

김치의 섭취가 성인 남성의 철분영양상태 지표에 미치는 영향*

오 영 주 · 황 인 주

한라전문대학 호텔조리과

Effects of Kimchi Consumption on Iron Status in Adult Male Volunteers

Oh Young-Ju · Hwang In-Ju

Department of Culinary Arts, Halla College, Nohyoung-Dong, Cheju, Korea

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate whether the regular consumption of kimchi influences the iron status(RBC, Hb, Ht, MCH, MCV, MCHC, transferrin, serum iron, and ferritin) in volunteers. Healthy male adults(n=12) took part in the study subdivided into the control I -phase(for 2 weeks), kimchi-phase(for 4 weeks), and control II -phase(for 2 weeks). In addition to their normal diet, participants consumed 300g of lactic acid fermented Chinese cabbage kimchi daily for four weeks. In the control I and control II phases, the participants kept up their normal diets without consuming any fermented foods. Dietary intakes were recorded for 3 consecutive days in each phase, with the aid of household measures. Every two weeks, blood specimens were analysed. Significant differences($p<0.05$) between the phases were found in daily intakes of vitamin C during kimchi consumption. Levels of RBC, Hb, Ht, MCH, MCV, MCHC, and transferrin in blood were not significantly changed during kimchi consumption. However, serum iron and ferritin levels were significantly increased($p<0.05$) during kimchi consumption, achieving the highest levels in the fourth week of the kimchi-phase. The improvement in iron status was speculated to be attributed to the kimchi components(ascorbic acid, sulfer compound, organic acid, capsaicin, gingerol, allicin). Because of lacticacid fermented kimchi's potential to prevent anemia, the consumption of this food can be recommended. (Korean J Nutrition 30(10) : 1188~1194, 1997)

KEY WORDS : kimchi consumption · iron status · serum iron · serum ferritin.

서 론

한국의 김치는 조리과학적으로 젖산발효를 거친 저장성 십자화과 채소류(十字花科, Brassicaceae)식품인 동시에 영양생리학적으로 다양한 생리활성을 가진 부재료(마늘, 생강, 고추 등등)를 혼합한 복합음식이라는 특이성을 지니고 있어 타국의 젖산발효채소(일본의 즈

채택일 : 1997년 12월 2일

*이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

께모노, 중국의 포채, 구라파의 사우어크라우트)와 구분이 된다. 김치에는 영양적으로 중요한 성분들 즉, 비타민, 무기질, 식이섬유, 유산균, 각종발효생성물(유기산, 알콜류, bacteriocin, acetylcholine 등등) 및 생리활성물질(phytochemicals) 등이 타 젖산발효 채소류 보다 풍부하다^{1,2)}. 이들을 일상적으로 꾸준히 섭취할 때 생체내에서 개별적 또는 복합적으로 이뤄내는 영양생리학적 작용은 과학적인 흥미의 대상이 될만하다.

그럼에도 지금까지 김치에 관한 연구는 발효숙성에 관여하는 미생물의 종류와 성질, 영양성분, 제조방법 및 저장방법에 관한 것들이 주류를 이루어 왔다. 그러

나 식품영양학적 가치를 평가함에 있어 김치를 일상적으로 섭취하였을 때 인체 내에서 어떠한 영향을 미치는지를 규명하는 것도 의의가 있다고 사료된다. 이러한 연구는 최근에 일부 국내연구소와 해외연구소의 연구진들에 의해 그 결과가 발표되고 있다^{3~7)}. 이 결과들은 김치의 영양생리학적 측면에서 김치의 새로운 기능성(항암효과, 콜레스테롤 저하작용, 면역강화)을 설명해주는 것들로써 김치의 효능에 관한 대내외 홍보용 자료로 쓰여지고 있다.

지금까지 연구 확인된 사실 중 하나로서 우리 나라의 김치와 유사한 젖산발효채소인 독일의 김치 사우어크라우트(sauerkraut)에는 비타민 C(ascorbic acid), 함황화합물(cysteine, glucosinolate), 유기산(lactic acid, acetic acid) 등이 함유되어 있어 비행성 철분의 흡수 이용률을 현저하게 상승시킨다고 보고되고 있다⁸⁾. 김치에도 이러한 성분들이 사우어크라우트에 못지 않게 풍부하게 존재하고 있을 뿐만 아니라 그 외에도 철분의 흡수를 촉진시킨다고 알려진 향신료(고추, 마늘, 생강), 젓갈 등이 들어 있어 사우어크라우트 이상의 철분흡수 효과를 기대할 수도 있다고 한다⁹⁾.

