

발간등록번호

11-1541000-001743-01

대사증후군 환자에서 김치의 숙성도 차이에 따른 임상적 효과 구명
(Comparison of clinical parameters and cytokines according to
the fermentation of Kimchi in patients with metabolic syndrome)

농림축산식품자료실



0022853

농림수산식품부

0.7
239ㄷ
013-10

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “대사증후군 환자에서 김치의 숙성도 차이에 따른 임상적 효과 구명”에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2013 년 2 월 14 일

아주대학교 산학협력단

연 구 진

연구기관명 : 아주대학교 산학협력단

연구책임자 : 이 관 우

책임연구원 : 이 관 우

연 구 원 : 김 대 중

연 구 원 : 김 혜 진

연 구 원 : 한 승 진

연구보조원 : 이 민 석

연구보조원 : 안 소 연

연구보조원 : 최 선 정

연구보조원 : 옥 창 옥

연구보조원 : 윤 자 영

연구보조원 : 이 상 아

연구보조원 : 김 혜 숙

연구보조원 : 김 영 숙

보 조 원 : 양 미 혜

보 조 원 : 최 선 주

요 약 문

I. 제 목

대사증후군 환자에서 김치의 숙성도 차이에 따른 임상적 효과 구명

II. 연구개발의 목적 및 필요성

김치는 대표적인 한국 전통 음식 중의 하나로 최근에 김치의 다양한 효과들에 대한 보고가 늘어나면서 전 세계적으로 주목을 받고 있다. 김치의 생리학적 기능과 작용은 김치를 만드는 재료 및 김치의 발효 과정을 통해서 나타난다. 저자들은 최근 비만한 환자를 대상으로 한 김치의 효과 및 발효의 부가적인 효과를 발표한 바 있다. 따라서 대사증후군 환자에서도 김치 및 발효과정이 임상적인 지표 및 사이토카인에 이로운 효과를 보일 수 있을 것으로 사료되어 연구를 수행하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

연구대상은 대사증후군으로 진단된 환자 또는 대사증후군 요소 2가지 이상을 가지고 있는 환자 37명으로 선정하였다. 대사증후군은 다음 5가지 요소중 3가지 이상을 가지는 경우를 대사증후군으로 진단한다.

- ▶ 허리둘레 : 남자 > 90 cm, 여자 > 80 cm
- ▶ 중성지방 : ≥ 150 mg/dL
- ▶ 고밀도콜레스테롤 : 남자 < 40 mg/dL , 여자 < 50 mg/dL
- ▶ 혈압 : 수축기혈압 ≥ 130 mmHg , 이완기혈압 ≥ 85 mmHg
- ▶ 공복혈당 : ≥ 100 mg/dL

연구는 cross-over study로 진행하였으며, 발효음식 섭취를 제한하는 run-in period 2 주 후 참여자들은 생김치/발효김치를 8주간 섭취한다. 4주간의 휴식기를 거쳐 반대로 발효김치/생김치를 8주간 섭취한다.

다음과 같은 방법으로 김치 및 발효의 효과를 측정하였다.

- ▶ 임상적 지표 : 몸무게, 체질량지수, 허리둘레, 체지방량, 혈압
- ▶ 실험실적 지표 : 공복/식후30분/식후120분 혈당, 당화혈색소, C-peptide, 인슐린, 지질대사지표, 인슐린 저항성 및 민감성 지표, 대사증후군 및 염증과 관련된 사이토카인 (IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , CRP, MCP-1, FGF21, adiponectin)

IV. 연구개발결과

1. 대사증후군 요소 2가지 이상을 가진 환자대상

- (1) 김치 섭취 전에 비해 김치 섭취 후
 - : 식이섬유의 양 증가
 - : 체중, 체질량지수, 허리둘레, 체지방(%), 이완기혈압, 당화혈색소의 감소
- (2) 숙성김치 섭취 후
 - : 수축기 혈압의 감소
 - : 인슐린저항성지표인 HOMA-IR이 감소, 인슐린분비능지표인 QUICKI 증가
- (3) 김치 섭취 전에 당대사장애를 보이던 참여자들은 생김치 섭취 후 5.4%, 숙성김치 섭취 후 21.6%에서 정상 당대사로 전환되었다.

2. 당대사장애를 보이는 참여자 대상

- (1) 김치 섭취 전에 비해 김치 섭취 후
 - : 식이섬유의 양 증가, 체중, 체질량지수, 허리둘레 감소
 - : 공복 인슐린, 인슐린저항성지표인 HOMA-IR 감소
 - 인슐린분비능지표인 Matsuda index가 개선
 - 특히 숙성김치 섭취 후에는 이에 더해 인슐린 민감도 지표인 QUICKI도 증가
 - 김치의 섭취가 인슐린 저항성을 개선시키고 인슐린 민감도를 증가시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.
- (2) 김치 섭취 전에 당대사장애를 보이던 참여자들은 생김치 섭취 후 9.5%, 숙성김치 섭취 후 33.3%에서 정상 당대사로 전환되었다.

3. 체질량지수 25 이상인 과체중 또는 비만 환자 대상

(1) 김치 섭취 전에 비해 김치 섭취 후

: 식이섬유의 양 증가, 체중, 체질량지수, 허리둘레, 당화혈색소 감소

(2) 숙성김치 섭취 후에는 생김치 섭취 시 보이지 않았던

: 체지방(%), 수축기 혈압의 감소

: 공복인슐린, HOMA-IR이 감소하여 인슐린 저항성의 개선효과가 있었으며,

Matsuda index, QUICKI 등도 증가하여 인슐린분비능 및 민감도 개선이 있었다.

○ 연구성과 및 성과활용 계획

1. 국제학술대회 포스터 발표

2012 International Conference on Diabetes and Metabolism

Thursday 8~ Saturday 10 November 2012

Grand Hilton Seoul Hotel, Seoul, Korea

"The favorable effects of Kimchi on metabolic parameters in patients with prediabetes"

2. 국제학술대회 초록 발표 예정 및 SCI 논문 submission

1) 2013년 미국당뇨병학회 (2013년 6월 개최예정) 초록 발표 예정

- Beneficial Effects of Kimchi on Metabolic Parameters in Subjects with Metabolic Syndrome
- Beneficial Effects of Kimchi on Glucose Metabolism Related Parameters in Subjects with Prediabetes

2) SCI journal에 submission 함 : *Annals of Nutrition and Metabolism*

- Beneficial effects of kimchi and fermented Kimchi in subjects with prediabetes

3. 연구 참여자들을 당대사이상을 보이는 군, 대사증후군을 가진 군, 비만군 등으로 나누어 subgroup analysis를 시행하고 다양한 군에서 김치 섭취가 유용함을 밝힐 예정임.

4. 김치 섭취의 권장 홍보자료로 활용: 현재 개인적으로나 사회적으로 중요한 문제로 대두되고 있는 대사증후군 환자에게서 김치 및 발효음식의 효과를 증명함으로써 김치의 섭취를 권장할 수 있다.

5. 김치의 세계화 전략정책의 홍보자료로 활용: 외국에 실험의 내용 및 결과를 발표함으로써 김치의 우수성을 널리 알리고 구체적이고 과학적인 근거를 제시함으로써 “한식의 세계화”신뢰도를 높일 수 있다.

6. 김치의 건강 기능성을 활용한 건강기능제품 개발 활용: 외국인을 위한 김치의 표준화된 레시피 개발 및 제공을 고려하고, 손쉽게 섭취 가능한 건강기능제품을 개발할 수 있도록 기초연구로 기여한다.

SUMMARY

(영문 요약문)

I. Title

Beneficial effects of Kimchi, especially fermented Kimchi, on metabolic parameters in subjects with Metabolic Syndrome

II. Aims

Kimchi is a staple food of the Korean diet and a representative Korean fermented food that uses cabbage and several vegetables as ingredients, along with various seasonings. Interest in Kimchi has increased internationally due to its nutritional excellence. However, a majority of the previous studies on the beneficial effects of Kimchi have focused on the ingredients contained within Kimchi and research focusing on the fermentation process is lacking. We recently found that fermented Kimchi reduced body weight and improved metabolic parameters in overweight and obese human patients (Nutr Res 2011;31:436-43). Based on these results, we hypothesized that fermented Kimchi may improve metabolic parameters in subjects with Metabolic Syndrome. In the present study, we investigated this possibility and attempted to verify if fermentation has beneficial effects on the metabolic parameters using fresh and fermented Kimchi.

III. Contents

A total of 37 subjects who had two or more metabolic components were enrolled in this study. Metabolic Syndrome was diagnosed as individuals having more than three components of the followings;

- ▶ waist circumference (WC) > 90 cm in men or > 80 cm in women
- ▶ triglycerides (TG) > 150 mg/dL
- ▶ high density lipoprotein-cholesterol < 40 mg/dL in men or < 50 mg/dL in women
- ▶ blood pressure > 130/85 mmHg
- ▶ fasting glucose > 100 mg/dL

This study was a cross-over design. Subjects were restricted from having any fermented food during a 2 week run in period. During the first 8 weeks, they consumed either fresh Kimchi or fermented Kimchi after randomization. After a 4 week wash-out period, they consumed Kimchi vice versa during the second 8 weeks. Anthropometric measurements and blood tests were performed 5 times, at screening and 0/8/12/20 weeks.

