으로 증식시키며 이러한 장내균총의 변화는 장

질환의 발생을 감소시키고, 무기질 흡수를 개선하고, 대장암의 발생을 억제하여 전반적인 건강을 개선시킨다고 보고되고 있다.^{16,17}

감미료는 소득증가, 가공식품의 발달로 인해 소비가 증가되고 있는 식품이며, 그 중 설탕과 고과당 시럽이 주로 소비되고 있다.¹⁸ 우리나라의 국민 1인당 1년간 설탕류 공급량은 2012년 식품수급표에 의하면 연간 14.0 kg으로 1일 61.85 g이었으며 1인 1일당 에너지 공급량중 237.5 kcal를 공급하여 총에너지의 8.1%를 공급하였다.¹⁹ 설탕소비는 탄산음료, 과일음료, 에너지와 비타민음료, 커피믹스 등 설탕 함유 음료의 섭취 형태로 이루어 지고 있다. 특히 대표적인 기호식품중 음료 선호도 조사에서 소비자들이 가장 선호하고, 자주 음용하는 음료인 커피는 2011년도에는 인스턴트 제품 (믹스커피와 캔이나 병에 들은 용기커피)의 소비가 커피음료 소비의 89.1%를 차지 하고 있다.^{20,21} 인스턴트 커피의 파생상품격인 커피믹스의 수요는 2011년도 커피음료 수요의 52.6%를 차지하고 있고 캔커피의 성장이 전문점 커피의 성장세에 비해 둔화되고 있지만 그 규모는 2013년 1조 1,665억원으로 여전히 커피음료 시장에서 설탕함유 커피의 소비는 큰 비중을 차지하고 있다.²² 커피믹스 1봉지당 당류의 중량비율은 41~58%로 평균 5.07 g으로 조사되어 우리나라 성인의 에너지 공급의 2.3%를 차지하고 있는 상황이다.²³

설탕함유 음료의 섭취는 비만을 비롯한 대사증후군, 제 2형 당뇨의 위험도를 증가시킨다고 보고되고 있다.²⁴ 웰빙 추구를 하는 현대사회에서 설탕이 갖는 부정적인 기능을 보완하기 위해 칼로리 저하, 충치예방, 저GI 감미료 등이 개발되어 사용되고 있다.²⁵ 그동안 음료산업에서는 설탕을 대체할 수 있는 감미료로 주로 액상과당을 사용하여 일시적으로 설탕의 수요를 대체하였으나 관능적 또는 기능적 문제점들로 인해 설탕을 완전히 대체하지 못하고 있으며, 한편 설탕을 보다 건강하게 섭취할 수 있도록 도움을 주는 기능성 설탕에 대한 연구가 진행되고 있다.

따라서 본 연구에서 기능성 자일로올리고당이 함유된 설탕을 우리나라에서 최다빈도 소비식품인 커피음료 형태로 섭취하였을 때 변비에 미치는 영향을 구명하기 위해 변비를 앓는 56명의 젊은 여성을 대상으로 이중맹검 플라시보 연구를 수행하였다.

연구방법

연구대상자 선정

국민대학교에 재학중인 만 22세 여성 (19.0~32.0세)을 대상으로 변비를 갖고 있고, 다른 위장질환이 없는 60명을

Rome III criteria 로 평가 후 선정하였다.²⁶ 실험기간은 5월 1일부터 6월 말까지 진행하였으며 실험기간동안 연구대상자들은 평상시 식사를 유지하도록 하였으며, 추가적인 설탕섭취와 다른 올리고당 섭취를 제외한 식품섭취나 식품종류의 제한은 없었으며, 변비완화제의 사용을 제한하였다. 실험기간동안 4명의 대상자가 위장의 불편함으로 인해 실험에서 탈락되었다. 본 연구와 관련된 연구대상자 및 연구방법은 연구개시전 국민대학교 인간생명윤리위원회의 승인을 거쳐 수행되었다 (201403-HRBR-008-0302).

실험디자인

연구대상자는 본 연구에 대한 참여동의를 한 뒤 3군으로 나누어 2군은 실험1에, 나머지 1군은 실험2에 무작위배정으로 할당하였다. 실험1에 할당된 2군중 1군은 자일로올리고당 함유 설탕 10 g (자일로올리고당 0.7 g 함유) 섭취군(xylooligosaccharide containing sugar, XOS), 다른 한군은 placebo (설탕 10 g 섭취군, Sucrose, SUC)으로 나누어 6주간 섭취하게 하였다. 자일로올리고당 함유설탕과 설탕은 외관상 차이가 없게 포장하여 연구대상자들에게 1주일에 1번씩 1주일분을 공급하였으며, 연구대상자나 연구자나 어느 것을 섭취하는지 모르는 이중맹검법으로 수행하였다. 또는 자일로올리고당 함유 설탕과 설탕의 섭취는 블랙커피를 같이 제공하여 1일 2번씩 오전, 오후에 블랙커피와 함께 각각 5 g 씩 섭취하여 1일 10 g 섭취하도록 하였으며 섭취사항은 1주일에 1번씩 면담을 통해 확인하도록 하였다. 실험2에서는 자일로올리고당 함유 설탕 5.6 g (자일로올리고당 0.4 g 함유)이 함유된 커피믹스 12 g을 1일 2번씩 섭취하도록 제공하여 6주간 자일로올리고당 함유 설탕이 감미료로 사용된 커피믹스 (XOSmix)의 섭취효과를 보고자 하였다. 실험 1에서 자일로올리고당 함유 설탕의 1일 섭취량은 임신부를 대상으로 한 Tateyama 등²⁷의 연구에서 4.2 g의 자일로올리고당이 함유된 시럽을 8 g 섭취시켰다는 연구결과와 다른 인체 임상연구에서 자일로올리고당을 1일 0.4 g~3.5 g 섭취케 하였다는 연구결과에 따라 이 범위내의 수준인 자일로올리고당이 0.7 g이 함유된 설탕 10 g으로 결정하였다. 실험 2에서는 우리나라 시판 커피믹스내 설탕 함량이 5~6 g 내외인 것을 참조하여 설탕내 자일로올리고당의 함량을 7%인 0.4 g으로 하여 1일 섭취량이 0.8 g 이 되어 실험 1과 비슷한 양을 섭취하도록 하였다.

자일로올리고당이 함유된 설탕과 설탕은 대한제당(주) 제품을, 블랙커피는 동서식품(주) 아라비카를, 자일로올리고당 함유 설탕이 첨가된 커피믹스는 (주)희망그린에서 제조한 제품을 사용하였다. 커피믹스의 조성은 자일로올리고당 함유 설탕 5.6 g, 커피 1.6 g, 식물성 크림 6.4 g으로 구성되었다.