특히 철분의 영양상태는 국민보건 및 노동의 질적 향상에 지대한 영향을 미치므로 철분의 흡수를 촉진시키는 식품을 검색하고, 이를 식품을 적극 권장함으로써 빈혈을 예방하고자 하는 노력은 삶의 질과 국민의 노동생산성을 향상시킨다는 측면에서 대단히 중요한 과제라고 본다. 따라서 본 연구에서는 김치의 섭취가 철분의 영양상태에 어떠한 영향을 미치는 가를 조사하기 위하여, 김치를 연구대상자에게 일정기간 섭취시킨 후 혈중철분의 영양상태를 반영하는 여러 가지 항목을 측정하여 김치의 철분흡수 촉진효과가 있는지 여부를 검토함으로써 김치의 또 하나의 영양생리학적 기능을 밝히고자 하는데 그 목적이 있다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 실험에서 건강한 성인남자 12명을 선별하여 연구

대상으로 하였다(mean age \pm SD : 26.2 \pm 3.4 years; mean weight \pm SD : 68.5 \pm 4.6kg, mean height \pm SD : 172.4 \pm 3.6cm). 실험대상자의 선별요건은 의사의 소견상 대사적으로 건강해야하고 3개월 내에 항생제를 복용한 경험이 있는 자나 흡연을 하는 자는 제외 시켰다. 연구 시작전 본 연구의 목적을 설명한 다음 참여의사를 서약 받았다.

2. 연구의 구성

연구기간은 총 8주로 이루어졌고 3개 phase로 첫번째 phase(2주)는 control I-phase, 두번째 phase(4주)는 kimchi phase, 세번째 phase(2주)는 control II-phase로 구성되었다(Fig. 1). 각 control phase에서 실험대상자들은 일상식이를 섭취하되 김치를 비롯한 유산발효식품을 섭취하지 않도록 하였으며, kimchi phase에서는 일일 300g의 배추김치를 열처리하지 않은 상태로 식사시마다 피험자가 원하는 만큼 일상식이와 함께 섭취하도록 하였다. 본 실험에서 사용된 배추김치의 제조, 공급 및 사후관리는 전보의 방법에 준해 수행하였으며, 김치는 저온저장고(4~5°C)에서 발효숙성시켜 산도 0.6%, pH 4.3 부근에서 300g씩 진공포장하여 4일에 한 번씩 나누어 공급하였다^{3,4,6,7)}. 실험 기간 동안 실험대상자들은 가능한 한 동일한 식습관을 유지하도록 사전교육과 전화 및 협조서한을 통해 관리하였다. 실험대상자들에게서 2주일에 1번씩 혈액을 채취하고, 식품섭취 실태를 조사하기 위해 control I-phase, kimchi phase, control II-phase에 평량법(weighing method)을 사용하여 각 phase당 3일 식품섭취 기록을 하였다. 식품섭취량은 식품분석표를 이용하여 일일 영양소 섭취량으로 환산하였다.

3. 혈액채취

채혈은 공복상태로 아침 7시 병원에 도착한 후 20분간 휴식을 취한 다음 실시하였다. Serum 중의 iron, ferritin 및 transferrin은 정맥혈을 채취한 다음, 즉시 2000rpm에서 10분간 원심분리시켜 상층부를 1.5ml Eppendorf 튜브에 옮긴 후 -70°C에서 저장하면서 분석하였다. Hemoglobin과 hematocrit치의 분석은

Phase	Control I		Kimchi		Control-II	
Weeks	0	2	4	6	8	
Blood sampling		↑	↑	↑	↑	
Food intake recording(3-days)		↔	↔	↔	↔	

Fig. 1. Study design.

EDTA 전혈을 사용하였다.

4. 혈액의 분석

Erythrocyte(RBC)의 수는 Coulter Counter(Model S560)를 사용하여 측정하였으며¹⁰⁾, hemoglobin (Hb) 함량은 cyanmethemoglobin법을 응용한 Test-Combination(Boehringer Mannheim GmbH Diagnostics)을 사용하여 546nm에서 비색정량하였다. Hematocrit(Ht)치는 Wintrobe의 원심분리법을 사용하여 측정하였다¹¹⁾. MCH(mean corpuscular hemoglobin), MCV(mean corpuscular volume) 및 MCHC(mean corpuscular hemoglobin concentration)의 수는 RBC, Hb 및 Ht의 값으로부터 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{MCH}(\text{pg}) = \text{Hb}(\text{g/dl}) \times 10/\text{RBC}(10^6/\text{mm}^3)$$

$$\text{MCHC}(\text{g/dl}) = \text{Hb}(\text{g/dl}) \times 100/\text{Ht}(\%)$$

$$\text{MCV}(\text{fl}) = \text{Ht}(\%) \times 10/\text{RBC}(10^6/\text{mm}^3)$$

Transferrin함량은 Laser-Nephelometer(Beringerwerke AG, Marburg)을 사용하여 측정하였으며¹²⁾, ferritin함량은 GammaDab(¹²⁵I)-ferritin-radioimmunoassay-kit(Baxter, Unterschleissheim)을 사용하여 분석하였다¹³⁾. 한편 serum 중의 iron은 ferroz-in-method에 의한 Test-Combination(Boehringer Mannheim GmbH)을 사용하여 546nm에서 비색정량하였다¹⁴⁾.