Parameters

- ▶ Anthropometric parameters: body weight, BMI, waist circumference, body fat, and blood pressure.
- ▶ Laboratory parameters: glucose/C-peptide/Insulin using oral glucose tolerance test, lipid profile, markers associated with insulin resistance and sensitivity, cytokines associated with inflammation, and metabolic syndrome (IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , CRP, MCP-1, FGF21, adiponectin)

IV. Results

1. In subjects who had two or more metabolic components:

(1) Effect of consumption of Kimchi

: Increased intake of dietary fiber

: Decreased body weight, BMI, waist circumference, body fat(%), diastolic blood pressure, and HbA1c

(2) Effect of consumption of fermented Kimchi

: Decreased systolic blood pressure

: Decreased HOMA-IR, a parameter of insulin resistance

Increased QUICKI index, a parameter of insulin sensitivity

(3) The percentage of subjects who showed improved glucose tolerance:

: fresh Kimchi- 5.4%, fermented Kimchi- 21.6%

2. In subjects with prediabetes:

(1) Effect of consumption of Kimchi

: Increased intake of dietary fiber

: Decreased body weight, BMI, and waist circumference

: Decreased fasting insulin, HOMA-IR, a parameter of insulin resistance

: Increased Matsuda index, a parameter of insulin secretion

(2) Effect of consumption of fermented Kimchi

: Increased QUICKI index, a parameter of insulin sensitivity

(3) The percentage of subjects who showed improved glucose tolerance

: fresh Kimchi- 9.5%, fermented Kimchi- 33.3%

3. In overweight subjects or subjects with obesity (BMI > 25 kg/m²)

(1) Effect of consumption of Kimchi

: Increased intake of dietary fiber

: Decreased body weight, BMI, waist circumference, and HbA1c

(2) Effect of consumption of fermented Kimchi

: Decreased body fat(%), systolic blood pressure

: Decreased fasting insulin, HOMA-IR (a parameter of insulin resistance)

Increased QUICKI and Matsuda index, a parameter of insulin sensitivity and secretion

V. Outcome and plan for utilization

1. Poster presentation

2012 International Conference on Diabetes and Metabolism

Thursday 8~ Saturday 10 November 2012

Grand Hilton Seoul Hotel, Seoul, Korea

"The favorable effects of Kimchi on metabolic parameters in patients with prediabetes"

2. Study team wrote the results of this study and submitted them to the SCI journal.

3. We will do a further study through a subgroup analysis and verify beneficial effects of Kimchi and fermentation in various conditions.
4. Utilization as a promotional material to encourage consumption of Kimchi
5. Utilization as a promotional material for globalization of Kimchi
6. Basis of health food development

CONTENTS

1. Aims of the study
2. Study design
3. Results of the study
4. Outcome and plan for utilization of the study

제1장 연구개발의 목적 및 필요성

김치는 대표적인 한국 전통 음식 중의 하나로 최근에 김치의 다양한 효과들에 대한 보고가 늘어나면서 세계적으로 주목을 받고 있다. 국내 김치제조업체는 현재까지 급속한 발전을 이루고 있고, 최근 김치의 Codex 국제규격이 공식 채택됨에 따라 김치를 세계적인 일류상품으로 육성해야 할 필요성이 강력히 대두되고 있다.

김치의 생리학적 기능과 작용은 김치를 만드는 재료 및 김치의 발효 과정을 통해서 나타난다. 현재까지 김치의 다양한 효능에 관한 연구 성과 및 보고는 김치에 들어가는 보편적인 재료나 첨가 재료에 중점을 둔 것이 대부분이었고 발효의 효과에 중점을 둔 연구는 드물다. 저자들은 2009년부터 3년간 정상인, 비만인, 제2형 당뇨병환자를 대상으로 김치의 효과 및 발효의 부가적인 효과를 연구 한 바 있다.

김치의 다양한 효능을 임상적으로 구명하고, 김치의 발효조절 기술 개발을 통한 가식기간의 연장, 그리고 수입국의 입맛에 맞는 맞춤형 웰빙김치의 개발은 현재 국내외 김치시장을 더욱 더 확대하게 될 것으로 전망된다. 본 연구과제의 수행으로 임상적인 측면 외에도 우리나라 경제 산업적 측면에서 매우 높은 수익을 창출할 수 있을 뿐만 아니라 검증된 세계적인 건강 발효식품으로 각광 받을 것으로 기대되며 더 나아가 현재 사회적으로 큰 문제로 대두 되고 있는 대사증후군 환자에서도 김치 섭취를 통하여 김치와 발효의 과정이 임상적인 지표 및 사이토카인에 이로운 효과를 보일 수 있을 것으로 사료되어 연구를 수행하였다.

제2장 연구개발의 내용 및 범위

1절. 김치의 임상학적 우수성에 대한 연구 및 기술개발 현황

1. 임상학적 우수성

○ 최 등(2001)은 김치 보충제 섭취가 건강한 성인의 혈중 지질 저하에 미치는 영향연구에서 배추 김치에 항산화 효과가 우수한 갖을 배추김치 중량에 30% 첨가한 김치를 사용하여, 연구 결과 김치의 섭취는 혈중 중성지질 농도 및 LDL/HDL-콜레스테롤 농도, 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있다고 보고하였다. (최선희, 김현주, 권명자, 백영호, 송영옥, 한국식품영양과학회지, 30(5), 913~920)

○ 양 등(2007)은 양파김치를 이용한 가공식품의 개발을 위해 Streptozotocin(STZ)으로 유도한 당뇨병 흰쥐를 이용하여 양파김치 추출물 투여 후 혈당강하 및 지질성분의 함량 변화를 조사하였으며, 결과로 양파김치 추출물 섭취가 당뇨쥐에서 증가된 혈당 및 혈청 콜레스테롤 수준을 감소시킬 수 있다고 보고하고 있다. (양아여, 김학렬, 박양균, 한국식품영양과학회지, 37(4), 445~451)

○ 이 등(2007)은 *H. pylori* 억제능을 지닌 김치 유래 유산균인 *Pediococcus pentosaceus* MDI을 가지고 궤양 예방효과를 지닌 김치를 개발하기 위한 선행연구중이며 4주 반복 투여 독성시험 결과 *H. pylori* 억제능을 지닌 유산균으로 판정되었으며, 유산균이 기능성 식품 소재로서의 안정성 확인을 통하여 소비자들에게 소화성 궤양 예방효과를 지닌 안전하고 차별화된 경쟁력 있는 김치를 개발 할 수 있을 것으로 보고하였다. (이재준, 이유미, 장해춘, 이명렬, 한국식품영양과학회지, 36(8), 975~982)

○ 이밖에 국내에서 쥐나 토끼를 이용한 김치의 동맥경화 예방효과가 보고되었다. 김치를 섭취한 군의 혈중 콜레스테롤, 중성지방 및 LDL-콜레스테롤 농도가 감소하였고 피브린 분해활성이 증가하였으며, 배추, 마늘, 고추를 섭취시킨 토끼의 동맥궁의 지질 침착도는 김치 재료 섭취군에서 대조군에 비해 모두 낮았다.

○ 김 등(2011)은 비만환자에서 김치섭취 및 김치 숙성도에 따른 신체계측지표 및 항염증 인자의 변화를 조사하였다. (Kim EK, et al. Nutrition Research, 31(6), 436~443)

- △ 생김치 섭취 전 vs. 섭취 후: 체중, 체질량지수 및 체지방 유의하게 감소
- △ 숙성김치 섭취 전 vs. 섭취 후: 체중, 체질량지수 및 허리엉덩이 둘레비 유의하게 감소, 공복혈당 및 공복 인슐린 유의하게 감소
- △ 생김치와 숙성김치 섭취 전, 후의 변화량 비교 : 체지방, 수축기 혈압 및 이완기 혈압 유의하게 감소 (숙성김치에서 생김치에 비하여 감소), 공복혈당 유의하게 감소, 공복 인슐린 감소
- △ 생김치 섭취 전 vs. 섭취 후: 중성지방, adiponectin 및 E-selection 유의하게 감소
- △ 숙성김치 섭취 전 vs. 섭취 후: 총 콜레스테롤, MCP-1 및 Leptin 유의하게 감소
- △ 생김치와 숙성김치 섭취 전, 후의 변화량 비교 : 총 콜레스테롤 유의하게 감소, 혈청 렙틴 감소

Changes in clinical and anthropometric parameters

	Baseline ^a (n = 22)	Fresh kimchi (n = 22)		Fermented kimchi (n = 22)	
		Initial ^b	Final ^c	Initial ^d	Final ^e
Body weight (kg)	73.6 ± 9.9	72.9 ± 9.6	71.7 ± 9.4 *	73 ± 10.1	71.5 ± 9.7 *
BMI (kg/m ²)	27.7 ± 2.0	27.4 ± 2.2	27.0 ± 2.2 *	27.5 ± 2.2	26.9 ± 2.2 *
WHR	0.87 ± 0.53	0.86 ± 0.05	0.85 ± 0.06	0.86 ± 0.06	0.84 ± 0.06 *
Body fat (%)	32.7 ± 3.8	31.9 ± 4.0	31.6 ± 4.0 *	32.1 ± 4.3	31.4 ± 4.4 **
Systolic BP (mm Hg)	128.7 ± 11.7	125.8 ± 10.7	122.1 ± 7.9	126.1 ± 12.1	121.3 ± 6.9 **
Diastolic BP (mm Hg)	78.6 ± 10.4	76.1 ± 9.9	74.7 ± 8.5	76.9 ± 9.7	72.7 ± 7.4 **

All data are means ± SD. Baseline data were collected on 0 week in all subjects (n = 22). BP indicates blood pressure.

^a Two weeks before study, subjects were not allowed to eat any type of kimchi.

^b Initial data of fresh kimchi group were the means of data on 0 week of group 2 and 6 week of group 1.

^c Final data of fresh kimchi group were the means of data on 4 week of group 2 and 10 week of group 1.

^d Initial data of fermented kimchi group were the means of data on 0 week of group 1 and 6 week of group 2.

^e Final data of fermented kimchi group were the means of data on 4 week of group 1 and 10 week of group 2.

* Significantly different from initial value ($P < .05$).