배변상태 평가

배변에 미치는 영향은 Kinugasa와 Matsushita¹¹의 연구에서 사용된 방법을 기반으로 하여 설문지를 구성하였다. 설문지에는 1일 배변횟수, 배변량, 변의 굳기, 복부의 불편감, 배변후 잔변감, 배변시 소요되는 시간, 변의 색의 정도에 관련된 내용으로 구성하였다. 배변량은 많다, 보통이다, 적다에 표시하게 하였다. 복부의 불편감은 4점 척도로 변의 굳기와 배변후 잔변감은 5점 척도로 표시하게 하였으며, 배변상태는 매일 일기식으로 표시하도록 하였으며 매주 1회 조사대상자와의 면담을 통해 일기작성 여부를 확인하였다.

통계 분석

XOS 섭취의 임상적인 효과는 SPSS 21.0을 이용하여 매주 분석하였다. 실험1에서 배변횟수는 평균 \pm 표준편차로 표시하였으며, 6주간 매주 배변횟수의 변화와 점수화한 배변상태의 변화는 2-way repeated-measures ANOVA로 분석하였으며 각 실험군에서 6주간 배변상태의 변화는 비모수 검정인 Wilcoxon's signed rank test와 XOS군과 설탕섭취군의 비교는 McNemar 검정으로 분석하였다. 실험2에서 XOS이 첨가된 커피믹스의 섭취효과도 비모수 검정인 Wilcoxon's signed rank test로 검정하였으며 통계적 유의성은 유의수준 $\alpha = 0.05$ 였다.

결 과

섭취전 대상자의 상태

조사대상자의 나이는 Table 1에 제시된 바와 같이 평균 22.1 ± 2.4 세였고, 변비를 앓은 기간은 평균 6.07년이였다. 조사대상자의 1주일간 평균 배변횟수는 2.32회였고, 18.4%는 변비완화제를 복용하고 있었으며, 66.1%는 변비완화제 이외의 변비개선을 위한 방법을 사용하고 있었다. 변비개

Table 1. General characteristics and defecation state of pre-treatment stage in subjects

Age (yr)	22.1 \pm 2.4 ¹⁾
Height (cm)	161.9 \pm 5.62
Body Weight (kg)	53.7 \pm 5.91
The duration of constipation experience	6.07 \pm 1.10
Stool frequency per week	2.32 \pm 0.77
The use of laxatives (N, %)	7 (18.4%)
The use of alleviation of constipation (N, %)*	37 (66.1%)
Drinking water frequently	28 (50%)
Eating probiotics	27 (48.2%)
Eating vegetables and fruits frequently	14 (25.0%)

1) Mean \pm SD

*Multiple responses

선방법은 복수응답을 하도록 하였는데, 그 결과조사대상자의 50%는 물을 자주마신다고 응답하였으며, 48.2%는 유산균 제품을 먹는다고 응답하였다. 25.0%는 채소와 과일을 많이 섭취한다고 응답하여 조사대상자가 변비를 개선하기 위해 가장 많이 사용하는 방법은 물을 자주마시고, 유산균, 채소, 과일섭취 등이었다.

**실험 1: 자일로올리고당 함유 설탕과 설탕섭취의 효과
배변횟수 및 배변일수에 미치는 영향**

섭취전 실험대상자의 1주일간 배변횟수는 2.32회였다. 섭취 1주일후 각군의 배변횟수는 유의적인 차이가 없었으나 섭취 2주째부터 XOS군의 배변횟수는 SUC군 배변횟수에 비해 유의하게 배변횟수가 증가하였다 (p = 0.003). XOS군의 경우 섭취2주 이후 5주까지 주간 배변횟수가 지속적으로 증가하였고 6주째는 약간 감소하였다 (섭취전: 2.28회, 섭취 1주: 3.47회, 섭취 2주: 4.05회, 섭취 3주: 4.42회, 섭취 4주: 4.84회, 섭취 5주: 4.84회, 섭취 6주: 4.05회). 그

러나 설탕섭취군 (SUC군)의 경우 섭취전에 비해 섭취 1주째에 평균 1.13회 증가한 이후 배변횟수의 변화는 크게 나타나지 않았다 (2.34, 3.47, 3.21, 3.68, 3.26, 3.31, 3.00회). Fig. 1B에 제시한 바와 같이 매주 배변한 일수의 변화는 섭취 첫주에 XOS군의 경우 주 3일 미만으로 배변한 대상자의 비율이 84.2%였으나 2주부터 5주까지 지속적으로 그 비율이 감소하였고, 6주째는 주 3일 미만으로 배변한 대상자의 비율이 증가하였다. 주 4-5일 배변한 대상자는 섭취 이후 4주째까지 지속적으로 증가하였으며 5주, 6주째는 감소경향이였다. 주 6일 이상 배변한 사람의 비율은 섭취 2주, 3주째는 1주째에 비해 각각 2배, 4배로 증가하였으며 4주째 이후 15.8%를 유지하였다. 섭취 첫주 SUC군은 주 3일 미만 배변한 사람의 비율이 63.2%였으며 섭취기간 동안 63.2~78.9% 비율을 유지하였다. 주 4~5일 배변한 사람의 비율도 섭취 2주째 15.8%를 제외하고는 26.3~36.8% 범위였다. SUC군에서 주 6일 이상 배변한 사람은 실험2주째 5.3%를 제외하고는 없었다.