5. 통계처리

실험결과에 대한 통계처리는 SPSS/PC+을 이용하였으며, 분산분석(ANOVA) 중 Duncan의 다범위검정(Duncan's multiple range test)을 통해 5%의 수준에서 유의성을 검증하였다¹⁵⁾.

결과 및 고찰

1. 식이섭취실태

본 실험을 행한 control I-phase, kimchi-phase

Table 1. Daily intake of energy and nutrients by the subjects according to phase

Nutrients	Phase		
	Control- I	Kimchi	Control- II
Energy(kcal/day)	2420±90.6	2399±98.3	2470±79.4
Protein(g/day)	92.9±6.2	89.4±5.9	91.2±6.1
Total fat(g/day)	52.0±5.1	47.8±4.7	51.8±5.6
Carbohydrate(g/day)	395.1±20.4	403.0±19.8	410.2±25.3
Vitamin C(mg/day)	70.5±25.2 ^b	87.8±23.6 ^a	72.3±24.9 ^b
Iron(mg/day)	14.9±4.4	15.3±4.9	15.6±4.7

Values are mean±SD. Values with different superscripts are significantly different at the $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test among control I-phase, kimchi-phase and control II-phase. The phase of control- I, kimchi and control-II represent before start of kimchi intake, after 3 weeks of kimchi intake, and after 2 weeks of ceasing kimchi intake, respectively.

및 control II-phase의 영양소 섭취실태는 Table 1에 제시하였다. 에너지 섭취량은 실험기간동안 평균 2430 kcal의 수준으로 각 phase간에 유의적인 차이가 없었다. 단백질, 총지방 및 탄수화물의 열량소 섭취량은 에너지 섭취량의 경우와 같이 김치섭취 전, 김치섭취 기간 및 김치섭취 후의 phase 간에 유의적인 차이가 없었다. 실험기간동안 비타민 C의 섭취량은 일일 섭취권장량을 모두 충족하는 양으로 김치섭취 기간 중의 섭취량이 김치섭취 전과 중단 후에 비해 유의적으로 높은 수준이었다. 이는 김치를 일일 300g 섭취하게 한 결과 김치중의 비타민 C 함량에 기인한 것으로 본다. 한편, 철분의 섭취량은 전 실험기간 중 섭취권장량을 충족하는 양이었고 각 phase 간에 유의적인 차이는 없었다. 이처럼 전 실험기간동안 비타민 C 섭취량을 제외한 에너지, 단백질, 지방, 탄수화물 및 철분의 섭취량이 각 phase 간에 유의적인 차이가 없었던 것은 실험전과 기간 중 교육을 통해 각자의 식습관을 가능한 한 일정하게 유지하도록 관리하였기 때문인 것으로 사료된다. 본 연구에서 일일 300g의 김치를 섭취하도록 설정했던 것은 식사내용 중 김치의 비중이 매우 중요했던 1950~60년대 일일 300g을 섭취한 조사에 근거를 둔 것이며, 이는 식사 끼니 당 100g에 해당하는 양이다¹⁶⁾¹⁷⁾.

2. 혈액의 철분상태

각 phase별 혈액중의 철분상태를 분석한 결과는 Table 2와 Fig. 2에 제시한 바와 같다. 김치를 섭취하는 동안 혈중 RBC의 농도는 김치의 섭취 전과 후에 비해 별다른 변화가 없었다. 마늘 추출액을 투여한 동물을 대상으로 한 연구에서 혈중 RBC의 농도가 감소하는 것을 관찰하였으나¹⁸⁾, 인간을 대상으로 한 연구에서는 일일 200mg의 지용성 마늘 추출물을 섭취하게 한 결과 혈구에 어떠한 영향도 주지 못하였다¹⁹⁾. 본 연구에서 김치의 재료로 사용된 마늘의 양은 약 3%(9g/100g)에 불과하므로 RBC의 농도에 큰 영향을 주지 못하였을 것이다. 한편, Hb, Ht, RBC의 지표인 MCH,