** Significantly different between fresh and fermented kimchi groups ($P < .05$).

Changes in glucose, insulin, and C-peptide levels

	Baseline ^a (n = 22)	Fresh kimchi (n = 22)		Fermented kimchi (n = 22)	
		Initial ^b	Final ^c	Initial ^d	Final ^e
Glucose, fasting (mg/dL)	103 ± 10.3	101 ± 11.1	96.6 ± 10.5	100 ± 10.2	94.1 ± 11.3 **
Glucose, 30 min (mg/dL)	155 ± 34.2	159 ± 29.7	161 ± 29.4	156 ± 29.4	161 ± 29.4
Glucose, 120 min (mg/dL)	131 ± 38.7	131 ± 40.1	124 ± 35.3	131 ± 36.9	122 ± 34.9
Insulin, fasting (μIU/mL)	16.5 ± 6.5	15 ± 6.9	13.4 ± 5.3	14.9 ± 6.2	11 ± 5.6 *
Insulin, 30 min (μIU/mL)	94.3 ± 64.9	105 ± 70	110 ± 64.6	96.1 ± 57.7	91.7 ± 63.4
Insulin, 120 min (μIU/mL)	87.9 ± 74.5	78.2 ± 58.4	78.3 ± 68	81.3 ± 75	67.8 ± 56.4
C-peptide, fasting (ng/mL)	2.3 ± 0.7	2.4 ± 1.0	2.4 ± 0.9	2.3 ± 0.7	2.0 ± 0.8
C-peptide, 30 min (ng/mL)	6.9 ± 2.2	7.6 ± 2.3	8.3 ± 0.7	7.1 ± 2.5	7.2 ± 2.7
C-peptide, 120 min (ng/mL)	8.1 ± 3.3	8.3 ± 3.3	8.7 ± 0.7	8.2 ± 3.5	8.0 ± 3.1

Changes in lipid panel and inflammatory biomarkers

	Baseline ^a (n = 22)	Fresh kimchi (n = 22)		Fermented kimchi (n = 22)	
		Initial ^b	Final ^c	Initial ^d	Final ^e
Total cholesterol (mg/dL)	177 ± 25.7	176 ± 29.5	172 ± 31.6	171 ± 25.7	161 ± 29.9 ^{**}
TG (mg/dL)	104 ± 56	116 ± 46.2	83.5 ± 33.8 [*]	118 ± 113	71 ± 28
HDL cholesterol (mg/dL)	49.4 ± 9.1	48.9 ± 9.5	48.7 ± 9.6	48.5 ± 9.0	46.9 ± 9.3
LDL cholesterol (mg/dL)	106 ± 21.7	104 ± 23	106 ± 27.5	99.1 ± 27.5	100 ± 27.1
IL-6 (pg/mL)	8.9 ± 10.6	11.1 ± 14.8	7.7 ± 11	9.7 ± 12.7	7.4 ± 11.1
TNF- α (pg/mL)	3.9 ± 2.4	5.1 ± 5.9	3.1 ± 1.7	3.5 ± 1.4	3.4 ± 1.6
CRP (mg/mL)	7.6 ± 11.9	7.4 ± 13.2	7.8 ± 10.2	8.6 ± 11.6	8.3 ± 18
MCP-1 (pg/mL)	163 ± 56.8	170 ± 59.4	157 ± 48.9	167 ± 50.9	154 ± 41 [*]
sVCAM-1 (mg/mL)	1.09 ± 0.21	1.09 ± 0.23	1.08 ± 0.17	1.11 ± 0.21	1.14 ± 0.19
sICAM-1 (mg/mL)	0.25 ± 0.06	0.24 ± 0.06	0.23 ± 0.05	0.25 ± 0.05	0.24 ± 0.05
E-selectin (ng/mL)	46.4 ± 22.6	43.1 ± 20.35	37.2 ± 17.6 [*]	44.7 ± 21.9	41 ± 19
Adiponectin (mg/mL)	16.7 ± 5.7	17.3 ± 5.3	16.2 ± 5.4 [*]	16.3 ± 5.9	16.6 ± 5.1
Leptin (ng/mL)	21.3 ± 12.3	21 ± 6.6	19.3 ± 7.0	20.2 ± 1.3	15.7 ± 11.4 [*]

2. 김치의 주요 기능성 물질에 대한 연구

○ 최 (2003)는 김치 재료기원 및 발효기원의 주요 기능성 물질과 그들의 작용에 대해서 조사하였다. (최홍식, 한국식품저장유통학회지, 4(1), 2~10)

△ 김치 재료기원 및 발효기원의 주요 기능성 물질과 그들의 작용

구분	주요 기능성 물질	주요 생리적 기능성과 작용
재료기원	Carotenoids 및 chlorophylls	항산화, 항노화, 항암성
	Ascorbic acid	항산화, 항노화, 항암성
	식이섬유소	항암, 항비만, 항변비
	Phenolics	항산화, 항노화, 항암성
	Capsaicin	면역증진, 항암, 항비만
	Gingerol	용혈, 항균, 식욕증진
	Allicin 및 유황화합물	항암, 항균, 활력증진
	Indol 화합물	항암
발효기원	Lactic acid 및 유기산	항균성, T-cell 조정
	Lactic acid bacteria	항균성, 항암성 등
	Glycopeptides	항암성, 항균성, 면역증진
	Acetylcholine	항변비, 정장작용
	Dextran	항변비, 정장작용
	Bacteriocin	항균성
	γ-Aminobutric acid	항변비, 정장작용

△ 배추김치 주요 재료의 기능성 성분

주요재료	구성비	주요 기능성 성분
주재료: 배추 (소금절임기준)	100	Sugar, Vit.C, K, Dietary Fiber, β-sitosterol, indoles, chlorophyll, phenols, pectins
향신료: 고춧가루	3.5	PUFA, sugar, Vit.A, Vit.C, Ca, K, Dietary Fiber, capsaicin
마늘	1.4	Sugar, allyl compounds, alliin, Allicin+Vt.B ₁ , allithiamine
파	2.0	Vit.A, Vit.C, chlorophyll, allyl compounds
생강	0.3	Niacin, K, gingerol
조미료: 젓갈(액)	2.2	Protein(amino acids), Ca, P, Fe, Na, 핵산관련물질
물엿	1.0	Sugar
기타 부재료 : 무 등 채소류	130	Sugar, niacin, Ca, isothiocyanate

○ 최 등(1997)은 노화촉진마우스(SAM)를 이용한 실험에서도 김치의 섭취는 혈중 지질농도 감소효과를 보였으며 노화가 지연되는 효과가 있었다고 보고하고있다. (최명원, 김광혁, 박건영, 한국식품영양과학회지, 26(2), 254~260)

○ 최 (2003)는 김치의 매운맛을 내는 고추의 capsaicin은 여러 가지 생리활성을 지니고 있으며, 그중에서 비만치료 및 예방에 있어 중요한 역할을 한다고 하였다. 고추의 capsaicin은 에너지 대사 특히 체지방질의 분해 연소를 촉진하는 작용이 있으며, capsaicin은 부교감신경을 자극하며 아드레날린의 분비를 증가시킨다고 하였다. 이는 백색 지방조직에서의 지방분해를 촉진하게 되고 생체의 에너지 소비기관인 갈색지방세포에서의 열 생산을 증가시키게 되므로 결과적으로 체지방을 분해 연소시켜 체내 지방질 축적량을 감소시키는 것이라고 하였다. (최홍식, 한국식품저장유통학회지, 4(1), 2~10)

○ 박 (2005)은 김치의 주 부재료인 고춧가루에 들어있는 캡사이신은 위액의 분비를 촉진하여 소화 작용을 도와주고 지방의 분해를 촉진하는 효과가 있으며 마늘, 무, 생강, 파 등 도 다이어트에 효과가 크다고 하였다. (박건영, 농수산물무역정보지, 199(0), 1~12)

○ 황 등(1997)은 고추의 캡사이신은 위액분비를 촉진, 살균, 장관운동 항진, 면역세포 활성증가, 너지 대사 항진, 콜레스테롤 저하, 항산화, 항 돌연변이, 항암, 혈압강화 등의 효과가 있다고 보고하였다. (황승영, 허영미, 최영현, 이숙희, 박건영, 이원호, 한국환경성돌연변이발암원학회지, 17(2), 133~137)

○ 최 (2003)는 비만 예방과 치료에 중요한 역할인 열량의 섭취제한(수용성 식이섬유소의 역할)과 변비해소, 배설 촉진(불용성 식이섬유소의 역할)을 김치에 함유된 식이섬유소가 맡고 있다고 하였다. (최홍식, 한국식품저장유통학회지, 4(1), 2~10)

○ 이 (2003)는 수용성 식이섬유소가 콜레스테롤 농도를 낮추는 기작으로 첫째는 식이섬유소가 장내에서 점성의 용액을 형성하여 지질흡수를 저해하여 혈장과 간 콜레스테롤 농도를 낮춘다는 것이고, 둘째는 소장에서의 담즙산의 재흡수를 방해하여 변으로의 sterol 배설 증가에 따른 체내 콜레스테롤 pool크기를 감소시킨다는 것이며, 셋째는 대장에서의 식이섬유소의 발효부산물인 short-chain fatty acids가 콜레스테롤 합성능을 감소시킨다는 것으로 정리하였다. 또한 소장으로부터 지방의 흡수되는 부위를 변화시켜 콜레스테롤 저하능에 관여한다는 보고도 있다. (이영옥, 부산여자대학논문집, 24(0), 255~280)

○ 김 (1999)는 미국 록펠러대학병원에서는 배추속에 있는 indol-3-carbinol을 많이 섭취할수록 사람의 오줌에서 estrogen receptor를 활성화하는 대사산물의 농도가 감소, 여성호르몬인 에스트로젠의 자극을 낮추어 유방암의 증식을 억제하는 것으로 추측하였으며, 또한 John Hopkins 의과대학에서는 배추를 포함한 브라시카속(brassica)에는 glucosinolate를 많이 포함하고 있고, 조직이 손상되면 효소 horosinase에 의하여 glucosinolates가 isothocyanates로 변화되며 isothocyanates는 발암물질이 암을 일으키는 것을 억제한다고 보고하였다.(김영진, 한국식품영양과학회, 4(3), 59~65)