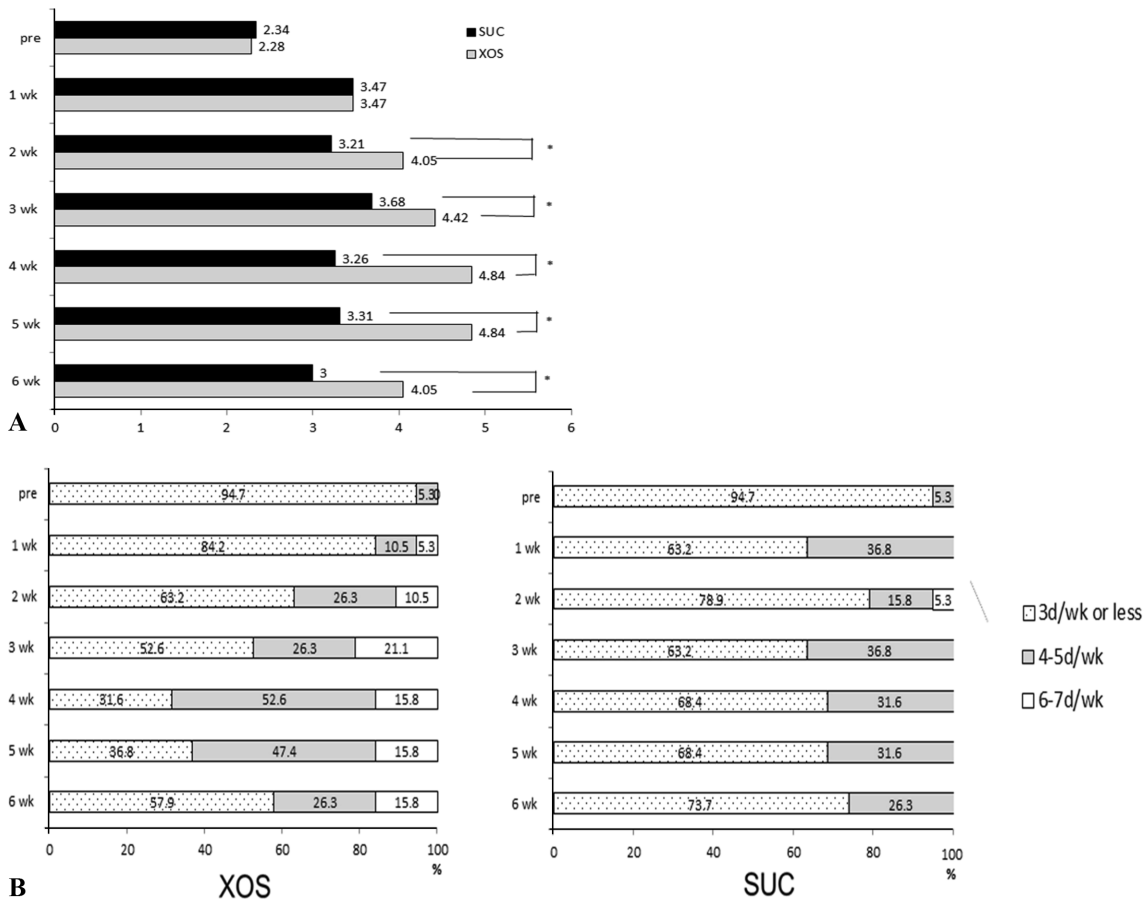


Fig. 1. The effect of xylooligosaccharide -sugar mixture intake on the bowel movement frequency of the subjects. A: Weekly transition of the mean frequency of stools of the subjects. B: Weekly transition of the number of days with defecation of the subjects. *Significant difference between XOS and SUC groups at p < 0.05. XOS: Xylooligosaccharide containing sugar mixture group, SUC: sugar group.

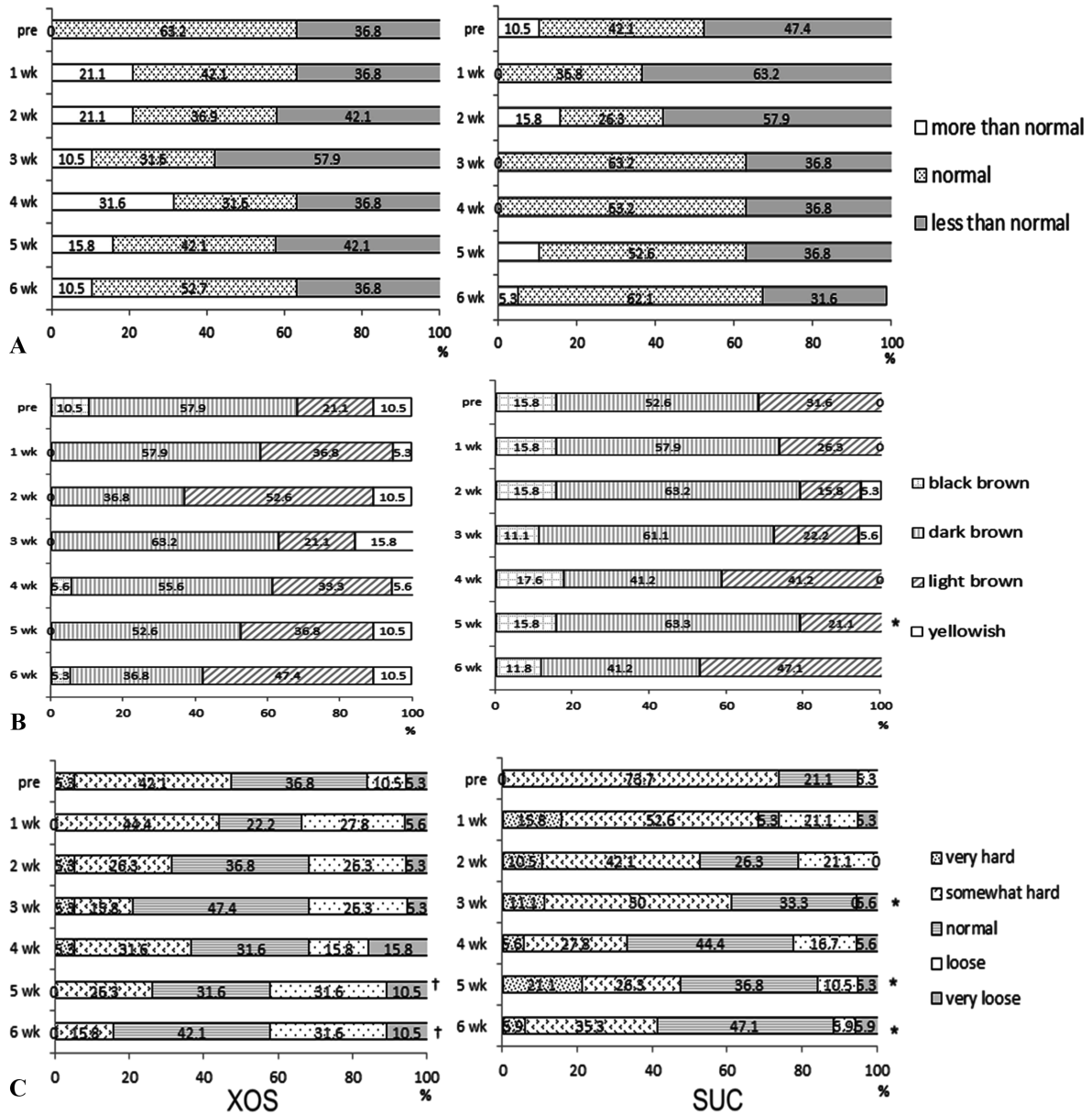


Fig. 2. The effect of xylooligosaccharide-sugar mixture intake on the stool state of the subjects. A: Weekly transition of the subjective amount of stool. B: Weekly transition of the color of stool. C: Weekly transition of the stool consistency. †Significant difference from the pre treatment, $p < 0.05$. *Significant difference between XOS group and SUC group at the same week, $p < 0.05$. XOS: Xylooligosaccharide-sugar mixture group, SUC: sugar group.

변의 상태에 미치는 영향

배변후 변의 상태는 Fig. 2에 제시하였다. 섭취전에는 ‘배변량이 많았다’는 XOS 군에서는 0%이었고 설탕섭취군에서는 10.5% 였다.

변의 색은 XOS군에서 통계적으로 유의성은 없었으나 실험 3주째부터 ‘누런색’으로 변하는 경향이였다. 섭취 3주째 변의 색이 ‘엷은 갈색’이거나 ‘누런색’이었다고 응답한 사람이 36.9%였으며, 섭취 4주째는 38.9%, 5주째 47.3%, 6

주째 57.9%로 점차 증가하였다. 반면 SUC군은 3주째 27.8%, 4주째 41.2%, 5주째 21.1%, 6주째 47.1%가 변의 색이 누런색이거나 엷은 갈색이었다고 대답하여, 섭취기간 동안 변의 색이 XOS군에 비해 변색이 짙은 것으로 나타났고, 섭취 5주째는 통계적으로 XOS군과 유의적인 차이가 있었다 ($p < 0.05$).