Table 2. Effects of kimchi intake on iron status in volunteers

Blood component	Phase			
	Control- I	Kimchi- I	Kimchi- II	Control- II
RBC($10^6/\text{mm}^3$)	5.33 ± 0.24	5.28 ± 0.28	5.27 ± 0.26	5.30 ± 0.25
Hb(g/dl)	15.4 ± 0.89	15.9 ± 0.97	15.9 ± 0.93	16.0 ± 0.70
Ht(%)	48.0 ± 2.8	48.2 ± 3.0	48.1 ± 3.1	48.1 ± 2.9
MCH(pg)	28.9 ± 0.70	30.2 ± 0.83	30.2 ± 0.85	30.1 ± 0.60
MCHC(g/dl)	32.1 ± 0.90	33.0 ± 0.98	33.1 ± 1.00	32.8 ± 0.85
MCV(fL)	89.8 ± 1.64	91.6 ± 1.51	91.2 ± 1.49	91.6 ± 1.43
Transferrin(mg/dl)	328 ± 51	310 ± 61	307 ± 53	335 ± 57

Values are mean ± SD. Values are not significantly different at the $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test among control I-phase, kimchi I-phase, kimchi II-phase and control II-phase. The phase of control I, kimchi I, kimchi II and control II represent before start of kimchi intake, after 2 weeks of kimchi intake, after 4 weeks of kimchi intake, and after 2 weeks of ceasing kimchi intake, respectively

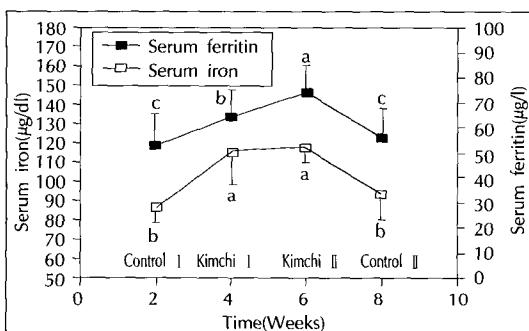


Fig. 2. Effects of kimchi intake on serum iron and serum ferritin status in volunteers. Values with different superscripts are significantly different at the $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test among control I-phase, kimchi I-phase, kimchi II-phase and control II-phase.

MCHC 및 MCV 치, 그리고 transferrin의 농도는 김치의 섭취 여부에 관계없이 연구기간 중 거의 일정한 수준을 유지하였으며 측정된 수치들은 모두 정상인 수치범위에 속하였다. 본 연구에 참여한 대상자들은 건강한 성인 남성이었고 이들 혈액학 수치가 정상인의 수치의 범위에 있어 혈액의 항상성을 유지하였기 때문에 어떤 외적요인이 혈액학적인 변수에 크게 영향을 주지 못하였던 것으로 판단된다.

김치를 2주 동안 섭취한 후 serum iron의 농도는 114.2 μg/dl로 처음농도(control I-phase) 87.4 μg/dl에 비해 31%로 더 증가하여 유의적인 차이를 나타내기 시작하였으며, 4주 섭취 후에는 김치를 섭취하기 전인 control I-phase에 비해 38%나 더 증가한 21.5 μmol/l로 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 그러나 김치를 2주동안 섭취했을 때의 수준과 4주 섭취 후의 수준을 비교하면 5%정도나 더 증가하였지만, 이들간의 통계적인 유의성은 관찰되지 않았다. 김치 섭취를 중단 한 2주 후의 측정치(control II-phase)는 다시 원래의 수준으로

되돌아가 김치를 지속적으로 섭취했을 때에만 그 효과가 있었다.

한편 serum ferritin의 초기농도(control I-phase) 53.6 μg/l에서 김치섭취 2주후부터 유의적으로 변하기 시작하여 64.5 μg/l로 20%나 더 증가하였다. 4주 섭취 후(kimchi II-phase)에는 최고치인 71.5 μg/l을 보여 control I-phase에 비해 33%나 더 증가하였고, 이는 2주간 김치섭취 후와 비교하면 10% 더 유의적으로 증가한 것이다($p < 0.05$). 그러나 serum iron의 경우처럼 김치의 섭취를 중지한 2주 후(control II-phase)에는 초기의 수준(control I-phase)과 거의 유사한 수준을 나타내었다. 이처럼 kimchi-phase에서 serum ferritin의 수준을 높이게 된 것은 김치섭취가 체내 철분보유량을 증가시킨 것으로 추론된다. 혈청 중에 순환하는 ferritin의 농도와 체내 철분 보유량간에 상관관계가 있어 혈청 ferritin의 함량이 1ng/ml일 경우, 체내의 철분의 양은 체중(kg) 당 120~140 μg을 보유한다고 한다^{[20][21]}.