○ 김치 발효기원 주요 기능성 물질과 그들의 작용

△박 등(1996)은 5℃에서 3주 발효된 김치(알맞게 익은 김치, PH4.3)는 생김치와 비교하여 식이 섬유 함량이 높았다. 김치의 식이섬유 함량은 숙성과정을 거침에 따라 다소 증가하였고, 김치 재료 중 마늘이 수용성 식이 섬유함량이 가장 높았고, 고춧가루 불용성 식이 섬유 함량이 가장 많았다고 보고하였다. (박건영, 하정옥, 이숙희, 한국영양식량학회지, 25(1), 69~75)

△박 등(2005)은 김치 숙성 중 젖산발효에 의해서 생성되는 산 함량의 증가는 김치의 숙성 중 가장 큰 성분변화로 산도나 pH의 측정은 김치의 숙성정도를 알수 있는 지표로 사용되어 왔다고 보고하였다. (박소희,이종호, KOREAN J FOOD COOKERY SCI, 21(1), 103~109)

△최 (2011)는 유산균은 자연계에 널리 분포하고 탄수화물을 혐기적으로 이용하여 젖산을 생성하는 미생물로서 유제품, 육류 야채 등의 다양한 발효 가공에 평균적으로 사용되어 지고 있으며, 식품의 보존성 향상 뿐만 아니라 관능적 특성 및 영양적 가치에도 기여하고 있다. (최유리, 조선대학교 석사학위논문)

△최 (2003)는 김치의 젖산균은 Lactobacillus 속과 Leuconostoc속들이며 이들의 증식과 발효작용 및 대사에 의하여 여러 가지 물질들이 생산된다. 그 중에서도 중요한 것은 유기산이며 기능성 유기산으로는 lactic acid, citric acid 등이 있다. (최홍식, 한국식품저장유통학회지, 4(1), 2~10)

△박 (2005)는 김치 속에 있는 유산균은 살아있는 생균(probiotic)으로 우리 인체에 유리하게 작용하여 김치 유산균 자체는 요구르트 균과 같이 정상작용, 항돌연변이 및 항암작용 등

에 관여하는 것으로 나타났다고 보고하였으며, 김치는 정장작용이 있다고 알려져 있는데 정장작용이란 대장에 살고 있는 미생물 중 우리 몸에 이로운 균의 발육은 돕는 반면 해를 끼치는 균(독성물질 생성균)의 생육은 억제하는 것을 말한다고 하였다. 그리고 김치의 섭취로 인체에 유익한 김치 유산균인 *Lactobacillus* 속과 *Leuconostoc*속의 균수가 유의적으로 증가하였으며, *E.coli*(대장균)의 수는 다소 감소하였다. (박건영, 농수산물무역정보지, 199(0), 2~12)

2절. 대사증후군에 미치는 김치의 영향에 대한 연구의 내용

1. 연구대상

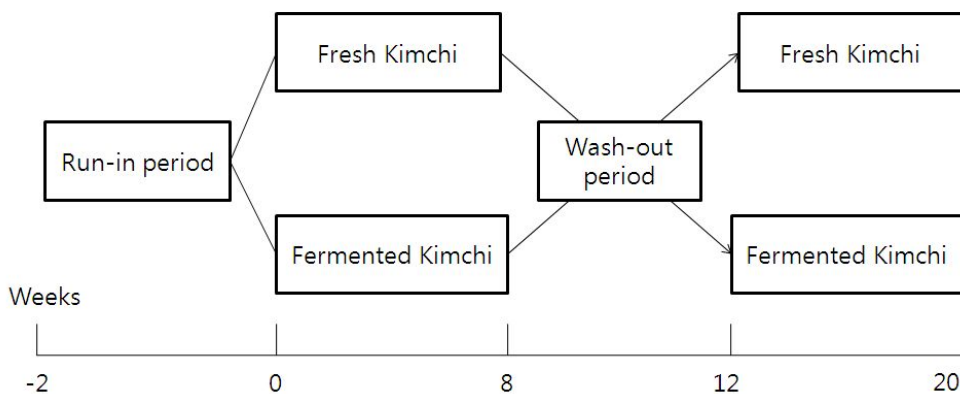
연구대상은 대사증후군으로 진단된 환자 또는 대사증후군 요소 2가지 이상을 가지고 있는 환자 37명으로 선정하였다.

대사증후군은 다음 5가지 요소중 3가지 이상을 가지는 경우를 대사증후군으로 진단한다.

- ▶ 허리둘레 : 남자 > 90 cm 여자 > 80 cm
- ▶ 중성지방 : ≥ 150 mg/dL
- ▶ 고밀도콜레스테롤 : 남자 < 40 mg/dL , 여자 < 50 mg/dL
- ▶ 혈압 : 수축기혈압 ≥ 130 mmHg , 이완기혈압 ≥ 85 mmHg
- ▶ 공복혈당 : ≥ 100 mg/dL

2. 연구디자인

연구는 cross-over study로 진행하였으며, 발효음식 섭취 제한하는 run-in period 2주 후 참여자들은 생김치/발효김치를 8주간 섭취한다. 4주간의 휴식기를 거쳐 반대로 발효김치/생김치를 8주간 섭취한다.



3. 생김치와 발효김치

가. 생김치와 발효김치의 산도 및 유산균 측정

○ 유산균 수 측정

- ▲ 생김치, 발효김치여과액을 멸균생리식염수를 이용하여 희석하였다(10^1 - 10^8).

MRS agar 배지에 각 농도별로 희석액을 1 mL씩 분주하여 도달한 후 37°C 인큐베이터에서 48시간 배양하고 계수하고 균수를 계산하였다.

○ 산도 측정

- ▲ 생김치, 발효김치여과액을 10mL을 용기에 취하여 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨린 후, 0.1N NaOH용액으로 pH 8.2이 될 때까지 pH meter로 적정하였다. 산도는 0.1N NaOH 의 소비량(mL)과 0.1N NaOH factor를 곱하여 얻었다. 본 실험은 3반복 실시하여 평균값을 취하였다.

$$\text{산도} = a \times f$$

$$a = 0.1\text{N NaOH 의 소비량(mL)}$$

$$f = 0.1\text{N NaOH factor}$$

○ 본원 내분비연구실의 실측자료

	생김치	숙성김치
유산균 조사(CFU/ml)	$1.5 \times 10^7 \pm 2.4 \times 10^6 / \text{ml}$	$6.5 \times 10^9 \pm 1.2 \times 10^9 / \text{ml}$
숙성도 (pH)	6.0 ± 0.01	4.4 ± 0.02

나. 한국식품연구원의 김치성분 측정

○ 김치의 성분분석 (한국식품연구원, 2012)

(A- 발효김치, B- 생김치)

항목	분석결과		단위	시험방법
	A	B		
수분	88.5	88.1	g/100g	식품공전(2011) 상압가열건조법
지방	0.5	0.6	g/100g	Chloroform-methanol 추출법
단백질	2.1	2.2	g/100g	Kjeldahl법
회분	2.2	2.4	g/100g	식품공전(2011) 회분시험법
탄수화물	6.7	6.7	g/100g	식품공전(2011) 계산법
식이섬유	3.0	2.9	g/100g	식품공전(2011) 총식이섬유시험법
pH	4.7	6.5	-	pH meter 측정법

총산	0.6	0.2	g/100g	식품공전(2011) 총산시험법
식염	1.3	1.5	g/100g	식품공전(2011) 식염시험법
Fructose	1.1	1.2	g/100g	식품공전(2011) 당질시험법
Glucose	0.8	1.2	g/100g	식품공전(2011) 당질시험법
Sucrose	0.0	0.1	g/100g	식품공전(2011) 당질시험법
Maltose	0.1	0.3	g/100g	식품공전(2011) 당질시험법
비타민C	0.0	0.0	mg/100g	식품공전(2011) 비타민류시험법
Ca	42.1	59.6	mg/100g	ICP-AES 측정법
K	396.9	388.9	mg/100g	ICP-AES 측정법
Na	506.4	570.0	mg/100g	ICP-AES 측정법
Mg	20.5	20.3	mg/100g	ICP-AES 측정법
Se	0.1	0.1	mg/kg	ICP-MS 측정법

다. 생김치와 발효김치

○ 김치 제조 및 배송방법

- ▲ 김치의 숙성도는 김치 담근 후의 경과 시간을 기준으로 1일, 10일 된 김치를 각각 생김치, 발효 김치라고 명명하였다.
- ▲ 한성김치에서 생김치와 발효 김치를 다음과 같은 제조 방법에 따라 제조 후 냉장 배송하였다.

○ 생김치

- ▲ 김치의 조직이 결절이 상태이거나 숨이 죽은 정도 신맛이 느껴지지 않은 상태이다.
- ▲ 전날 오후 5시경 생산한 김치를 0~3℃ 냉장보관 후 다음날 아이스 팩에 담아서 새벽 3시 배송해서 아주대학교병원 영양팀에서 새벽 5시 입고 받아 검수 후 김치냉장고 보관하였다.

○ 발효 김치

- ▲ 김치가 완전히 숙성되어 조직이 숨이 죽어있고 김치 국물도 많이 만들어진 상태이다.
- ▲ 김치 고유의 탄산가스의 특소는 맛, 오렌지주스 정도의 신맛이 난다.
- ▲ 생산한 김치를 18~20℃에서 5시간 숙성시켜 5℃ 냉장실에서 10일정도 숙성시켜 출고전날 포장완료 0~3℃ 냉장 보관 후 다음날 새벽 7시 배송하였다.

- 농림부 (2007)는 전통식품 표준화 방안으로 한국식품연구원 연구용역을 통해 김치의 매운맛과 숙성도를 나타내는 표준 지표를 개발하였다고 밝혔다. (농림부, 김치 매운맛과 숙성도 표준화 추진)

- ▲ 또한 숙성도는 pH와 산도 기준으로 미숙성 김치, 적당히 숙성된 김치, 과숙된

김치의 3단계로 나누었다.