변의 굳기는 XOS군에서 실험시작전 ‘매우 딱딱하다’와 ‘약간 딱딱하다’로 응답한 사람의 비율이 47.4%였으나 섭

취 2주부터 ‘약간 딱딱하다’고 응답한 사람의 비율 26.3%로 감소하였으며 실험 5주와 6주째는 ‘조금 무르다’와, ‘아주 무르다’고 응답한 사람의 비율이 유의하게 증가하였다 ($p < 0.05$). 그러나 통계적인 유의성은 없었으나 SUC 군의 경우 섭취전에 비해 변의 굳기가 섭취 1, 2주째에 무른상태로 개선되는 경향이었고 3주째에는 무르다고 응답한 사람의 비율이 5.6%였고, 섭취 4, 5, 6주째에는 무르거나 아주 무르다고 응답한 사람의 비율이 각각 22.3%, 15.8%, 11.8%였다. 또한 XOS군은 설탕 섭취군과 비교하였을 때 섭취 3주, 5주, 6주째 변의 무른정도가 통계적으로 유의하게 높았다.

복부의 불편감과 잔변감에 미치는 영향

Fig. 3에 실험대상자가 느끼는 복부의 불편감과 잔변감의 변화를 제시하였다. 복부 불편감은 섭취 5주, 6주째 XOS군에서 통계적으로 유의하게 개선되었으며 SUC군은 섭취 4주에 불편감이 통계적으로 유의하게 개선된 것으로 나타났다 ($p < 0.05$).

배변 후 잔변감은 XOS군에서 섭취전에는 잔변감이 거의 없거나 없었다고 응답한 사람의 비율이 15.8%였다. 자일로올리고당 함유 설탕 섭취후 4주째를 제외하고 2주째부터 ‘거의 없다’와 ‘없다’라고 응답한 사람의 비율이 섭취 2주째에는 38.9%, 섭취 3주째 47.3%, 섭취 5주째와 6주째에 36.9%로 증가하였으며 이는 통계적으로 유의하였다.

Table 2. The weekly transition of evacuation time of stool (min)

	XOS ¹⁾	SUC ²⁾
pre	13.7 ± 1.1	16.0 ± 1.4
1 wk	12.4 ± 0.9	13.2 ± 0.9
2 wk	12.9 ± 1.1	15.3 ± 1.4 ⁴⁾ *
3 wk	11.7 ± 0.6 ³⁾	13.1 ± 1.2 [†]
4 wk	11.9 ± 0.9	14.5 ± 1.4
5 wk	11.9 ± 0.6	15.0 ± 1.3*
6 wk	12.9 ± 1.1	14.1 ± 1.2

1) XOS: Xylooligosaccharide containing sugar group 2) SUC: sugar group 3) Significant difference from the pretreatment 4) Significant difference between XOS group and SUC group at the same week.
† $p < 0.05$, * $p < 0.05$

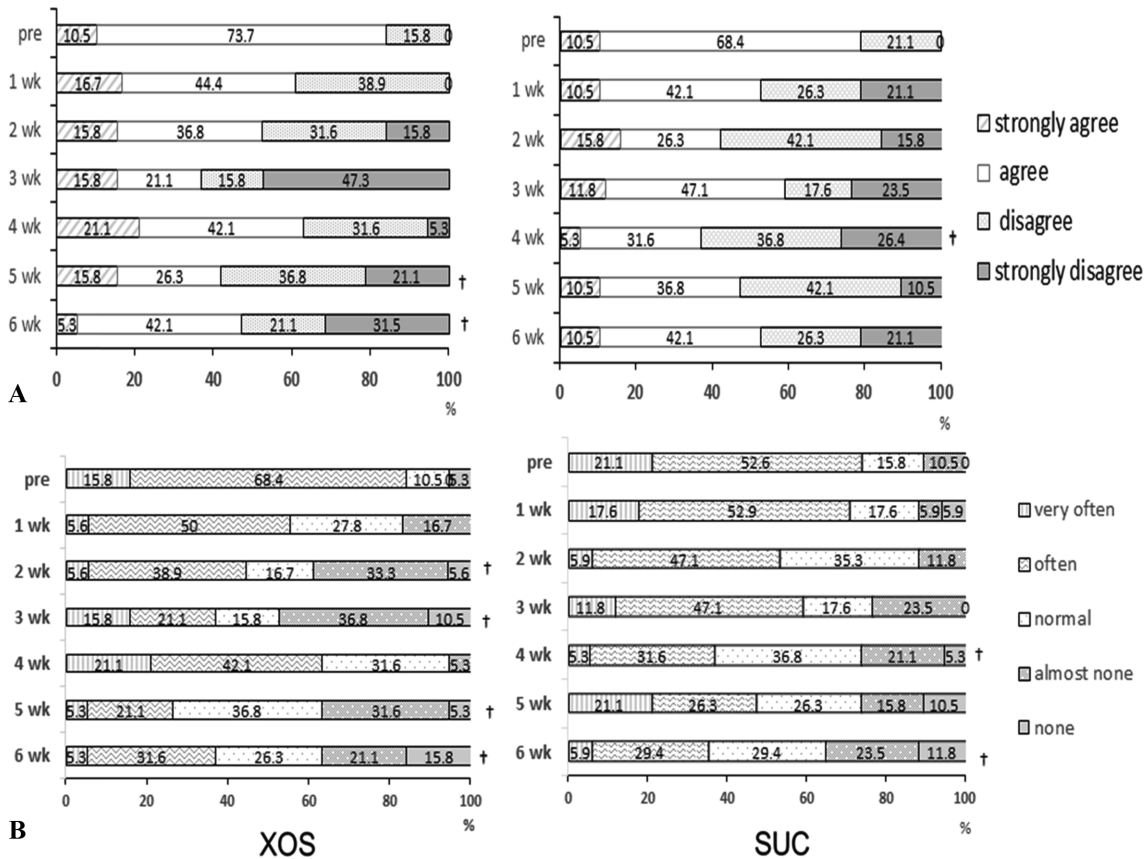


Fig. 3. The effect of xylooligosaccharide- sugar mixture intake on abdominal state of the subjects. A: Weekly transition of the feeling of abdominal displeasure. B: Weekly transition of the feeling of residual stool leftness. †Significant difference from the pre treatment, $p < 0.05$. XOS: Xylooligosaccharide-sugar mixture group, SUC: sugar group.

SUC군은 섭취 4주, 6주에 잔변감이 섭취전에 비해 통계적으로 유의하게 개선되는 것으로 나타났다.

배변에 소요되는 시간에 미치는 영향

배변에 소요되는 시간은 Table 2에 제시하였다. XOS군에서 섭취전 평균 배변 소요시간은 13.7분이었으며, 섭취 3주째는 11.7분으로 통계적으로 유의하게 단축되었다 ($p < 0.05$). SUC군에서는 섭취전 16분에서 섭취 3주에 배변에 소요되는 시간이 13.1분으로 짧아졌으나 그 외 기간 내내 평균 배변소요시간은 XOS군에 비해 높았다.