본 연구에서 serum ferritin과 serum iron은 변하고 다른 철분영양상태 지표(Hb, Ht, transferrin)들은 유의적인 변화가 관찰되지 않았다. 이와 유사한 결과가 다른 저자들의 연구에서도 찾아 볼 수 있다. Norway의 가임여성을 대상으로 일일 18~20mg의 철분을 급여한 연구에서 serum ferritin의 수준을 유의적으로 상승시킬 수 있었으나 Hb의 농도는 유의적인 변화가 없었음을 확인하였다^[22]. 실험동물과 인간을 대상으로 헤모글로빈 생성시험(Hb-generation test)에서 빈혈을 일으킨 실험동물과 빈혈환자에게 철분제제나 특정 식이를 급여하여 정상범위의 Hb 수준으로 증가시킴으로써 철분의 이용율을 검증할 수 있었다. 그러나 이를 정상상태의 쥐나 건강한 성인에게 급여했을 시 Hb 수준의 증가는 관찰할 수 없었다^{[23][24][25]}. 김치섭취 기간중 serum ferritin과 serum iron이 유의하게 상승한 것

은 김치에 의해 철분의 흡수이용율을 증가시킴으로써 체내의 철분 저장량이 증가한 것으로 본다. 특히 serum ferritin 치는 철분의 흡수율과 상관관계가 존재하는 것으로 알려졌지만, 그외의 철분영양상태 지표를 수단으로 철분의 흡수이용율을 검정하는데는 재현성과 정확도가 부족하다고 하였다²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾. 본 연구결과와 같은 현상에 대한 기전은 아직 잘 알려지지 않았지만, 혈구와 관련된 변수들(Hb, Ht, RBC 등등)은 체내 철분영양상태가 낮으면 흡수된 철분이 혈구와 관련된 변수들에 직접적으로 관여하여 정상상태로 유지할려고 하나, 정상상태의 수준에 있게되면 항상성이 유지되고 여분의 철분은 저장형 철분으로 저장되는 것으로 추론된다. 한편 transferin 치는 체내 철분영양상태가 정상범위 이하로 낮아지기 시작하면 증가하는 것으로 알려졌으며²⁶⁾²⁸⁾²⁹⁾, 본 연구에서는 건강한 성인을 대상으로 하였고 김치의 섭취가 철분의 흡수에 영향을 미칠 수 있었기 때문에 별다른 변화를 보이지 않은 것으로 여겨진다.

본 연구에서 serum iron과 serum ferritin의 수준은 김치 섭취기간동안 증가되었고 김치의 섭취를 중단하면 섭취전의 수준으로 감소한 것은 아마도 김치섭취 중 김치 속에 들어있는 유기산, 비타민 C, 함황화합물 및 capsaicin이 식이 중의 비헴성 철분의 흡수이용률을 증가시켰을 것으로 사료된다.

우리 나라의 김치와 유사한 젖산발효식품인 사우어크라우트를 대상으로 한 연구에서 다른 채소에 비해 30%정도 더 높은 철분흡수이용률을 확인하였는데, 이는 사우어크라우트의 젖산에 기인한 것이라고 하였다³⁰⁾. 또한 이와 유사한 결과가 아프리카 맥주의 일종인 Bantu의 연구에서도 관찰되었는데 발효과정에서 생긴 젖산(160~540mg)이 효과적이었다고 하였다³¹⁾. 배추김치 중의 젖산함량은 170mg/100g 정도로서³²⁾ 철분의 흡수이용률에 영향을 미칠 수 있다고 본다.

수많은 연구를 통해서 비타민 C가 비헴성 철분의 흡수를 촉진시킨다는 사실을 확인하여왔다. 동일한 영양밀도로 구성된 채식에서 ascorbic acid의 함량에 따라 철분흡수율은 20배의 차이가 있음을 확인하였다³³⁾. 이러한 효과는 ascorbic acid의 환원성질에 의한 것으로 보고 있다³⁴⁾³⁵⁾. 비타민 C의 작용은 투여량에 비례하며 (dose dependent), 이는 식사시 비타민 C를 함께 섭취했을 시에만 가능하다고 하였다³⁶⁾. 식이섭취조사 결과, 김치섭취 전(control I-phase) 및 섭취중단 기간(control II-phase) 중의 vitamin C 섭취량은 각각 70.5mg과 72.3mg으로 나타났고, 김치섭취 시(kimchi-phase) 87.8mg으로 높았던 것은 김치 중의 vitamin C함량이 크게 기여했기 때문이다. 김치를 일일

300g씩 섭취했을 시 일일 비타민 C 섭취량은 50~60mg으로 한국인 영양권장량의 100%를 충족시키는 양에 달하며 철분의 흡수이용률을 증가시킬 수 있다.

