

사골뼈 용출액 중의 무기질 성분 에 관한 연구

설 민 영 · 장 명 숙

단국대학교 식품영양학과

A Study on Mineral Contents in Sagol Bone Stock

Min Young Seol and Myung Sook Jang

Department of Food Science & Nutrition, Dankook University

Abstract

This study was undertaken to determine the content of calcium, phosphorus, and magnesium in Korean styled Sagol bone stock (beef leg bone stock) deffering in cooking utensil, cooking method, and cooking time.

Cooking was started in cold water and boiling water using stainless steel and aluminium cooker. In the changes of mineral contents in Sagol bone stock at cooking time from 2 to 12 hours, Ca, P, and Mg contents increased significantly by the cooking time in stainless steel and aluminium cooker but Ca and P contents decreased slightly during 12 hours in stainless steel cooker. But Ca, P, and Mg contents of the Sagol bone stock were not significantly different between cooking utensil and method.

The extracting rate of Ca, P, and Mg of the Sagol bone stock were 0.02~0.05%, 0.2~0.7%, and 0.1~1.0%, respectively. The extracting rate of Ca was positively correlated with that of Mg ($r=0.8872$, $p<0.001$).

I. 서 론

체내의 칼슘과 인은 대부분 골격과 치아 조직을 형성 하며, 마그네슘은 phosphate 또는 carbonate로서 골격 의 표면을 구성하고 골격의 강직성을 돕고 있기 때문에 일생의 전단계에서 필요하고 충분히 섭취해야 한다¹⁾.

국민영양조사보고서²⁾에 의한 우리나라의 칼슘 섭취 현황을 보면 1979년에 급격히 증가하였고 그 이후 다시

감소하여 1985년부터 다시 큰 폭으로 증가하였으나 1987년에는 다시 1일 평균 463.61 mg으로 크게 감소하여 한국인 성인의 칼슘 권장량인 600 mg³⁾에 77% 수준 이었다. 이것은 칼슘이 함유되어 있지 않은 식품만을 취 하는 편파적인 식습관이 계속되었고, 칼슘의 체내 이용 률이 낮은 곡류나 식물성 식품으로부터 섭취하고 있기 때문이다.

우리나라는 옛부터 사골, 갈비, 꼬리 등의 뼈를 장시 간 끓여서 그 용출액을 여러 가지 탕류로 섭취해왔으며,

특히 임신부, 수유부, 어린이나 허약한 사람의 보신용으로 이용해 왔다. 그러나 사골뼈의 용출액에 대한 조리 과학적인 연구는 최근에서야 비로소 시도되고 있는 실정⁴⁻⁷⁾이나 일반화되지 못하고 있다.

본 연구에서는 일반 가정에서 보편적으로 이용되고 있는 조리법에 중점을 두어 이온교환수대신에 각 가정에서 사용하는 수도물을 조리수로 이용하여 사골뼈 용출액중 무기질중 칼슘, 인 및 마그네슘의 함량을 분석하였는데, 가정에서 흔히 사용하는 알루미늄 용기와 최근에 많이 보급되고 있는 스테인레스 스틸 삼중바다남비를 사용하여 조리 방법과 조리시간을 달리하였을 때 이들 두 용기에 따른 무기질 성분의 변화를 분석함으로써 일반 가정에서 사골뼈의 무기질의 용출량을 증진시키는 데 가장 좋은 조건을 마련하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

마장동 축산물시장에서 한우 사골뼈를 구입하여 적당한 크기(1조각 50g정도)로 절단하고 표면에 부착된 지방, 고기조각 등을 제거하고, 각 처리별로 일정량을 칭량한 후 1시간 동안 수도물에 담갔다가 씻어서 시료로 사용하였다. 사골뼈 자체의 무기질 성분 분석시에는 사골뼈를 분쇄한 후 dry oven에서 건조하여 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 가열방법 I

스테인레스 스틸 용기(직경 26cm, 높이 18cm의 “세프라인” 삼중바다남비)와 알루미늄 용기(직경 30cm, 높이 28cm)에 수도물 5l와 사골뼈 500g을 넣고 뚜껑을 덮은 후 프로판가스에서 강한 불로 가열하다가 끓기 시작하는 20분 후에 불을 제일 약하게 줄여서 계속하여 각 시간별(2, 4, 6, 8, 10, 12시간)로 가열한 뒤 뼈를 건져냈고, 용출액은 식은 후 굳기름을 건져내고 최종 남아있는 용출액의 양을 측정하였다.