**실험 2: 자일로올리고 설탕 함유 커피믹스의 섭취 효과
주간 배변횟수 및 배변일수에 미치는 영향**

XOSmix 군의 섭취로 인해 섭취 1주째부터 주간 배변횟수가 증가하였다. 섭취전 주간 배변 횟수는 평균 2.47회였으나 섭취 1주에 4.11회로 증가하였으며 섭취기간내내 배변횟수를 유지하였으며 섭취 6주째 평균 5.67회로 가장 많았다.

주간 배변일수는 섭취전 ‘주 3일 이하’라고 한 응답자가 88.9%고, ‘6~7일 배변한다’고 응답한 사람이 0%였으나 섭취 1주째는 ‘주 3일 이하로 배변한다’고 응답한 사람의 비율이 50%로 감소하였고 ‘주 6~7일 배변한다’고 응답한 사람이 섭취 1주 11%, 섭취 6주째에는 33.3%로 증가하여 XOS mix의 섭취는 배변일수에서도 유의적인 증가효과가 있었다 (Fig. 4). 자일로올리고당 함유 설탕이 첨가된 커피믹스의 6주간 섭취는 그림이나 Table로 제시하지는 않았지만 변의 양과 변의 색, 변의 굳기에는 통계적으로 유의적인 영향이 없었다.

복부 긴장감, 잔변감에 미치는 영향

Fig. 5에 복부불쾌감과 배변후 잔변감의 변화를 제시하였는데 복부불쾌감은 실험 3주에 ‘거의 없다’와 ‘없다’라고 응답한 비율이 77.8%로 섭취전 16.7%에 비해 유의하게 증가하였으며 섭취 4, 5, 6주에도 통계적으로 유의하게 불쾌감이 개선된 상태를 유지하는 것으로 나타났다. 배변 후 잔변감은 섭취전에 ‘자주’ 또는 ‘종종 있다’고 응답한 사람의

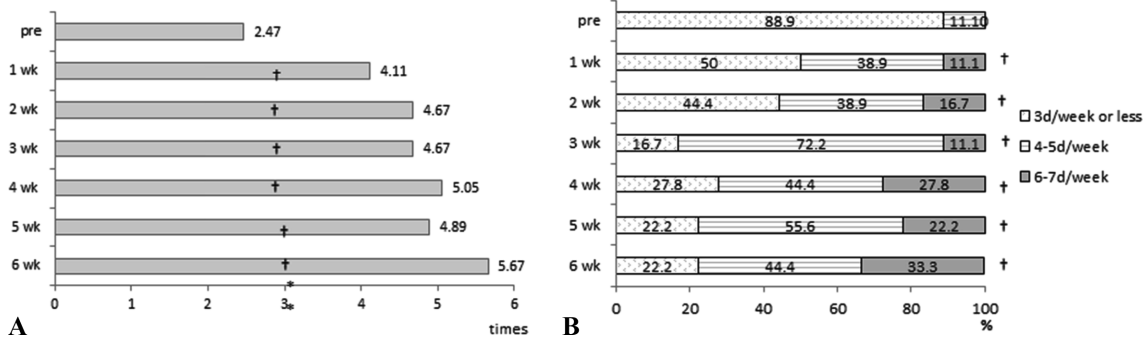


Fig. 4. The effect of xylooligosaccharide-sugar mixture containing coffee mix intake on the bowel movement frequency of the subject. A: Weekly transition of the mean number of stools of the subjects. B: Weekly transition of the number of days with defecation of the subjects. †Significant difference from the pre treatment, $p < 0.05$.

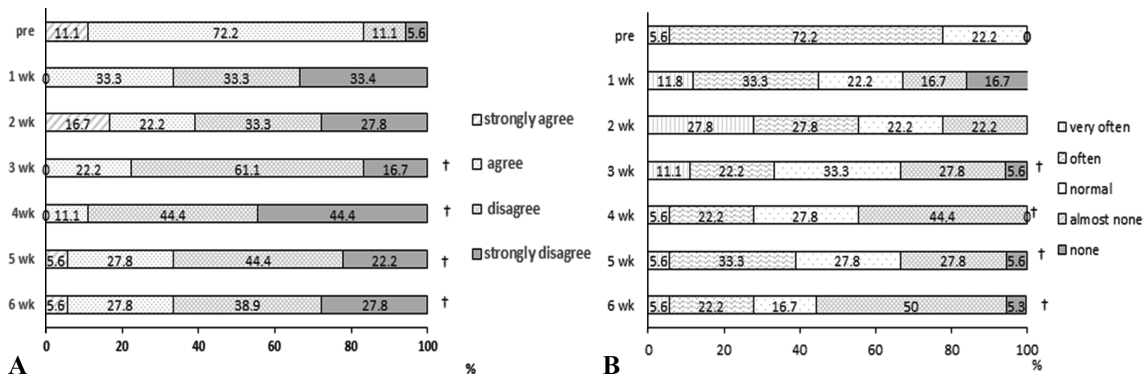


Fig. 5. The effect of xylooligosaccharide-sugar mixture containing coffee mix intake on abdominal state of the subjects. A: Weekly transition of the feeling of abdominal displeasure. B: Weekly transition of the feeling of residual stool leftness. *Significant difference from the pre treatment, $p < 0.05$.

Table 3. The weekly transition of evacuation time of stool (min)

	XOSmix ¹⁾
pre	12.9 ± 4.0
1 wk	11.7 ± 2.5
2 wk	11.4 ± 2.3
3 wk	11.7 ± 2.4
4 wk	11.4 ± 2.3
5 wk	11.1 ± 2.1
6 wk	11.1 ± 2.2

1) XOSmix: Xylooligosaccharide sugar containing coffee mix

비율이 섭취전 77.8%였다. 그러나 섭취 3주째 33.3%, 4주째 27.8%, 5주째 38.9%, 6주째 27.8%로 통계적으로 유의하게 감소하였고 ‘거의 없다’와 ‘전혀없다’고 응답한 사람의 비율은 섭취 6주째 55.3%였다. XOSmix는 배변후 잔변감의 개선에 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다.

배변에 소요되는 시간에 미치는 영향

Table 3에 제시한 바와 같이 배변에 소요되는 시간은 섭취전 12.9분이었으며, 통계적으로 유의하진 않으나 자일로올리고당 함유 설당이 첨가된 커피믹스를 섭취한 후 11분대로 감소하였고 배변에 소요되는 시간은 섭취기간 동안 거의 유사하였다.

고 찰

본 연구는 56명의 20대~30대 젊은 여성을 3개의 그룹으로 나누어 실험 1에서 2군은 이중맹검으로 6주간 하루에 자일로올리고당 함유 설당 10 g 또는 설당 10 g을 섭취 시 변비 개선 여부를 알아 보기 위해 진행되었고, 나머지 1군은 실험 2에서 자일로올리고당 함유 설당이 첨가된 커피믹스의 6주간 섭취가 변비에 미치는 영향을 평가하기 위해 시도되었다.