▲ 김치의 숙성도 단계

Fermentation grade	pH	Titrateable acidity (lactic acid, %)
미숙성 김치 (non-fermented)	>5.0	<0.5
적당히 숙성된 김치 (moderate fermented)	4.2-5.0	1.0-0.6
과숙된 김치 (over-fermented)	<4.0	>1.0

*분석 방법 : AOAC 방법 (Association of Official Analytical Chemists)

○ 발효에 따른 연구자별 분류 내역

단 계	용어	농진청 ^①	정대림 외(1995) ^②	최홍식(2005) ^③	농림부(2007) ^④	※본 연구
I	용어	발효초기	갓만든 김치	발효 제 1단계 (발효개시단계) 미숙	미숙성 김치 (non-fermented)	생김치 (fresh)
	pH	6.0	5.5		>5.0 <5.0(lactic acid,%)	6.0
II	용어	적숙기	적당히 익은 김치	발효 제 2단계 (제1차 주발효단계) 적숙	적당히 숙성된 김치 (moderate fermented)	숙성김치 (fermented)
	pH	4.2	4.2내외		4.2-5.0 1.0-0.6(lactic acid,%)	4.4
III	용어	과숙기	묵은 김치	발효 제 3단계 (제2차 주발효단계) 과숙	과숙된 김치 (over-fermented)	-
	pH	3.6	3.6이하		<4.0 >1.0 (lactic acid,%)	
IV	용어	-	-	발효 제 4단계 (후발효단계) 변패	-	-
	pH					

① 농촌진흥청 (2008) ② 정대림, 이혜준, 우순자, 한국식품조리과학회지, 1995, 11(1), 37-43 ③ 최홍식, 한국김치와 일반김치의 특징비교, 2005 한국 미생물 생명공학회 특별 Symposium ④ *분석방법 : AOAC방법, 농림부, 김치 매운맛과 숙성도 표준화 추진 2007.05.

○ 본 연구에서는 2007년도 농림부 기준 김치의 발효 단계를 맞추어 생김치와 저온

(5℃ 10일)숙성으로 신맛과 종합적 기호도를 고려하여 숙성김치로 시료 준비하여 대상자에게 제공함.

○ 상기표를 비교검토하여 숙성에 따른 분류 결정함.

○ 발효김치 10일 기준으로 한 이유

- ▲ 최 (2011)는 숙성에 따른 상품김치의 미생물 균총 변화와 김치 유산균이 생산하는 항진균 물질의 김치산막효모 저해 효과에 대한 연구에서 10℃ 10일간 저장기간 동안 김치 총 균수, 유산균수 변화에서는 6~10일 가장 높은 유산균수 나타냈다. (최유리, 조선대학교 석사학위논문)
- ▲ 최 (2011)는 대장균 및 대장균군 Gram-negative 세균 수의 변화에서는 8일까지 급격히 감소 후 숙성 10일째 검출되지 않았다. (최유리, 조선대학교 석사학위논문)
- ▲ 장 등(2011)은 국내 시판김치의 김치담금부터 숙성까지의 미생물 균총 변화에 대한 연구에서 Codex의 김치규격에는 미생물학적 기준규격이 별도로 존재하지 않으며 식품위생에 관한 일반원칙에 따라 제조되고 그 기준(CAC/GL21-1997)을 준용하도록하고 있다. 식품공전에 따르면 냉장보관 제품의 보존온도는 0℃~10℃로 되어있다. 대기업김치는 발효 2일부터 pH가 급격히 감소하는 경향을 나타내었다가 발효 6일부터는 다소 완만한 pH저하를 나타내어 발효 10일 pH4.08를 나타내었다. 발효가 완료된 후(10일 경과)의 모든 시판 김치의 pH는 4.1부근으로 나타남을 알 수 있었다. (장지윤, 최유리, 장해춘, Korean J Food Preserv, 18(5) 786-794)

○ 김치의 숙성 지표와 신맛 및 종합적인 기호도와와의 상관관계

박소희, 이종호, 한성식품 기술연구소, 대림대학 호텔관광외식경영과

Korean J Food COOKERY SCI. Vol. 21, No 1(P103-109)FEB,2005

산도나 pH의 측정은 김치의 숙성도를 알수 있는 지표로 사용되어 왔다. 개인의 기호도에 따라 차이가 있으나 완숙기의 산도는 약 0.6%, pH는 4.2정도이며 이것보다 산도나 pH가 현저하게 높거나 낮은 경우에는 과숙된 김치로서 품질이 현저하게 떨어진다. 김치 품질지표로는 환원당, 총균수 및 젖산균수 등이 있으며 그 외 비타민 C 함량, 김치 국물 내 고형분 함량, 색도, 탄산가스 함량 등이 있다. 저온숙성김치의 pH와 신맛이 고온숙성 김치에 비해 높은 이유는 유기산 조성의 차이 때문이며, 탄산가스의 국물 내 용존량이 높아 특 쏠 맛을 냄으로 상쾌한 맛을 부여하고, 매운맛을 상승시켜 김치의 전체적인 맛을 향상시킨다. 숙성말기에 pH가 완만하게 저

하되는 것은 발효에 관여하는 미생물이 유도기에 접어들어 유기산 생산량이 완만하고 또 생성된 유기산의 무기이온 및 유리아미노산과의 완충작용 때문이라고 한다.

4. 김치 및 발효의 효과 측정

▶ 임상적 지표: 몸무게, 체질량지수, 허리둘레, 체지방량, 혈압

○ 생김치와 발효 김치 섭취 전후에 체지방 측정기(DEXA)를 통해 키, 체중, 체질량 지수, 허리둘레, 체지방량 및 체지방률을 측정하였고 수축기 및 이완기 혈압을 안정상태에서 측정하였다.

▶ 실험실적 지표: 공복/식후30분/식후120분 혈당, 당화혈색소, C-peptide, 인슐린, 지질대사지표, 인슐린 저항성 및 민감성 지표, 대사증후군 및 염증과 관련된 사이토카인 (IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , CRP, MCP-1, FGF21, adiponectin)

○ 당화혈색소를 측정하였고 75g 당부하 검사를 시행하여 공복, 검사 30분 후, 검사 120분의 혈당, c-peptide, 인슐린을 측정하고 항목들의 area under the curve를 구하였다.

○ 혈당과 인슐린을 이용하여 인슐린 저항성 지표인 HOMA-IR과 인슐린 민감성 지표인 Matsuda index 및 QUICKI index를 산정하였고 IGI를 통해 췌장의 베타세포 기능을 측정하였다.

○ 염증성 질환과 관련이 있는 cytokine들을 측정하였다.

제3장 연구개발 결과

1절. 대사증후군 요소 2가지 이상을 가진 환자를 대상으로 김치의 효과 및 추가적인 발효의 효과를 연구함

1. 김치 섭취 전에 비해 김치 섭취 후

: 식이섬유의 양이 의미 있게 증가하였다.

생김치 섭취 전 ($19.6 \pm 0.8 \text{g/day}$) 생김치 섭취 후 ($28.2 \pm 0.8 \text{g/day}$), $P < 0.001$

숙성김치 섭취 전 ($21.1 \pm 1.0 \text{g/day}$) 숙성김치 섭취 후 ($28.2 \pm 0.7 \text{g/day}$), $P < 0.001$

: 체중, 체질량지수, 허리둘레, 체지방(%), 이완기혈압, 당화혈색소의 의미 있는 감소를 보였다.

2. 숙성김치 섭취 후에는 생김치 섭취 시 보이지 않았던

: 수축기 혈압의 감소가 보였다.

: 인슐린저항성지표인 HOMA-IR이 감소하고 인슐린분비능지표인 QUICKI가 증가하였다.

3. 김치 섭취 전에 당대사장애를 5.4%, 숙성김치 섭취 후 21.6%에서 정상 당대사로 전환되었다.

4. 김치 섭취 후 proinflammatory cytokine들의 의미 있는 변화는 관찰되지 않았다.

Table 1. Baseline characteristics of study subjects.

Clinical, anthropometric and laboratory parameters	Subjects
Number of cases	37
Male	10 (27%)
Female	27 (73%)
Age (years)	44.9 ± 1.6
Height (cm)	161.9 ± 1.5
BMI (kg/m ²)	28.0 ± 0.6
Waist (cm)	89.5 ± 1.3
Hip (cm)	99.7 ± 1.1
Body fat (kg)	26.6 ± 1.0
Percent of body fat(%)	35.4 ± 1.1
Lean mass (kg)	44.7 ± 1.6
Fat free (kg)	47.1 ± 1.7
Systolic blood pressure (mmHg)	124.8 ± 1.9
Diastolic blood pressure (mmHg)	77.8 ± 1.5
HbA1c(%)	5.9 ± 0.1
Glucose, fasting (mg/dL)	100.9 ± 2.1
Glucose, 30 min (mg/dL)	169.9 ± 5.2
Glucose, 120 min (mg/dL)	132.9 ± 7.1
Insulin, fasting (μIU/mL)	8.1 ± 1.2
Insulin, 30 min (μIU/mL)	50.7 ± 5.4
Insulin, 120 min (μIU/mL)	47.4 ± 4.8
C-peptide, fasting (ng/mL)	2.9 ± 0.2
C-peptide, 30 min (ng/mL)	8.0 ± 0.4

C-peptide, 120 min (ng/mL)	10.0 ± 0.5
HOMA-IR	2.1 ± 0.4
Matsuda index	7.5 ± 1.2
QUICKI	0.37 ± 0.01
IGI	0.71 ± 0.10
Disposition index	5.8 ± 1.6

Values are means ± SE of mean or n (%).