2) 가열 방법 II

스테인레스 스틸 용기와 알루미늄 용기에 수도물 5l를 넣고 물이 끓기 시작할 때 사골뼈를 넣고 불을 줄일 후 방법 I과 동일하게 처리하였다.

3) 분석 방법

사골뼈 가루와 용출액을 건식회화시킨 후 원액을 만들

고, 이 원액을 사용하여 칼슘과 마그네슘은 Atomic absorption spectrophotometric method, 인은 Molybden blue colorimetric method로 분석하였다^{8,9)}.

III. 결과 및 고찰

1. 가열시간별 용출액중 무기질 함량의 변화

조리기구별, 조리를 시작할 때의 물의 상태 및 가열시간에 따른 사골뼈 용출액 중 무기질의 변화를 보기 위하여 한우 사골뼈 500g과 수도물 5l를 스테인레스 스틸용기(이하 SC)와 알루미늄용기(이하 AC)에 넣어 찬물에서부터 각각 2, 4, 6, 8, 10, 12시간 가열 처리했을 때, 또한 수도물 5l를 두 용기에 넣고 물이 끓기 시작했을

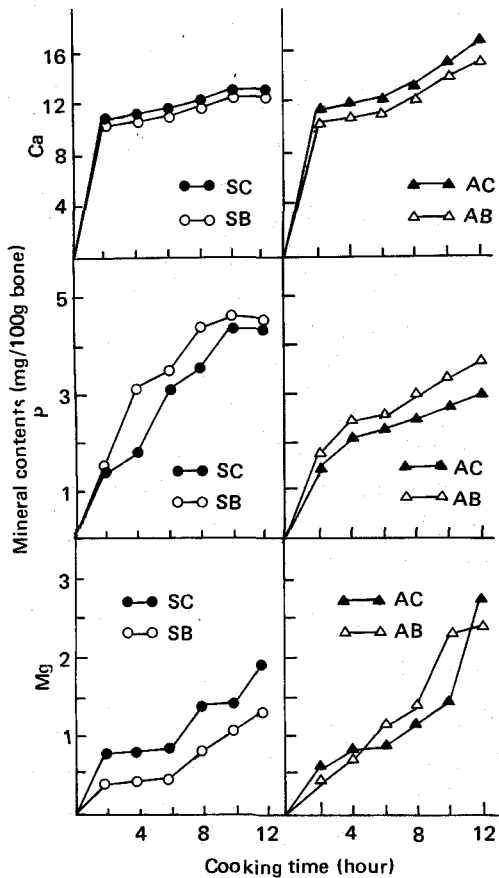


Fig. 1. Changes of Ca, P, and Mg contents in Sagol bone stock at various cooking time.

Table 1. Calcium, phosphorus, and magnesium contents of the Sagol bone stock at various cooking time (mg/100g bone)

		cooking time (hour)					
		2	4	6	8	10	12
Ca	SC ^{a.**}	11.12	11.25	11.50	12.62	13.10	13.00
	SB ^{a.**}	10.61	11.13	11.32	11.90	12.90	12.67
	AC ^{a.**}	11.89	12.08	12.36	13.58	14.99	17.03
	AB ^{a.**}	10.50	10.84	11.26	12.61	14.46	15.34
P	SC ^{b.**}	1.41	1.89	3.18	3.80	4.43	4.35
	SB ^{b.*}	1.43	3.23	3.74	4.40	4.57	4.43
	AC ^{b.**}	1.61	2.23	2.42	2.62	2.80	3.10
	AB ^{b.***}	1.85	2.49	2.58	3.06	3.26	3.65
Mg	SC ^{c.**}	0.70	0.75	0.85	1.44	1.45	1.98
	SB ^{c.**}	0.34	0.38	0.41	0.80	1.11	1.65
	AC ^{c.*}	0.59	0.83	0.89	1.17	1.45	2.75
	AB ^{c.***}	0.44	0.80	1.15	1.40	2.30	2.40

Ca, P, and Mg contents of tap water were 7.7ppm, 0.1ppm, and 3.2ppm, respectively.