본 연구대상자의 변비를 앓은 기간은 평균 6.07년이었으며, 복부의 불편감과 배변 후 잔변감을 갖고 있었다. 플라시보 섭취군(설당섭취군)을 포함하여 이중맹검으로 자일로올리고당을 함유한 설당의 섭취는 만성변비를 앓고 있는 실험대상자에서 지속 가능하게 변비를 개선하는 데 효과적 이었던 것으로 나타났다. 자일로올리고당 함유 설당의 섭취로 인해 배변횟수의 증가는 섭취 1주째 부터 나타나기 시작하여 섭취기간 내내 지속되었다. 정상적인 장운동을 하는 사람의 경우 평균 주간 배변횟수는 6.8회로 보고 한 바 있는데 만성적인 변비의 증세는 다양한 양상을 보이고 있으나 배변횟수의 감소가 가장 흔한 특징이며 규칙적인 배변을 하지 못하는 것으로 인한 복부의 불편감, 긴

장감등을 동반하는 것으로 알려져 있다.²⁸ 본 연구에서 실험 대상자의 시료 섭취 전 주간 배변횟수는 평균 2.32회로 정상적인 배변을 하는 사람에 비해 매우 낮았다. 7%의 자일로올리고당이 함유된 설당 섭취 1주후 3.47회로 증가하였으며, 플라시보 설당 섭취군도 3.47회로 증가 하였다. 설당 섭취의 효과는 이중맹검으로 수행한 플라시보 효과인 것으로 사료된다. 그러나 섭취 2주째 이후 설당 섭취군은 3.21회로 이후의 실험 기간 동안 변화가 없었으나 자일로올리고당 함유 설당을 섭취한 대상자는 섭취 2주째부터 유의적으로 배변횟수가 증가하였고 섭취 기간 동안 증가된 배변횟수를 유지하였다 ($p < 0.05$). 또한 섭취 첫주에 주간 배변일 수가 XOS군의 경우 ‘주 3일 미만’이 연구대상자의 84.2% 였는데, 섭취 2주-5주까지 ‘주 3일 미만 배변하였다’고 응답한 사람의 비율이 31.6~63.2%로 감소하였고 실험 전 ‘주 6-7일 배변한다’고 응답한 사람이 0%였는데 6주 후에는 15.8%로 증가하였다. 반면 SUC군은 주간 배변일수의 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 자일로올리고당 함유 설당, 커피, 식물성 크림 등이 혼합된 믹스형태로 섭취하였을 때 섭취 1주에 주간 배변 횟수가 4.11회로 증가하였고 섭취 6주째는 5.67회로 실험1의 XOS군의 배변횟수보다 많았다(5.67회: 4.05회). 이는 커피믹스의 경우 커피, 자일로올리고당 함유 설당외에 물엿, 식물성 경화유지, 카제인나트륨으로 구성된 식물성 크림이 추가로 들어있어 식물성 크림이 배변을 증가시키는 상승작용을 하였을 것으로 사료된다. Tateyama 등의 연구에서 변비를 앓고 있는 임신부를 대상으로 1일 자일로올리고당이 4.2 g 함유된 시럽을 8 g 섭취하게 하였을 때 배변횟수를 증가시켰다고 보고하였고,²⁷ Chung 등의 연구에서 자일로올리고당 4 g을 3주간 노인에게 섭취시켰을 때 변의 수분함량을 증가시키고, 대변의 pH를 감소시켰다고 보고하였다.²⁹ 본 연구에서 사용된 XOS는 설당에 자일로올리고당이 7% 혼합된 제품이며, 실험 참여 대상자가 섭취한 자일로올리고당은 0.7 g이어서 다른 선행 연구와 비교 하였을 때 비교적 적은 섭취량이였다. 다른 인체 임상연구에서 1일 자일로올리고당 0.4~3.5 g의 섭취가 설사를 유발하지 않고 장운동을 촉진시켰다고 보고하였다.^{30,31} 본 연구에 참여한 대상자들은 일상적인 식사를 유지하면서 자일로올리고당 함유 설당을 섭취하도록 하였으며, 변비완화제의 사용을 제한하였으므로 비교적 적은양의 자일로올리고당을 섭취하여도 배변횟수를 증가시킬 수 있는 것으로 확인되었다. Kobayashi 등은 자일로올리고당이 인체에 유해한 영향을 주지 않는 최대 섭취량을 약 4 g이라고 하였는데 본 연구에서는 이 양의 약 1/6 수준에서도 유의적인 효과가 있었다.³²

자일로올리고당 함유 설당의 섭취는 변의 상태에 영향

을 주어 변의 균기를 완하시켰으며, 자일로올리고당 함유 설당을 블랙커피와같이 섭취하였을 때는 섭취 5주와 6주째에 통계적으로 유의하게 변의 균기를 무르게 하는 효과가 있었으며 ($p < 0.05$), 커피믹스의 형태로 섭취하였을 때 변의 균기에는 통계적으로 유의하게 영향을 주지 않았다. 그러나 커피믹스의 형태로 섭취하였을 때 변의 균기가 보통이라고 응답한 사람의 비율이 섭취전 22.2%였는데 섭취 5, 6주째에는 각각 61.1%, 44.4%로 증가하는 경향을 보였다. 배변에 소요되는 시간도 XOS군의 경우 유의하게 섭취 3주째에 감소하였으며 SUC군과 비교하였을 때 배변에 소요되는 시간이 섭취 3주, 5주째 유의하게 짧았다. 배변횟수의 증가와 복부 불편감 및 잔변감의 감소 섭취 초기부터 효과가 있었으며, 변의 균기는 섭취 후반부인 섭취 5주째에 통계적으로 유의하게 개선되었다. 복부의 불편감과 잔변감은 XOS군에서 유의하게 감소하였고, XOSmix군도 배변 후 잔변감을 개선시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 변비환자는 비정상적인 장운동으로 인해 배변횟수의 감소뿐 아니라 복부의 불편감, 배변 후 잔변감을 동반하는 경우가 많은데 자일로올리고당 함유 설당의 섭취로 인한 배변횟수의 증가는 복부의 불편감과 잔변감을 개선시키는 효과를 유도한 것으로 보인다. 변의 색은 누런색으로 변화하는 경향이었으나 통계적으로 유의적인 차이가 없어 자일로올리고당 함유 설당은 장내 내용물의 화학적인 변화보다는 물리적인 변화를 통해 우선적으로 변비를 개선하였음을 알 수 있었다. Iino 등은 매일 섭취하는 자일로 올리고당이 대변의 양을 정상범위내에 유지하였다고 보고하였다.³¹ 이는 자일로올리고당이 식물의 섬유소의 구성 성분인 헤미셀룰로오스로 구성되어 있기 때문에 식이 섬유소와 같은 기능을 했을 것으로 보인다. 쌀겨, 채소나 과일류에 들어 있는 수용성, 불용성 섬유소, 락토바실러스 등과 유산균, lactitol과 같은 약품의 섭취가 장의 운동의 횟수를 증가시키고, 전체적인 배변량을 증가시켰다는 연구결과들이 있다.^{33,34} 반면, Jones 등은 만성 변비의 경우 변비완화제의 효과가 뚜렷하지 않았다고 보고한 바 있다.³⁵