BMI=body mass index; HbA1c=hemoglobin A1c; HOMA-IR=Homeostatic model assessment-insulin resistance;

QUICKI=quantitative insulin sensitivity check index; IGI=Insulinogenic index

Table 2. Diet compositions during the study (N=37)

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Before	After	Before	After
Total energy (kcal/d)	1721.8 ± 48.6	1691.5 ± 40.5	1738.0 ± 51.3	1690.3 ± 42.9
Carbohydrate (g/d)	250.7 ± 7.1	267.1 ± 6.2	251.9 ± 7.9	265.3 ± 5.7*
Total protein (g/d)	71.5 ± 2.3	75.6 ± 2.5	73.8 ± 2.7	74.9 ± 2.3
Fat (g/d)	49.4 ± 2.6	41.9 ± 1.9*	50.6 ± 2.1	41.8 ± 1.9*
Fiber (g/d)	19.6 ± 0.8	28.2 ± 0.8*	21.1 ± 1.0	28.2 ± 0.7*
Fatty acid (g/d)	30.8 ± 1.8	26.4 ± 1.4	29.3 ± 1.6	27.2 ± 1.8

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes

Table 3. Changes of clinical and anthropometric parameters

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Before	After	Before	After
Body weight (kg)	72.3 ± 2.1	70.9 ± 2.0*	72.7 ± 2.1	71.0 ± 2.0*
BMI (kg/m²)	27.5 ± 0.5	26.9 ± 0.5*	27.6 ± 0.5	26.9 ± 0.5*
Waist (cm)	89.3 ± 1.3	86.7 ± 1.2*	88.8 ± 1.1	86.3 ± 1.1*
Body fat (%)	35.2 ± 1.0	34.7 ± 1.0*	35.3 ± 0.9	34.5 ± 0.9*
Systolic BP (mmHg)	123.8 ± 1.8	122.4 ± 1.7	124.9 ± 1.8	121.0 ± 1.5*
Diastolic BP (mmHg)	75.7 ± 1.3	74.7 ± 1.6*	77.6 ± 1.3	74.9 ± 1.3*

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes

Table 4. Changes of glucose and glucose tolerance markers

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Before	After	Before	After
Glucose, fasting (mg/dL)	99.2 ± 1.8	100.0 ± 1.6	101.4 ± 2.0	99.1 ± 1.4
Glucose, PP2hr (mg/dL)	133.6 ± 6.3	125.4 ± 4.6	135.5 ± 5.9	133.1 ± 3.8
HbA1c (%)	5.99 ± 0.10	5.80 ± 0.05*	5.92 ± 0.05	5.82 ± 0.05*
HOMA-IR	1.9 ± 0.3	1.5 ± 0.2	2.1 ± 0.3	1.4 ± 0.2*
Matsuda index	8.8 ± 1.6	9.5 ± 1.0	7.7 ± 1.2	9.4 ± 1.2
QUICKI	0.37 ± 0.01	0.39 ± 0.01	0.37 ± 0.01	0.39 ± 0.01*
Insulinogenic index	0.68 ± 0.10	0.61 ± 0.07	0.63 ± 0.07	0.63 ± 0.07

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes

Table 5. Changes of lipid pannel and inflammatory biomarkers

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Before	After	Before	After
Total cholesterol(mg/dL)	193.8 ± 5.3	195.1 ± 5.9	193.6 ± 5.8	196.8 ± 5.9
Triglyceride(mg/dL)	142.6 ± 12.5	113.9 ± 8.6*	135.4 ± 11.5	117.3 ± 9.2
HDL-cholesterol(mg/dL)	48.2 ± 1.5	48.5 ± 1.6	49.5 ± 1.6	48.8 ± 1.7
IL-10 (pg/mL)	2.0 ± 0.2	2.0 ± 0.2	2.0 ± 0.2	2.1 ± 0.2
TNF-a (pg/mL)	1.3 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.4 ± 0.1
MCP-1 (pg/mL)	214.7 ± 10.1	203.3 ± 9.5	211.5 ± 10.1	203.2 ± 10.8
logCRP (ug/mL)	2.7 ± 0.1	2.7 ± 0.1	2.7 ± 0.1	2.6 ± 0.1
logAdiponectin (ng/mL)	3.92 ± 0.01	3.91 ± 0.03	3.93 ± 0.03	3.92 ± 0.03
logFGF21 (pg/mL)	2.04 ± 0.05	2.01 ± 0.05	2.06 ± 0.05	2.04 ± 0.06

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes

2절. 당대사장애를 보이는 참여자를 대상으로 김치의 효과 및 추가적인 발효의 효과를 연구함

1. 김치 섭취 전에 비해 김치 섭취 후: 식이섬유의 양이 의미 있게 증가하였다.

생김치 섭취 전 ($21.1 \pm 1.2\text{g/day}$) 생김치 섭취 후 ($28.6 \pm 1.2\text{g/day}$), $P < 0.001$, 숙성김치 섭취 전 ($21.1 \pm 1.3\text{g/day}$) 숙성김치 섭취 후 ($28.5 \pm 0.9\text{g/day}$), $P < 0.001$

: 체중, 체질량지수, 허리둘레가 의미 있게 감소하였다.

: 숙성김치 섭취 후에는 생김치 섭취 시 보이지 않았던 : 수축기 혈압 및 이완기 혈압의 감소가 보였다.

: 공복 인슐린과 인슐린저항성지표인 HOMA-IR이 감소하고 인슐린분비능지표인 Matsuda index가 개선되었으며 특히 숙성김치 섭취 후에는 이에 더해 인슐린 민감도 지표인 QUICKI도 의미 있게 증가하였다. 이러한 결과는 김치의 섭취가 인슐린 저항성을 개선시키고 인슐린 민감도를 증가시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

2. 김치 섭취 전에 당대사장애를 9.5%, 숙성김치 섭취 후 33.3%에서 정상 당대사로 전환되었다.

Table 1. Baseline characteristics of study subjects.

Clinical, anthropometric and laboratory parameters	Subjects
Number of cases	21
Male	7 (33.3%)
Female	14 (66.7%)
Age (years)	45.9 ± 2.1
Height (cm)	163.3 ± 2.3
BMI (kg/m ²)	28.3 ± 0.7
Waist (cm)	91 ± 1.5
Hip (cm)	100.3 ± 1.5
Body fat (kg)	27.5 ± 1.4
Percent of body fat	34.9 ± 1.7
Lean mass (kg)	46 ± 2.3
Fatfree (kg)	48.5 ± 2.4
Systolic blood pressure (mmHg)	125.1 ± 2.3
Diastolic blood pressure (mmHg)	77.6 ± 1.9
HbA1c(%)	6.05 ± 0.09
Glucose, fasting (mg/dL)	105.9 ± 3.0
Glucose, 30 min (mg/dL)	184.7 ± 6.9
Glucose, 120 min (mg/dL)	149.9 ± 9.9
Insulin, fasting (μIU/mL)	9.5 ± 1.8
Insulin, 30 min (μIU/mL)	46.2 ± 5.0
Insulin, 120 min (μIU/mL)	59.2 ± 7.2
C-peptide, fasting (ng/mL)	3.1 ± 0.2

C-peptide, 30 min (ng/mL)	7.5 ± 0.5
C-peptide, 120 min (ng/mL)	10.9 ± 0.7
HOMA-IR	2.6 ± 0.6
Matsuda index	4.9 ± 0.6
QUICKI	0.35 ± 0.01
IGI	0.5 ± 0.1
Disposition index	2.6 ± 0.6

Values are means ± SE of mean or n (%).

BMI=body mass index; HbA1c=hemoglobin A1c; HOMA-IR=Homeostatic model assessment-insulin resistance;
QUICKI=quantitative insulin sensitivity check index; IGI=Insulinogenic index

Table 2. Diet compositions during the study (N=21)

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Before	After	Before	After
Total energy (kcal/d)	1737.2 ± 70.8	1711.8 ± 56.3	1745.6 ± 78.2	1702.8 ± 64.8
Carbohydrate (g/d)	258.8 ± 11.2	270.0 ± 9.1	257.6 ± 12.7	270.3 ± 8.5
Total protein (g/d)	71.5 ± 2.6	77.0 ± 3.3	73.5 ± 3.5	74.7 ± 3.3
Fat (g/d)	48.8 ± 3.5	41.3 ± 2.4*	49.7 ± 2.6	41.0 ± 2.9*
Fiber (g/d)	21.1 ± 1.2	28.6 ± 1.2*	21.1 ± 1.3	28.5 ± 0.9*
Fatty acid (g/d)	32.2 ± 2.4	27.3 ± 2.1	27.2 ± 1.7	28.0 ± 2.7

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes.

Table 3. Changes of clinical and anthropometric parameters

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Initial	Final	Initial	Final
Body weight (kg)	74.2±3.0	72.5±2.9*	74.9±3.0	72.8±3.0*
BMI (kg/m²)	28.0±0.8	27.0±0.7*	27.9±0.7	27.1±0.7*
Waist (cm)	90.2±1.8	87.5±1.8*	90.2±1.4	87.5±1.4*
Body fat (%)	35.0±1.3	34.6±1.4	35.4±1.3	34.4±1.2*
Systolic BP (mmHg)	124.8±2.3	123.1±2.4	126.5±2.1	119.9±1.8*
Diastolic BP (mmHg)	76.1±1.8	76.0±1.7	78.9±1.5	74.9±1.9*

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes.

Table 4. Changes of glucose and glucose tolerance markers

	Fresh Kimchi		Fermented Kimchi	
	Before	After	Before	After
Fasting glucose (mg/dL)	105.0 ± 2.0	102.4 ± 2.2	105.7 ± 2.7	101.7 ± 1.9
P P 2 h r g l u c o s e (mg/dL)	149.4 ± 8.8	133.3 ± 6.4	152.0 ± 7.7	138.1 ± 5.8
HbA1c (%)	6.02 ± 0.07	5.91 ± 0.07*	6.05 ± 0.07	5.97 ± 0.06*
Fasting insulin (uIU/mL)	8.8 ± 1.4	6.0 ± 0.9*	8.6 ± 1.3	6.1 ± 0.8*
HOMA-IR	2.3 ± 0.4	1.5 ± 0.2*	2.3 ± 0.4	1.6 ± 0.2*
Matsuda index	5.9 ± 0.9	8.0 ± 1.1*	5.4 ± 0.7	7.9 ± 1.3*
QUICKI	0.36 ± 0.01	0.38 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.38 ± 0.01*
IGI	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1
Disposition index	2.9 ± 0.5	4.6 ± 1.0	2.9 ± 0.8	4.2 ± 0.8*

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes.