SC : Started in cold water in stainless steel cooker

SB : Started in boiling water in stainless steel cooker

AC : Started in cold water in aluminium cooker

AB : Started in boiling water in aluminium cooker

a, b, c : Ca, P, and Mg contents of the Sagol bone stock were not significantly different among SC, SB, AC, and AB, respectively.

There were significant increases in Ca, P, and Mg during cooking time

(* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001).

때 사골뼈 500g을 넣어(이하 스테인레스 용기시 SB, 알루미늄 용기시에 AB) 각 시간별로 가열 처리했을 때 사골뼈 100g당 칼슘, 인 및 마그네슘의 함량과 시간에 따른 변화는 표 1, 그림 1과 같다. 본 실험에 사용된 수도물의 성분은 칼슘, 인 및 마그네슘이 각각 7.7 ppm, 0.1 ppm과 3.2 ppm이었다.

칼슘은 SC, SB일 경우 10시간에서 각각 13.00 mg, 12.67 mg으로 최대의 용출량을 보이고 12시간째에 일정해지는 경향인 반면에, AC, AB일 경우는 계속 증가하여 12시간에서 각각 17.03 mg, 15.34 mg으로 최대의 용출량을 나타냈다. SC, SB, AC, AB 모두 시간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 경향이 있었다(p < 0.001). 인은 SC, SB일 경우 10시간에서 각각 4.35 mg, 4.34 mg으로 최대의 용출량이 되었고 12시간에는 약간 감소하는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었으며, AC, AB일 경우 계속 증가하며 12시간에서 각각 3.10 mg, 3.65 mg으로 최대의 용출량을 나타냈다. 시간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 경향이였다

(SB ; p < 0.05, SC, AC ; p < 0.01, AB ; p < 0.001).

칼슘의 용출량은 박등⁴⁾ 보다 다소 낮은 편이고, 박⁶⁾의 결과와는 비슷한 수치이나 인의 용출량은 두 결과보다 다소 낮은 양이 용출되었다. 본 연구에서 최대의 칼슘 용출량을 보인 것은 SC, SB는 10시간에, AC, AB는 12시간이었으며, 인의 경우는 SC, SB에서는 10시간이고, AC, AB는 계속적인 증가를 보였는데 이것은 박등⁴⁾은 칼슘은 12시간에서, 인은 8시간에서 최대의 용출량이 나타나고 시간이 증가할수록 칼슘의 양은 증가하는 반면에 인은 8시간 이후로 감소한다고 하였고, 박⁶⁾의 연구에서는 칼슘, 인 모두 12시간에서 최대의 용출량을 보이고 그 이후로 유의적으로 감소한다고 하였으며, 박⁷⁾의 칼슘의 용출량은 시간이 길수록 증가되어 8시간에 비해 20시간 가열했을 때 2배나 되었고 인은 8시간에 최대의 용출량을 보이고 점차로 감소한다고 하였는 바 본 연구의 결과들과 다소 다른 경향이였다. 이것은 각 연구들이 실험재료의 구입 및 처리과정, 사골뼈 부위의 차이점, 조리할 때 쓰이는 용기들의 특성, 열원의 차이, 가

열시 불의 세기 조정, 사용되는 조리수의 차이, 첨가제의 유무, 실험실의 조건, 계절과 온도 등에 영향을 받을 것으로 생각한다. 마그네슘의 최대 용출량은 SC, SB, AC, AB 모두 12시간에서 각각 1.98 mg, 1.65 mg, 2.75 mg, 2.40mg 용출되었으며 시간이 증가함에 따라 모두 유의적으로 증가하는 경향이였다(SC, SB ; p<0.01, AC ; p<0.05, AB ; p<0.001). 이것은 박⁷⁾의 마그네슘은 가열시간이 길어져도 양적인 차이는 거의 없고 절대량도 2 mg이하라고 한 결과와 비슷하다.