장관내에는 매우 다양한 미생물이 증식하고 있으며 대부분 혐기성이다. 대부분의 장내세균은 인간에게 미약한 영향을 주나 일부 세균은 병원성이 되어 급만성 이상증세를 유발하기도 한다. 많은 변비환자에서 프로바이오틱스의 섭취가 변비를 개선하였다고 보고하였으며 장기능이 원활한 건강한 사람과 변비환자에서는 장내 미생물의 차이가 있다고 보고하였다.¹⁶ 장내 미생물은 섭취하는 식사 성분을 이용하여 장내에서 대사에 중요한 역할을 하며 인체건강에 유익한 효과와 유해한 효과를 줄 수 있다고 보고하였다. Zoppi 등은 변비를 앓고 있는 어린이의 변내 존재

하는 clostridia와 건강한 어린이 변에서 검출되는 clostridia 종이 다르다고 보고하였으며, 전체적으로 변비인 경우 비피도박테리아가 감소하였다고 하였다.³⁶ 기능성 올리고당은 장내 비피도박테리아와 락토바실러스균의 증식을 촉진하고 병원성 세균의 증식을 억제하는 효과가 있다고 보고된 바 있다.³⁷ 자일로올리고당은 인체의 장내 소화 효소에 의해 소화되지 않고 비피도 박테리아나 프로피오닉박테리아와 같은 프로바이오틱스에 의해 이용되어 이들 박테리아의 증식을 유도한다고 보고되었다.²⁹ Gibson 등은 노인을 대상으로 한 연구에서 이눌린을 20-40 g을 매일 19일간 섭취하였을 때 비피도박테리아는 증식시키고, 총 박테리아수는 변화가 없어 이눌린이 프로바이오틱스를 선택적으로 증가시킨다고 하였다.¹⁵ 또한 15 g의 프럭토 올리고당을 섭취하였을 때 변의 양을 증가시키는 효과가 있었으며, 자일로올리고당이 프럭토 올리고당보다 비피도 박테리아 증식의 효과가 컸다고 보고되었다.¹⁵ 자일로 올리고당은 위장의 상복부에서 흡수되거나 분해되지 않고 하부 장관에 도달하여 비피도박테리아에 우선적으로 대사된다고 보고된바 있다.³⁸

배변횟수의 변화, 변내 수분함량의 증가로 인한 변상태의 변화 등은 변비 완화제 사용하였을 때 변비 개선의 지표로 사용되어 왔다.³⁹ 대부분의 기능성 변비를 치료하기 위해 변비완화제가 사용되어 왔는데 변의 양을 증가시키거나 장내 삼투압의 변화를 유도하여 변을 개선하는 약제가 사용되고 있으나 장기적으로 사용하였을 때 장내 전해질 불균형을 유발하거나 장간내 신경손상 (myenteric nerve)을 유발할 위험이 보고되고 있다.³⁴ 또한 변비의 원인이 다양하기 때문에 적절한 변비완화제를 복용하는 것에 대한 논란도 존재한다.⁴⁰ 장기적인 변비완화제의 복용은 약에 대한 의존성이 생겨 사용에 주의하는 것이 좋다. 프리바이오틱이나 대변의 양을 증가시키는 식품의 섭취는 대장내 병원성 세균의 침입에 대한 저항성을 증가시키고, 장관내 질병의 억제, 장운동의 활성을 유익하게 강화시킬 수 있다. 올리고당은 수용성이며 설당의 0.3-0.6배의 당도를 갖고 있으며 단당류나 이당류에 비해 분자량이 커서 점도를 증가시키고 식감을 증진시킬 수 있다.¹⁷ 자일로올리고당은 소량으로도 장내 비피도박테리아의 증식을 촉진하여 프리바이오틱으로서의 강점을 갖고 있으며 본연구에서도 0.7 g의 섭취시 배변횟수를 증가시키고, 잔변감, 복부불쾌감의 개선의 효과가 있었으며, 또한 커피믹스 형태로 첨가되었을 때 배변 횟수를 더 증가시키는 것으로 나타났다. 대부분의 올리고당은 음료의 감미료로 사용되는데 본 연구에서 0.7 g의 자일로올리고당이 함유된 설당도 커피와 함께 음료로서 복용하였을 때 변비를 개선하는 효과가 있었다.

본 연구결과 0.7 g 자일로 올리고 함유 설당을 매일 6주간 섭취하였을 때 대부분의 경우 주간 배변횟수와 배변일수의 증가, 복부 불편감 완화, 잔변감의 감소, 변 굳기를 무르게 하고, 변의 색을 누런색으로 변화시키는 방향으로 개선되었으며 섭취기간동안 효과가 지속되었다. 자일로올리고당을 감미료를 사용하는 제품에 첨가하여 섭취할 경우 비교적 안전하게 지속적으로 변비를 개선하는 효과가 있음을 알 수 있었다.

요 약

본 연구는 자일로올리고당을 설당에 혼합하여 변비를 앓고 있는 젊은 여성을 대상으로 변비개선효과를 확인하였다. 평균연령 22.1세인 젊은 여성 56명을 대상으로 실험 1에서는 설당을 플라시보로 하는 이중맹검 임상연구를 통해 자일로올리고당 0.7 g이 함유된 설당 10 g (n = 19명) 또는 설당 10 g (n = 19명)을 블랙커피와 함께 복용하도록 하였고, 실험 2에서는 자일로올리고당 0.4 g 함유한 설당 5.6 g과 1.6 g의 커피, 4.8 g의 식물성 크림이 함유된 커피믹스를 1일 2회씩 6주간 섭취하도록 하였다 (n = 18명). 섭취결과 XOS군과 XOSmix군의 경우 섭취전 주간 배변횟수가 2.47회에서 섭취 1주째부터 증가하여 섭취 6주째에는 주간 배변횟수가 4.11회와 5.67회로 각각 증가하였다. XOS와 XOS 함유 커피믹스는 통계적으로 유의하게 복부 불편감과 잔변감을 개선하였으며, 배변횟수의 증가는 섭취초반부터 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 XOS는 0.7 g의 적은양으로도 변비를 개선하는 효과가 있는 것으로 나타나 음료에 기능성을 갖춘 감미료로서의 활용이 기대된다.