또한 위장에서의 위산분비 량에 차이에 따라 철분의 흡수이용률이 달라질 수 있다. 김치 중에 들어 있는 마늘, 고추 및 생강 등의 향신료들은 위산의 분비를 촉진시킨다고 알려졌으며³⁷⁾, 위장의 낮은 pH는 난용성인 Fe(III)-hydroxide의 형성을 저해하여 철분의 흡수를 돋는다고 하였다³⁸⁾. 그 외에 김치에 함유되어 있는 함황화합물(S-methyl-L-cysteinsulfoxide, S-(carboxymethyl)cysteine, S-methylmethionin, homomethionin, glucosinolate)도 철분의 환원작용으로 인해 철분의 흡수를 촉진시킬 수 있다³⁹⁾⁴⁰⁾.

대부분 철결핍성 빈혈은 철분 섭취량이 부족해서라기 보다는 오히려 식이성 철분의 흡수율이 낮은데 기인한 것으로 보고 있으며, 식이성 철분의 흡수이용율은 철분 영양상태에 지대한 영향을 미칠 수 있다²⁸⁾. 철분의 흡수기전은 헴성철분과 비헴성철분으로 구분하여 설명된다. 헴성철분은 장내에서 porphyrin complex로 존재하므로 그 흡수율은 식이의 종류에 관계없이 크게 영향을 받지 않는다²⁹⁾. 그러나 한국인의 식이성철분의 대부분을 차지하는 비헴성 철분은 환원형 철분상태로 변화하여 장점막을 통과하기 때문에 철분의 물리화학적인 성질 특히, 장관내에서 얼마만큼 용해된 상태로 남아있는가에 따라 그 이용율은 크게 달라진다. 결국 식이성철분의 흡수이용율은 헴성철분 및 비헴성철분의 양, 철분의 흡수율에 영향을 미치는 촉진인자 및 억제인자의 양과 종류 및 연구 대상자의 철분영양상태에 따라 좌우된다.

결과적으로 본 연구에서 serum iron과 serum ferritin이 김치섭취 중 증가하였던 것은 김치의 재료의 성분과 발효생성물 중에 존재하는 환원성 물질인 ascorbic acid 및 sulfer compound들과 철분의 용해성을 높여주는 각종 유기산(lactic acid, acetic acid etc.)의 존재에 기인한 것으로 추론되며 또한 위산의 분비를 촉진시켜주는 매운맛 성분(capsaicin, gingerol, allicin etc.)들이 종합적으로 관여했을 것으로 사료된다(Fig. 3). 한편 소화관 변형시험(in-vitro) 하에서 발효전의 김치와 발효후의 김치간에 철분의 흡수이용율을 비교한 결과 발효김치가 높다는 것을 관찰하였다⁴¹⁾⁴²⁾.

그러나 본 연구에서 측정한 항목들은 생리적인 조건에 따라 달라질 수 있으므로, 김치의 철분흡수 촉진효과를 보다 분명히 검증하기 위하여 차후의 연구에서 방사성동위원소를 사용한 extrinsic tag 방법 도입이 요구되며, 더 나아가서 김치중의 개별적인 성분이 철분흡수

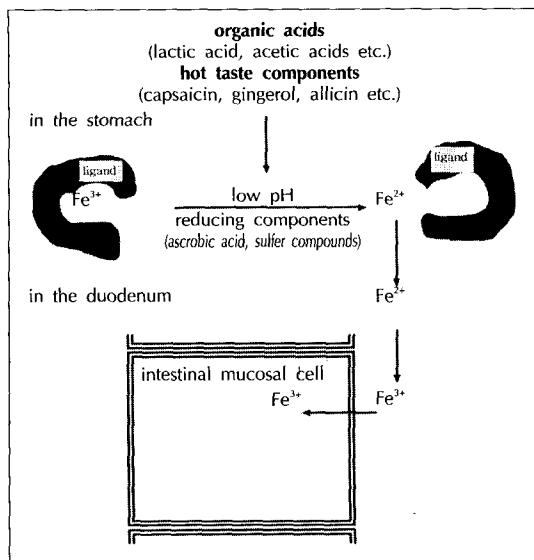


Fig. 3. Iron absorption-possible events in stomach and duodenum during the kimchi intake.

에 미치는 영향을 규명해야 할 것이다.