칼슘, 인 및 마그네슘 모두 스테인레스 스틸과 알루미늄 용기에 따른 용출량은 유의적인 차이는 없었으며, 사골뼈를 찬 물에 넣을 때와 끓는 물에 넣었을 때의 용출량도 유의적인 차이는 없었으나, 칼슘은 찬물에서부터 끓일 때, 인은 끓는 물에서부터 끓일 때 다소 용출량이 많았으며 마그네슘은 뚜렷한 경향이 없었다. 그러나 삼중바닥인 스테인레스 스틸 용기는 일반 가정식으로 사골뼈를 끓일 때 증발량이 많아서 먹을 수 있는 양이 알루미늄 용기보다 유의하게 적었다.

2. 사골뼈의 무기질 성분 용출률 및 각 무기질과의 상관관계

사골뼈 자체의 칼슘, 인과 마그네슘의 함량은 100 g당 각각 37.61 g, 658.92 mg, 269.67 mg이며, 이 총량에 대한 사골뼈 용출액중 용출된 칼슘, 인과 마그네슘의 비율

은 표 2에, 용출된 각 무기질간의 상관관계는 그림 2에 나타났다.

사골뼈의 칼슘 용출률은 0.02~0.05%, 인의 용출률은 0.2~0.7%, 마그네슘은 0.1~1.0% 정도로 낮은 편이어서 용출량을 증가시키기 위한 새로운 방법이 모색되어야 할 것이다. 박⁴⁾은 칼슘, 인의 용출률은 0.2% 이하라고 했고, 박⁵⁾은 사골 용출액 중의 칼슘과 인의 양을 증가시키기 위해 0.1% 초산을 첨가했을 때 유의적인 증가량을 보인다고 했으나 0.1%의 초산은 신맛으로 인해 맛의 변화가 우려된다고 했으며, 알칼리 용액에서는 유의적인 증가를 보이지 않았다고 하였으며, 박⁶⁾의 연구에서는 사골뼈의 칼슘 용출률은 0.01~0.04%, 인은 0.3~1.5%로 저조한 편이나 0.05%의 초산 용액을 첨가했을 때 약 3배의 증가율을 보였고, 압력솥을 사용했을 때도 증가되었지만 역시 용출률이 저조하며 무기질의 충분한 이용이라 볼 수 없다고 하였다. 박⁷⁾은 신선한 뼈에는 약 18 mg/150 g의 칼슘이 있다는 Swenson⁹⁾의 결과를 인용하여 계속 증가되는 20시간 쯤 사골뼈의 칼슘 용출률은 0.29%, 마그네슘의 용출률은 0.24%로 매우 낮은 편이라 하였다. 이처럼 칼슘의 용출률이 낮은 것은 골격내의 칼슘이 비교적 안정되고 치밀한 결정상태인 hydroxyapatite로 존재하기 때문으로 생각된다.

사골뼈의 무기질 총량에 대한 용출액 중 무기질의 비

Table 2. Extracting rate of calcium, phosphorus, and magnesium in Sagol bone stock at various cooking time

		cooking time (hour)					
		2	4	6	8	10	12
Ca	SC	29.57 ¹	29.91	30.58	33.56	34.83	34.57
	SB	28.41	29.59	30.10	31.64	34.30	33.69
	AC	31.62	32.12	32.87	36.11	39.86	45.28
	AB	27.92	28.82	29.94	33.53	38.45	40.79
P	SC	0.21 ²	0.29	0.48	0.58	0.67	0.66
	SB	0.22	0.49	0.57	0.67	0.69	0.67
	AC	0.24	0.34	0.37	0.40	0.42	0.47
	AB	0.28	0.38	0.39	0.46	0.49	0.55
Mg	SC	0.26 ²	0.28	0.32	0.53	0.54	0.73
	SB	0.13	0.14	0.15	0.30	0.41	0.61
	AC	0.22	0.31	0.33	0.43	0.54	1.02
	AB	0.16	0.30	0.43	0.52	0.85	0.89

Values within a column indicated extracting rate of minerals in Sagol bone.