References

- Johanson JF, Kralstein J. Chronic constipation: a survey of the patient perspective. *Aliment Pharmacol Ther* 2007; 25(5): 599-608.
- Kassinen A, Krogius-Kurikka L, Mäkiyuokko H, Rinttilä T, Paulin L, Corander J, Malinen E, Apajalahti J, Palva A. The fecal microbiota of irritable bowel syndrome patients differs significantly from that of healthy subjects. *Gastroenterology* 2007; 133(1): 24-33.
- Longstreth GF, Thompson WG, Chey WD, Houghton LA, Mearin F, Spiller RC. Functional bowel disorders. *Gastroenterology* 2006; 130(5): 1480-1491.
- Suares NC, Ford AC. Prevalence of, and risk factors for, chronic idiopathic constipation in the community: systematic review and meta-analysis. *Am J Gastroenterol* 2011; 106(9): 1582-1591.
- Sanchez MI, Bercik P. Epidemiology and burden of chronic constipation. *Can J Gastroenterol* 2011; 25(Suppl B): 11B-15B.
- Nellesen D, Chawla A, Oh DL, Weissman T, Lavins BJ, Murray CW. Comorbidities in patients with irritable bowel syndrome with constipation or chronic idiopathic constipation: a review of the literature from the past decade. *Postgrad Med* 2013; 125(2): 40-50.
- Gallegos-Orozco JF, Foxx-Orenstein AE, Sterler SM, Stoa JM. Chronic constipation in the elderly. *Am J Gastroenterol* 2012; 107(1): 18-25.
- Nyberg C, Hendel J, Nielsen OH. The safety of osmotically acting cathartics in colonic cleansing. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2010; 7(10): 557-564.
- Olafsdottir LB, Gudjonsson H, Jonsdottir HH, Jonsson JS, Bjornsson E, Thjodleifsson B. Irritable bowel syndrome: physicians' awareness and patients' experience. *World J Gastroenterol* 2012; 18(28): 3715-3720.
- Hart AL, Stagg AJ, Kamm MA. Use of probiotics in the treatment of inflammatory bowel disease. *J Clin Gastroenterol* 2003; 36(2): 111-119.
- Kinugasa A, Matsushita S. Effect of bifidobacterial material on abnormal evacuative symptoms. *J New Rem Clin* 1993; 42: 2181-2187.
- Gibson GR, Beatty ER, Wang X, Cummings JH. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology* 1995; 108(4): 975-982.
- Ford AC, Quigley EM, Lacy BE, Lembo AJ, Saito YA, Schiller LR, Soffer EE, Spiegel BM, Moayyedi P. Efficacy of prebiotics, probiotics, and synbiotics in irritable bowel syndrome and chronic idiopathic constipation: systematic review and meta-analysis. *Am J Gastroenterol* 2014; 109(10): 1547-1561.
- Akpinar O, Erdogan K, Bostanci S. Enzymatic production of Xylooligosaccharide from selected agricultural wastes. *Food Bioprod Process* 2009; 87(2): 145-151.
- Gibson GR, Probert HM, Loo JV, Rastall RA, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutr Res Rev* 2004; 17(2): 259-275.
- Macfarlane S, Macfarlane GT, Cummings JH. Review article: prebiotics in the gastrointestinal tract. *Aliment Pharmacol Ther* 2006; 24(5): 701-714.
- Wong JM, de Souza R, Kendall CW, Emam A, Jenkins DJ. Colonic health: fermentation and short chain fatty acids. *J Clin Gastroenterol* 2006; 40(3): 235-243.
- Bray GA, Nielsen SJ, Popkin BM. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(4): 537-543.
- Korea Rural Economic Institute. Food balance sheet 2012. Seoul: Korea Rural Economic Institute; 2013.
- Shin HL. Customer attitude survey: beverage purchasing behaviors and preference [dissertation]. Seoul: Sejong University; 2009.
- Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation. 2012 Processed food segments status report: coffeemix. Seoul: Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation; 2012.
- Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation. 2013 Processed food segments status report: coffee. Seoul: Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation; 2013.
- Korea Consumer Agency. A report on the comparison of the component of coffee mixtures [Internet]. Eumseong: Korea Consumer

- Agency; 2014 [cited 2014 Jul 9]. Available from: http://www.kca.go.kr/brd/m_32/view.do?seq=1634.
24. Malik VS, Popkin BM, Bray GA, Després JP, Hu FB. Sugar-sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes mellitus, and cardiovascular disease risk. *Circulation* 2010; 121(11): 1356-1364.
 25. Alonso S, Setser C. Functional replacements for sugars in foods. *Trends Food Sci Technol* 1994; 5(5): 139-146.
 26. Drossman DA. Rome III: the new criteria. *Chin J Dig Dis* 2006; 7(4): 181-185.
 27. Tateyama I, Hashii K, Johno I, Iino T, Hirai K, Suwa Y, Kiso Y. Effect of xylooligosaccharide intake on severe constipation in pregnant women. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2005; 51(6): 445-448.
 28. Preston DM, Lennard-Jones JE. Severe chronic constipation of young women: 'idiopathic slow transit constipation'. *Gut* 1986; 27(1): 41-48.
 29. Chung YC, Hsu CK, Ko CY, Chan YC. Dietary intake of xylooligosaccharides improves the intestinal microbiota, fecal moisture, and pH value in the elderly. *Nutr Res* 2007; 27(12): 756-761.
 30. Okazaki M, Fujikawa S, Matsumoto N. Effect of xylooligosaccharide on the growth of bifidobacteria. *Bifidobact Microflora* 1990; 9(2): 77-86.
 31. Iino T, Nishijima Y, Sawada S, Sasaki H, Harada H, Suwa Y, Kiso Y. Improvement of constipation by a small amount of xylooligosaccharides ingestion in adult women. *J Jpn Assoc Diet Fiber Res* 1997; 1(1): 19-24.
 32. Kobayashi T, Okazaki M, Fujikawa S, Koga K. Effect of xylooligosaccharides on feces of men. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 1991; 65(11): 1651-1653.
 33. Faruqui AA, Joshi C. Lactitol: a review of its use in the treatment of constipation. *Int J Recent Adv Pharm Res* 2012; 2(1): 1-5.
 34. Dukas L, Willett WC, Giovannucci EL. Association between physical activity, fiber intake, and other lifestyle variables and constipation in a study of women. *Am J Gastroenterol* 2003; 98(8): 1790-1796.
 35. Jones MP, Talley NJ, Nuyts G, Dubois D. Lack of objective evidence of efficacy of laxatives in chronic constipation. *Dig Dis Sci* 2002; 47(10): 2222-2230.
 36. Zoppi G, Cinquetti M, Luciano A, Benini A, Muner A, Bertazzoni Minelli E. The intestinal ecosystem in chronic functional constipation. *Acta Paediatr* 1998; 87(8): 836-841.
 37. Qiang X, YongLie C, QianBing W. Health benefit application of functional oligosaccharides. *Carbohydr Polym* 2009; 77(3): 435-441.
 38. Okazaki M, Koda H, Izumi R, Fujikawa S, Matsumoto N. In vitro digestibility and in vivo utilization of xylobiose. *Nihon Eiyo Shokuryo Gakkai Shi* 1991; 44(1): 41-44.
 39. Wintola OA, Sunmonu TO, Afolayan AJ. The effect of Aloe ferox Mill. in the treatment of loperamide-induced constipation in Wistar rats. *BMC Gastroenterol* 2010; 10: 95.
 40. Christensen J. Chapter 39 Possible effects of laxatives on the nerve plexuses of the colon. In: Kamm MA, Lennard-Jones JE, editors. *Constipation*. Petersfield: Wrightson Biomedical Pub.; 1994. p. 321-326.