요약 및 결론

본 연구는 건강한 성인남자 12명을 대상으로 하여 4주동안 하루 배추김치 300g을 섭취시켜 체내 철분영양상태를 반영하는 RBC, Hb, Ht, MCH, MCHC, MCV, serum transferrin, serum iron 및 serum ferritin의 변화를 측정 비교 분석하였다.

1) 식이섭취 조사결과, 비타민 C만이 김치 섭취기간 중에 유의적으로 높았고, 그 외 다른 영양소의 섭취는 김치섭취 전, 섭취시 및 섭취 후 간에 유의적인 차이가 없었다.

2) 김치를 섭취하는 동안 혈중 RBC의 농도, Hb, Ht, RBC의 지표인 MCH, MCHC 및 MCV 치 그리고 serum transferrin의 농도는 김치의 섭취 전과 후에 관계없이 연구기간 중 거의 안정된 수준을 유지하였다.

3) 김치섭취에 의한 serum iron의 농도는 섭취 전에 비해 2주 후 31% 증가하였고, 4주 후에는 38%나 증가하여 섭취 전과 섭취 후 간에 유의적인 차이를 보였다.

4) Serum ferritin은 김치섭취 전에 비해 섭취 2주 후 20% 증가하여 유의적인 차이를 보였으며, 섭취 4주 후에는 33%나 증가하였고 섭취 2주 후에는 10%의 차이를 나타냈다.

이상의 본 연구를 통하여 체내의 serum iron과 serum ferritin수준이 김치섭취 기간동안 증가되었던 것은 김치에 존재하는 환원성 물질(ascorbic acid 및

sulfer compound)과 철분의 용해성에 영향을 미치는 유기산(lactic acid, acetic acid etc.) 그리고 위산의 분비를 촉진시켜주는 매운맛 성분(capsaicin, gingerol, allicin etc.)들이 종합적으로 관여했을 것으로 추론된다.

Literature Cited

- 1) 오영주 · 황인주 · Leitzman C. 김치의 영양생리학적 평가. 김치의 과학. 한국식품과학회, pp.226-245, 1994
- 2) 오영주 · 황인주 · Leitzmann C. 김치의 섭취가 대장암을 예방하는가. 김치의 과학과 산업. 김치연구회 2 : 8-29, 1993
- 3) Mueller C, Friedel A, Michel P, Oh YJ, Hwang IJ, Leitzmann C. Der Einfluss von Sauerkraut und Kimchi auf bakterielle Enzymaktivitaeten und den pH-Wert im Stuhl des Menschen. *Akt Ern Med* 18(6) : 351-356, 1993
- 4) Oh YJ, Hwang IJ, Glittenberg C, Friedel A, Leitzmann C. Einfluss regelmaessiger Aufnahme laktfermentierter Kohlgemuese auf die bakterielle Enzmaaktivitaet im Faezes des Menschen. *Ernaerungs-Umsch* 39 : 15-16, 1992
- 5) 박전영. 김치의 영양학적 평가와 항돌연변이 및 항암효과. *한국영양식량학회지* 24(1) : 169-182, 1995
- 6) Hwang IJ. Ernaehrungsphysiologische Wirkungen laktfermentierter Kohlgemuese. Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen, Deutschland, 1991
- 7) Oh YJ. Metabolische Epidemiologie des Kolonkarzinoms. Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen, Deutschland, 1992
- 8) Hallberg L, Rossander L. Absorption of iron Western-type lunch and dinner meals. *Am J Clin Nutr* 35 : 502-509, 1982
- 9) Hallberg L. Personal communication. Kiel, Germany 1991
- 10) Brittin GM, Brecher G, Johnson CA. Evaluation of the counter Coulter Model S. *Am J Clin Pathol* 52 : 679-789, 1969
- 11) Wintrobe MM, Lee GR, Boggs DR. Clinical hematology, 7th edn. Lea & Febiger, Philadelphia, 1974
- 12) Behring Diagnostika. Behring Nephelometer-Analyser, Behringwerke AG Medizinische Information und Vertrieb, Marburg, 1990
- 13) Travenol-Genentech Diagnostics. GammaDab(¹²⁵I)-ferritin-radioimmunoassay, (Cat. No. CA-590), Baxter Deutschland GmbH, Unterschleissheim, 1990
- 14) Methoden der biochemischen Analytik mit Test-Combination(Test-Fibel), Boehringer Mannheim GmbH Biochemica, 1990
- 15) 채서일 · 김범종. SPSS/PC+를 이용한 통계분석. 법문사, 1988
- 16) Williams RR, McGanity WJ, Combs GF, Kertesz ZI. A nu-