1. Ca : mg% (w / w)

2. P, Mg : % (w / w)

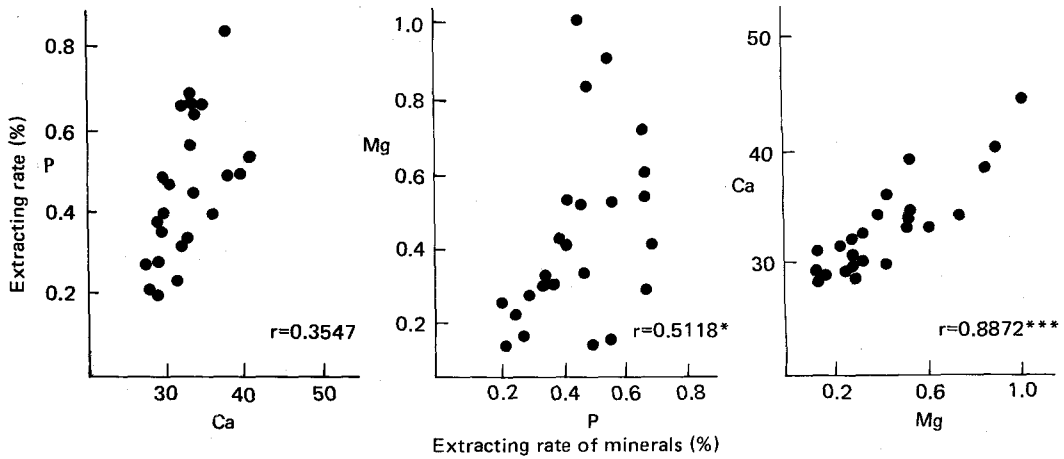


Fig. 2. Correlation among extracting rate of minerals in Sagol bone stock at various cooking time.
 * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

올인 용출률은 그림 2에서 보는 바와 같이 각 무기질간의 상관성을 나타냈는데, 칼슘과 마그네슘의 상관성은 $r=0.8872$ ($p < 0.001$)로써 유의적인 상관관계를 보여 칼슘이 많이 용출될수록 마그네슘도 많이 용출되는 것으로 보이며, 인과 마그네슘간의 상관계수 $r=0.5118$ ($p < 0.05$)로써 유의적인 상관성을 보였다.

이상에서 보는 바와 같이 일반 가정에서 보편적으로 이용되는 가정 조리법으로 사골뼈를 조리하여 무기질을 분석한 결과, 삼중바닥의 스테인레스 스틸과 알루미늄 용기를 사용했을 때 용출량의 유의적인 차이점은 없으나 스테인레스 스틸 용기를 사용하여 12시간 가열시 남아있는 용출액의 양이 적어 먹을 수 있는 양이 적었으며, 찬물과 끓는 물에서 사골뼈를 조리하는 것이 유의적인 차이점은 없으나 찬물에서부터 조리하는 것이 칼슘의 용출량이 약간 많았다. 우리나라는 인의 섭취량이 칼슘에 비하여 너무 높으므로 칼슘의 용출량을 용출시키는 것이 더 주된 관심사이다. 따라서 유의한 차이가 없을 경우 일반 가정에서는 알루미늄 용기를 사용하여 찬물에서 부터 끓이는 것이 효과적이라 생각한다.