Table 5. Changes of lipid pannel and inflammatory biomarkers

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Before	After	Before	After
Total cholesterol	182.9 ± 6.9	189.1 ± 8.5	184.0 ± 7.8	186.4 ± 7.6
Triglyceride	139.7 ± 10.6	114.3 ± 11.0	130.3 ± 14.6	118.3 ± 10.1
HDL-cholesterol	46.0 ± 1.8	47.7 ± 2.3	47.7 ± 2.0	46.1 ± 2.2
IL-10 (pg/mL)	2.05 ± 0.26	2.02 ± 0.26	2.13 ± 0.27	2.30 ± 0.25
TNF-α (pg/mL)	1.32 ± 0.10	1.13 ± 0.14	1.25 ± 0.11	1.39 ± 0.15
CRP (ug/mL)	2.72 ± 0.09	2.69 ± 0.11	2.81 ± 0.10	2.68 ± 0.09
MCP-1 (pg/mL)	212.1 ± 12.6	190.8 ± 10.9	196.9 ± 9.5	201.6 ± 11.0
Adiponectin(ng/mL)	3.87 ± 0.03	3.87 ± 0.03	3.87 ± 0.03	3.87 ± 0.03
FGF21 (pg/mL)	1.97 ± 0.07	1.99 ± 0.07	2.08 ± 0.06	2.09 ± 0.07

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes.

3절. 체질량지수 25 이상인 과체중 또는 비만 환자를 대상으로 김치의 효과 및 추가적인 발효의 효과를 연구함

1. 김치 섭취 전에 비해 김치 섭취 후

: 식이섬유의 양이 의미 있게 증가하였다.

생김치 섭취 전 ($19.5 \pm 1.0 \text{g/day}$) 생김치 섭취 후 ($28.6 \pm 0.9 \text{g/day}$), $P < 0.001$, 숙성김치
섭취 전 (21.5 ± 1.1) 숙성김치 섭취 후 ($28.1 \pm 0.8 \text{g/day}$), $P < 0.001$

: 체중, 체질량지수, 허리둘레, 당화혈색소가 의미 있게 감소하였다.

: 공복인슐린, HOMA-IR이 의미있게 감소하였다

2. 숙성김치 섭취 후에는 생김치 섭취 시 보이지 않았던

: 체지방(%), 수축기 혈압의 감소

: 공복인슐린, HOMA-IR이 감소하여 인슐린 저항성의 개선효과가 있었으며, Matsuda
index, QUICKI 등도 증가하여 인슐린분비능 및 민감도 개선이 있었다 .

Table 1. Baseline characteristics of study subjects

Clinical, anthropometric and laboratory parameters	Subjects
Number of cases	29
Male	8 (27.6%)
Female	21 (72.4%)
Age (years)	43.2 ± 1.8
Height (cm)	162.9 ± 1.7
BMI (kg/m ²)	29.2 ± 0.5
Waist (cm)	91.8 ± 1.3
Hip (cm)	102.1 ± 1.0
Body fat (kg)	28.5 ± 0.9
Percent of body fat (%)	35.9 ± 1.4
Systolic blood pressure (mmHg)	125.6 ± 2.1
Diastolic blood pressure (mmHg)	77.8 ± 1.7
HbA1c(%)	5.9 ± 0.1
Glucose, fasting (mg/dL)	100.3 ± 2.4
Glucose, 30 min (mg/dL)	168.3 ± 5.6
Glucose, 120 min (mg/dL)	134.8 ± 7.3
Insulin, fasting (μIU/mL)	9.2 ± 1.4
Insulin, 30 min (μIU/mL)	55.4 ± 6.6
Insulin, 120 min (μIU/mL)	51.5 ± 5.9
C-peptide, fasting (ng/mL)	3.1 ± 0.2
C-peptide, 30 min (ng/mL)	8.3 ± 0.5
C-peptide, 120 min (ng/mL)	10.3 ± 0.6
HOMA-IR	2.4 ± 0.5

Matsuda index

6.9 ± 1.5

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes.

Table 2. Diet compositions during the study (N=29)

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Before	After	Before	After
Total energy (kcal/d)	1740.9 ± 56.0	1711.7 ± 46.2	1778.5 ± 60.6	1714.0 ± 49.7
Carbohydrate (g/d)	250.2 ± 8.7	269.4 ± 7.3*	254.7 ± 9.5	267.9 ± 6.6
Total protein (g/d)	72.9 ± 2.5	77.9 ± 2.7	76.3 ± 3.1	75.8 ± 2.7
Fat (g/d)	51.1 ± 2.8	42.3 ± 2.1*	52.8 ± 2.4	42.7 ± 2.3*
Fiber (g/d)	19.5 ± 1.0	28.6 ± 0.9*	21.5 ± 1.1	28.1 ± 0.8*
Fatty acid (g/d)	31.9 ± 1.9	25.9 ± 1.7*	29.7 ± 1.9	27.4 ± 2.1

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes.

Table.3 Changes of clinical and anthropometric parameters

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Initial	Final	Initial	Final
Body weight (kg)	76.1±2.1	74.4±2.0*	76.5±2.1	74.6±2.1*
BMI (kg/m²)	28.6±0.5	28.0±0.5*	28.7±0.5	28.0±0.5*
Waist (cm)	91.2±1.3	88.4±1.3*	90.7±1.1	87.5±1.2*
Body fat (%)	35.9±1.1	35.3±1.2	36.0±1.1	35.1±1.1*
Systolic BP (mmHg)	124.2±2.1	122.3±2.1	125.6±2.1	121.5±1.7*
Diastolic BP (mmHg)	75.5±1.5	73.8±2.0	77.6±1.4	74.8±1.5

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes.

Table 4. Changes of glucose and glucose tolerance markers

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Initial	Final	Initial	Final
Glucose, fasting (mg/dL)	98.4±2.0	99.7.3±1.8	99.6±1.6	98.4±1.4
Insulin, fasting (uIU/mL)	8.1±1.1	6.0±0.9*	9.0±1.0	6.3±0.7*
HbA1c (%)	6.00±0.12	5.78±0.05*	5.89±0.05	5.80±0.05*
HOMA-IR	2.0±0.3	1.5±0.3	2.2±0.3	1.6±0.2*
Matsuda index	8.6±1.9	9.2±1.1	6.8±1.3	9.2±1.4*
QUICKI	0.37±0.01	0.38±0.01	0.36±0.01	0.38±0.01*
Insulinogenic index	0.7±0.1	0.7±0.1	0.7±0.1	0.6±0.1

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes.

Table 5. Changes of lipid pannel and inflammatory biomarkers

	Fresh kimchi		Fermented kimchi	
	Initial	Final	Initial	Final
Total cholesterol(mg/dL)	192.5±5.8	188.6±5.8	191.3±6.5	193.8±6.8
Triglyceride(mg/dL)	138.7±14.1	113.9±8.9	137.4±12.8	115.2±9.9
HDL-cholesterol(mg/dL)	48.4±1.7	46.9±1.8	48.7±1.8	48.5±2.0
IL10 (pg/mL)	2.1±0.2	2.0±0.2	2.0±0.2	2.2±0.2
TNF-a (pg/mL)	1.3±0.1	1.1±0.1	1.2±0.1	1.4±0.1
MCP-1 (pg/mL)	210.3±10.7	203.3±10.3	209.4±11.4	199.0±11.8
logCRP (ug/mL)	2.77±0.07	2.79±0.08	2.85±0.09	2.75±0.07
logAdiponectin (ng/mL)	3.91±0.03	3.90±0.03	3.92±0.03	3.92±0.03
logFGF21 (pg/mL)	2.02±0.07	2.03±0.06	2.06±0.05	2.04±0.06

All data are means ± SE of mean.

*Significantly different from before value ($p < 0.05$).

Paired *t*-test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the significance of changes.

제4장 연구성과 및 성과활용 계획

1절. 국제학술대회 포스터 발표

2012 International Conference on Diabetes and Metabolism

Thursday 8~ Saturday 10 November 2012

Grand Hilton Seoul Hotel, Seoul, Korea

The favorable effects of Kimchi on metabolic parameters in patients with prediabetes

So-Yeon An¹, Min Suk Lee¹, Yong Jun Choi¹, Tae Ho Kim², Hye-Kyung Lee³, Won Sun Hwang³, Sun Jung Choe³, Seung Jin Han¹, Hae Jin Kim¹, Dae Jung Kim¹, Kwan-Woo Lee¹

Department of Endocrinology and Metabolism, Aju University School of Medicine, Suwon, Republic of Korea¹,
Division of Endocrinology, Department of Internal Medicine, Kwandong University, Myongji Hospital, Goyang, South Korea²,
Department of Food Services and Clinical Nutrition, Aju University School of Medicine, Suwon, Republic of Korea³



Introduction

Kimchi is a traditional Korean food. Kimchi, especially in its fermented form, is found to reduce body weight and improve metabolic parameters in overweight and obese patients. However, research about the effects of fresh Kimchi in patients who show abnormality in glucose metabolism is lacking. The aim of this study is to investigate the beneficial effects of fresh Kimchi on glucose metabolism in patients with prediabetes. Additionally the effects of fermented Kimchi were studied in the same subjects.