- trition survey of the armed forces of the Republic of Korea. *J Nutr* 68 : 1-75, 1959
- 17) Chun JK. Chinese cabbage utilization in Korea : Kimchi processing technology pp. 49-53 in : Chinese cabbage Proc 1. Inter Symp., 1981
- 18) Kanezawa A, Nakagawa S, Sumiyoschi H, Masamoto K, Harada H, Yokota A, Fuwa T. General toxicity testing of garlic extract preparation containing vitamins. *Chem Abst* 101 : 463-493, 1984
- 19) Saratikov AS, Kleitman EI. Phytozide des Knoblauchs auf das Blut. *Pharmakol Toxiko* 13 : 6-8, 1950
- 20) Cook JD, Lipschitz DA, Miles LE, Finch CA. Serumferritin as a measure of iron stores in normal subjects. *Am J Clin Nutr* 27 : 681-687, 1974
- 21) Finch CA, Heubers H. Perspectives in iron metabolism. *N Engl J Med* 306 : 1520-1528, 1982
- 22) Borch-Johnsen B, Meltzer HM, Stenberg V, Reinskou T, Trygg K. Bioavailability of daily low dose iron supplements in menstruating women with low iron stores. *Eur J Clin Nutr* 44 : 29-34, 1990
- 23) Bezwoda WR, Bothwell TH, Torrance JD, McPhail AP, Charlton RW, Kay B, Levin J. The relationship between marrow iron stores, plasma ferritin concentrations and iron absorption. *Scand J Haematol* 22 : 113-120, 1979
- 24) Heinrich HC, Gabe EE, Brueggemann J, Oppitz KH. Correlation between diagnostic $^{59}\text{Fe}^{2+}$ absorption and serum ferritin concentration in man. *Z Naturforsch* 3 : 1023-1025, 1977
- 25) Magnusson B, Bjoern-Rasmussen E, Hallberg L, Rossander L. Iron absorption in relation to iron status-model proposed to express results of food iron absorption measurements. *Scand J Haematol* 27 : 201-208, 1981
- 26) Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. 576 p., Blackwell Scientific, Oxford, 1979
- 27) Miller J. Effects of dietary corn on hematological response of anaemic rats to ferrous sulfate. *J Nutr* 108 : 33-39, 1978
- 28) Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. London Oxford, Blackwell Sci Publ 576, 1979
- 29) Baynes RD, Bothwell TH. Iron deficiency. *Annu Rev Nutr* 10 : 133-148, 1990
- 30) Gillooly M, Bothwell TH, Torrance JD, MacPhail AP, Derman DP, Bezwoda WR, Mills W, Charlton RW, Mayet F. The effects of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. *Br J Nutr* 49(3) : 331-342, 1983
- 31) Derman DP, Bothwell TH, Torrance JD, Bezwoda WR, MacPhail AP, Kew MC, Sayers MH, Disler PB, Charlton RW. Iron absorption from maize(Zea mays) and sorghum (Sorghum vulgare) beer. *Br J Nutr* 43 : 271-279, 1980
- 32) 露木英男・阿部輝雄. キムチの遊離有機酸について. 日本大學獸醫學部學術研究報告書 36 : 163-169, 1979
- 33) Hallberg L, Brune M, Rossander L. Effect of ascorbic acid on iron absorption from different types of meals. *Hum Nutr Appl Nutr* 40 : 97-113, 1986
- 34) Charlton RW, Bothwell TH. Iron absorption. *Ann Rev Med* 34 : 55-68, 1983
- 35) Wollenwert P, Rummel W. Dependence of intestinal iron absorption on the valency state of iron. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol* 336 : 578-582, 1987
- 36) Cook JD, Monsen ER. Vitamin C, the common cold, and iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 30 : 235-241, 1977
- 37) Kasper H. Ernaehrungsmedizin und Diaetetik. 80-82, 256, 6-ed. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1987
- 38) Jacobs P, Bothwell T, Charlton RW. Role of hydrochloric acid in iron absorption. *J Appl Physiol* 19 : 187-188, 1964
- 39) Layrisse M, Martinez-Torres L, Leets I, Taylor P, Ramirez J. Effect of histidine, cysteine, glutathione or beef on iron absorption in humans. *J Nutr* 114 : 217-223, 1984
- 40) Taylor PG, Martinez-Torres L, Romano EL, Ramirez J. The effect of cysteine-containing peptides released during meat digestion on iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr* 43 : 68-71, 1986
- 41) 오영주. 김치의 가능성 - 김치의 섭취가 인체에 미치는 영향, 제 4 회 부산대학교 김치연구소 김치심포지움 발표논문집, 7-10, 1996
- 42) Oh YJ, Hwang JJ. In vitro estimation of iron bioavailability in kimchi(unpublished paper), 1997