사골뼈는 칼슘과 인의 좋은 급원이긴 하나 무기성분의 용출률이 낮다. 압력솥과 산, 알칼리를 처리하여 용출량을 증가시킨 연구 결과는 있으나 맛의 변화, 경제성 등을 고려함은 물론 용출률을 증가시킬 수 있는 최적 조건을 결정하는 데는 앞서서도 논했듯이 여러 가지 제한점과 인자들을 고려하여 더 많이 연구되어야 할 과제이다.

IV. 요약 및 결론

사골뼈를 일반 가정에서 보편적으로 이용되고 있는 조리법을 이용하여 용출액중의 무기성분을 분석하는데 있어서 스테인레스 스틸과 알루미늄 용기의 사용에 따른 차이와, 사골뼈를 찬물 혹은 끓는 물부터 넣어 시작할 때의 차이를 비교하며 시간에 따른 용출량의 변화 및 각 성분간의 용출률에 대한 상관관계를 검토한 결과는 다음과 같다.

1) 사골뼈 100g당 칼슘의 용출량은 스테인레스 스틸과 알루미늄 용기간에 유의한 차이점은 없으나, 찬물에서부터 조리한 것이 약간 높았으며, 국물의 이용률을 고려해볼 때 알루미늄 용기를 이용한 경우가 효과적이다. 최대의 용출량은 10시간내지 12시간 가열했을 때이다. 인과 마그네슘 용출량 또는 용기간의 유의한 차이점은 인정되지 않았으나 인은 끓는 물에서부터 조리한 것이 약간 용출량이 많았다.

2) 사골뼈 용출액중 칼슘, 인과 마그네슘의 용출량은 인이 12시간 짜에 다소 감소하는 경향이나 전체적으로 보아 시간이 증가할수록 유의적으로 증가되었다($p < 0.05 \sim 0.001$).

3) 사골뼈의 총 칼슘, 인과 마그네슘 함량에 대한 용출액 중의 각 성분의 용출률은 칼슘은 0.02~0.05%, 인은 0.2~0.7%, 마그네슘은 0.1~1.0%로 매우 낮은 편

이었으며, 칼슘과 마그네슘간의 상관관계는 $r=0.8872$ 로 유의적인 상관성을 보였다.

이상의 결과는 일반 가정에서 사골뼈를 조리할 때는 알루미늄 용기에 12시간정도 가열하되 찬물에서부터 가열하는 것이 효과적이나 이것은 사골뼈의 부위 및 시료 준비, 불의 세기, 주변상황에 따라 다소 변할 수 있는 제한점이 있다. 용출량을 증가시키기 위해서는 압력솥과 산을 처리하여 증가시킨 기존의 연구 결과와 더불어 새로운 조리법의 개발과 사골을 오랜 시간 끓이고 난 후 건져내어 버리는 뼈를 영양성분강화용으로 이용할 수 있는 방법의 모색이 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Shils, M.D. and Young, V.R., Modern nutrition in health and disease, 7th ed., Lea & febiger, Philadel-
phia, 142, 1988
- 2) 보건사회부, 국민영양조사보고서, 1987
- 3) 한국인건연연구원, 한국인영양권장량, 제 5차 개정, 1989
- 4) 박동연, 이연숙, 사골뼈(四骨) 용출액중의 영양성분, 한국영양식량학회지 11:47, 1982
- 5) 박동연, 이연숙, 소의 사골(四骨)中の 영양성분 용출에 대한 산, 알칼리 처리 효과, 한국영양식량학회지 12:146, 1983
- 6) 박영주, 酸 및 壓力 湯水 處理가 四骨과 돼지 무릎뼈의 營養成分 溶出量 變化에 미치는 影響, 서울대학교 석사학위논문, 1984
- 7) 박동연, 사골 용출액중의 무기질, 총질소, 아미노산의 함량변화, 한국영양학회지 15:243, 1986
- 8) Official methods of analysis of the AOAC, 15th ed., AOAC Inc, 1990
- 9) 정동효, 최신 식품분석법, 삼중당, 147, 1985
- 10) Swenson, M.J., Duke's physiology of domestic animals, 9th ed., Cornell Univ. Press Ithaca. 1977