Materials & Methods

This was a cross-over design study. Twenty-three subjects,

Table 3. Changes of parameters associated with glucose metabolism

	Fresh <u>kimchi</u>		Fermented <u>kimchi</u>	
	Initial	Final	Initial	Final
Glucose, fasting (mg/dL)	105.0±9.0	102.4±10.1	105.7±12.5	101.7±8.9
Insulin, fasting (μU/mL)	8.8±6.3	6.0±4.0*	8.6±5.9	6.1±3.7*
HbA1c (%)	6.0±0.3	5.9±0.3*	6.0±0.3	5.9±0.3*
AUCglucose	194.3±33.0	181.0±20.3*	191.8±26.4	185.1±23.8
HOMA-IR	2.3±1.8	1.5±1.0*	2.3±1.7	1.6±1.0*
HOMA-beta	75.4±50.5	58.9±47.0	74.4±54.0	56.6±34.4
Matsuda index	5.9±4.3	8.0±5.2*	5.4±3.2	7.9±6.0*

2절. 국제학술대회 초록 발표 예정 및 SCI 논문 submission

1) 2013년 미국당뇨병학회 (2013년 6월 개최예정) 초록 발표 예정

- Beneficial Effects of Kimchi on Metabolic Parameters in Subjects with Metabolic Syndrome
- Beneficial Effects of Kimchi on Glucose Metabolism Related Parameters in Subjects with Prediabetes

2) SCI journal에 submission 함 : *Annals of Nutrition and Metabolism*

- Beneficial effects of kimchi and fermented Kimchi in subjects with prediabetes

3절. Subgroup analysis

연구 참여자들을 당대사이상을 보이는 군, 대사증후군을 가진 군, 비만군 등으로 나누어 subgroup analysis를 시행하고 다양한 군에서 김치 섭취가 유용함을 밝힌다.

4절. 김치 섭취의 권장 홍보자료로 활용

: 현재 개인적으로나 사회적으로 중요한 문제로 대두되고 있는 대사증후군 환자에게서 김치 및 발효음식의 효과를 과학적으로 증명함으로써 김치의 섭취를 권장할 수 있다.

5절. 김치의 세계화 전략정책의 홍보자료로 활용

: 외국에 실험의 내용 및 결과를 발표함으로써 김치의 우수성을 널리 알리고 구체적이고 과학적인 근거를 제시함으로써 “한식의 세계화”신뢰도를 높일 수 있다.

6절. 김치의 건강 기능성을 활용한 건강기능제품 개발 활용

: 외국인을 위한 김치의 표준화된 레시피 개발 및 제공을 고려하고, 손쉽게 섭취 가능한 건강기능제품을 개발할 수 있도록 기초연구로 기여한다.

제5장 연구목표 달성도

구 분	연 도	세부연구개발 목표	가중치	달성도	평가의 착안점 및 기준
1차년도	2012	(1세부) 대사증후군 환자를 대상으로 김치의 숙성도에 따라 비만 지표 및 당질, 지질 대사 및 염증지표 등의 변화와 대사증후군에 대한 효과를 구명 한다.	100%	100%	체중, 체지방, 혈당, 인슐린, 혈압 변화 조사 유무
					혈중 지질저하 조사 유무
					hs-CRP, Interleukin-6, TNF-a, FGF-21 등 변화 조사 유무
최종 평가	2012	대사증후군 환자에서 김치의 비만과 심혈관 위험인자에 미치는 효과를 살펴본다.	100%	100%	김치의 임상학적 우수성 구명

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 대사증후군 환자에서 김치의 숙성도 차이에 따른 임상적 효과 구명		
	(영문) Comparison of clinical parameters and cytokines according to the fermentation of Kimchi in patients with metabolic syndrome		
연 구 기 관	아주대학교 산학협력단	연 구	(소속) 내분비대사내과
참 여 기 관		책 임 자	(성명) 이관우
연 구 비	계	186,000,000	총 연 구 기 간
			2011년 12월 30일 ~ 2012년 12월 29일
참 여 연 구 원	14 명 (책임연구원: 1명 연구원: 3명, 연구보조원 8명, 보조원 2명)		
<p>○ 연구개발 목표 및 내용</p> <p>-김치는 대표적인 한국 전통 음식 중의 하나로 최근에 김치의 다양한 효과들에 대한 보고가 늘어나면서 전 세계적으로 주목을 받고 있다. 김치의 생리학적 기능과 작용은 김치를 만드는 재료 및 김치의 발효 과정을 통해서 나타난다. 저자들은 최근 비만한 환자를 대상으로 김치의 효과 및 발효의 부가적인 효과를 발표한 바 있다. 따라서 대사증후군 환자에서도 김치 및 발효과정이 임상적인 지표 및 사이토카인에 이로운 효과를 보일 수 있을 것으로 사료되어 연구를 수행하였다.</p> <p>-연구대상은 대사증후군으로 진단된 환자 또는 대사증후군 요소 2가지 이상을 가지고 있는 환자 37명으로 선정하였다. 대사증후군은 다음 5가지 요소 중 3가지 이상을 가지는 경우를 대사증후군으로 진단한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 허리둘레 : 남자 > 90 cm 여자 > 80 cm ▶ 중성지방 : ≥ 150 mg/dL ▶ 고밀도콜레스테롤 : 남자 < 40 mg/dL , 여자 < 50 mg/dL ▶ 혈압 : 수축기혈압 ≥ 130mmHg , 이완기혈압 ≥ 85mmHg ▶ 공복혈당 : ≥ 100 mg/dL <p>-연구는 cross-over study로 진행하였으며, 발효음식 섭취 제한하는 run-in period 2주 후 참여자들은 생김치/발효김치를 8주간 섭취한다. 4주간의 휴식기를 거쳐 반대로 발효김치/생김치를 8주 간 섭취한다.</p>			

-다음과 같은 방법으로 김치 및 발효의 효과를 측정하였다.

- ▶ 임상적 지표: 몸무게, 체질량지수, 허리둘레, 체지방량, 혈압
- ▶ 실험실적 지표: 공복/식후30분/식후120분 혈당, 당화혈색소, C-peptide, 인슐린, 지질 대사지표, 인슐린 저항성 및 민감성 지표, 대사증후군 및 염증과 관련된 사이토카인 (IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , CRP, MCP-1, FGF21, adiponectin)

○ 연구결과

1. 대사증후군 요소 2가지 이상을 가진 환자대상

(1) 김치 섭취 전에 비해 김치 섭취 후

- : 식이섬유의 양 증가
- : 체중, 체질량지수, 허리둘레, 체지방(%), 이완기혈압, 당화혈색소의 감소

(2) 숙성김치 섭취 후

- : 수축기 혈압의 감소
- : 인슐린저항성지표인 HOMA-IR이 감소, 인슐린분비능지표인 QUICKI 증가

(3) 김치 섭취 전에 당대사장애를 보이던 참여자들은 생김치 섭취 후 5.4%, 숙성김치 섭취 후 21.6%에서 정상 당대사로 전환되었다.

2. 당대사장애를 보이는 참여자 대상

(1) 김치 섭취 전에 비해 김치 섭취 후

- : 식이섬유의 양 증가, 체중, 체질량지수, 허리둘레 감소
- : 공복 인슐린, 인슐린저항성지표인 HOMA-IR 감소

인슐린분비능지표인 Matsuda index가 개선

특히 숙성김치 섭취 후에는 이에 더해 인슐린 민감도 지표인 QUICKI도 증가

→ 김치의 섭취가 인슐린 저항성을 개선시키고 인슐린 민감도를 증가시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

(2) 김치 섭취 전에 당대사장애를 보이던 참여자들은 생김치 섭취 후 9.5%, 숙성김치 섭취 후 33.3%에서 정상 당대사로 전환되었다.

3. 체질량지수 25 이상인 과체중 또는 비만 환자 대상

(1) 김치 섭취 전에 비해 김치 섭취 후

: 식이섬유의 양 증가, 체중, 체질량지수, 허리둘레, 당화혈색소 감소

(2) 숙성김치 섭취 후에는 생김치 섭취 시 보이지 않았던

: 체지방(%), 수축기 혈압의 감소

: 공복인슐린, HOMA-IR이 감소하여 인슐린 저항성의 개선효과가 있었으며,

Matsuda index, QUICKI 등도 증가하여 인슐린분비능 및 민감도 개선이 있었다.

○ 연구성과 및 성과활용 계획

1. 국제학술대회 포스터 발표

2012 International Conference on Diabetes and Metabolism

Thursday 8~ Saturday 10 November 2012

Grand Hilton Seoul Hotel, Seoul, Korea

"The favorable effects of Kimchi on metabolic parameters in patients with prediabetes"

2. 국제학술대회 초록 발표 예정 및 SCI 논문 submission

1) 2013년 미국당뇨병학회 (2013년 6월 개최예정) 초록 발표 예정

- Beneficial Effects of Kimchi on Metabolic Parameters in Subjects with Metabolic Syndrome

- Beneficial Effects of Kimchi on Glucose Metabolism Related Parameters in Subjects with Prediabetes

2) SCI journal에 submission 함 : *Annals of Nutrition and Metabolism*

- Beneficial effects of kimchi and fermented Kimchi in subjects with prediabetes

3. 연구 참여자들을 당대사이상을 보이는 군, 대사증후군을 가진 군, 비만군 등으로 나누어 subgroup analysis를 시행하고 다양한 군에서 김치 섭취가 유용함을 밝힐 예정임.

4. 김치 섭취의 권장 홍보자료로 활용: 현재 개인적으로나 사회적으로 중요한 문제로 대두되고 있는 대사증후군 환자에게서 김치 및 발효음식의 효과를 증명함으로써 김치의 섭취를 권장할 수 있다.

5. 김치의 세계화 전략정책의 홍보자료로 활용: 외국에 실험의 내용 및 결과를 발표함으로써 김치의 우수성을 널리 알리고 구체적이고 과학적인 근거를 제시함으로써 “한식의 세계화” 신뢰도를 높일 수 있다.

6. 김치의 건강 기능성을 활용한 건강기능제품 개발 활용: 외국인을 위한 김치의 표준화된 레시피 개발 및 제공을 고려하고, 손쉽게 섭취 가능한 건강기능제품을 개발할 수 있도록 기초연구로 기여한다.