

마그네슘 및 칼슘이 혈청콜레스테롤 농도 저하에 미치는 영향(II)

南 賢 根

光州保健專門大學 營養食品學科

Influence of Magnesium and Calcium on the Serum Cholesterol Level Lowering (II)

Nam, Hyun-Keun

Dept. of Food and Nutrition, Gwang Ju Health Junior College

(Received July 5, 1985)

ABSTRACT

The effects of dietary magnesium, calcium on the serum cholesterol concentration in rabbit was studied for a period of 21 days using isocalorids and isonitrogenous basal diet. It is investigated that the serum cholesterol level lowering by feeding with calcium, magnesium, sesame oil and perilla oil, did not appeared but perilla oil and magnesium feeding group appeared a little bit lowering.

There was no effect for the total protein, but there was some sort of effect for albumin and globulin. Particularly, alpa-globulin was increased by calcium, magnesium, sesame oil and perilla oil feeding groups. The esterified cholesterol was increased at the magnesium and perilla oil diet group.

It is also, investigated that there is almost no effect for the electrolytes concentration and transport phenomena in the cell through magnesium, calcium, sesarne oil and perilla oil diet groups.

I. 서 론

혈액중에 콜레스테롤의 농도가 증가하면 성인병을 유발할 수 있다는 것은 일반적으로 받아들여지고 있다. 그러므로 콜레스테롤의 함량을 감소시킬 수 있는 인자들에 관하여 연구 보고되고 있다¹⁻⁵⁾.

특히 지방질 중에서도 포화지방산은 콜레스테롤의 함량을 증가시키고 불포화지방산은 콜레스테롤의 함량을 감소시킨다고 보고된 바 있다⁶⁻¹²⁾.

한편 지방산과 단백질의 상호작용, 리포단백질의 농도와 깊은 관계가 있음도 알려졌으나 지방과 마그네슘 칼슘이 어떠한 영향을 주는가를 조사하려고 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험동물

생후 30일 된 Newzealand산 토끼를 구입하여 Table 1에 나타낸 바와 같은 기본식으로 환경에 적응시키고, 4주간 동안 Table 2에 의하여 사육하였다. 동물은 자유로 먹을 수 있도록 하였고 사료는 하루에 3번 즉 오전 8시, 정오, 오후 6시에 급여하였다. 체중은 1주일에 한 번씩 측정하였으며 2마리를 한 실험군으로 하였다.

2. 첨가금속과 기름

기본식이에 첨가된 기름은 참깨기름과 들깨기름을

Table 1. The basal diet composition for rabbit (%)

Food	Ingra-dient	Protein	Fat	Carbo-hydrates
Corn	25	54.44	32.24	13.24
Wheat	20	71.78	6.89	21.33
Wheat bran	15	68.54	20.04	11.42
Soy-meal	25	57.06	30.41	12.54
Soy-rind	10	86.63	2.75	10.62
Repseed rind	5	72.39	4.73	22.88
Total	100	68.47	16.18	15.35

Vitamin: one tablet daily (Vit. A: 5,000usp, Vit. C: 60mg, Vit. D: 400usp, Vit. E: 5 IU, Niacin: 20mg, Vit. B-1: 2mg, Vit. B-2: 2.5mg, Vit. B-12: 3mg.

Table 2. The experimental diet composition for rabbit

Group	Basal diet	Oil	Mg(II)	Ca(II)
Control	B, D, only			
T-11	B, D,	S, O,		
T-12	B, D,	P, O,		
T-13	B, D,	S, O,	Mg	
T-14	B, D,	P, O,	Mg	
T-15	B, D,	S, O,		Ca
T-16	B, D,	P, O,		Ca

구입하여 GLC에 의하여 분석하여 사용하였고, 기본식이량의 10% 해당량을 급여하였고, 금속은 염화마그네슘, 염화칼슘을 물에 용해시켜 1ml가 2meq 되도록 만들어 사용하였다.

3. 혈액분석

실험식이 끝난 다음 하루동안 금식시킨 다음 목동맥을 절단하여 혈액을 채취하여 응고시킨 다음 원심분리하여 혈청을 분리하여 4°C에서 보관하면서 실험을 하였다.

혈청단백질은 전기영동법¹³⁾ 콜레스테롤은 Schoenheimer-Sperry법¹⁴⁾ 트리글리세리드는 Carlson-Wardestorm법¹⁵⁾ Glucose는 Somogy법으로¹⁶⁾ 정량하였다. 전해질은 형광광도법¹⁷⁾으로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 체중증가

실험기간에 체중증가량을 알기 위하여 1주안에 1

Table 3. Body weight of rabbit during experimental feeding

Group	Initial	1st week	2nd week	3rd week	Liver
Control	400±10	500±15	600±10	700±12	48.5±5
T-10	390±13	470±5	550±9	635±8	49.2±3
T-11	375±5	455±10	575±11	655±9	46.5±5
T-12	400±7	500±7	610±10	715±9	50.2±3
T-13	400±5	490±8	605±12	710±10	51.5±4
T-14	415±7	500±10	595±7	740±10	53.4±4
T-15	410±10	519±8	605±9	770±12	53.8±3

Table 4. The concentration of cholesterol in serum(%)

Group	Total cho- lesterol	Free cho- lesterol	Ester cho- lesterol	Ester %
Control	96.6	42.7	53.9	58
T-11	112.6	59.3	53.3	47
T-12	105.5	53.8	51.7	49
T-13	100.5	40.2	60.3	60
T-14	98.6	34.5	64.1	65
T-15	120.4	63.9	56.5	47
T-16	110.5	58.3	52.2	47

회 체중을 측정하였다. 그 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다.

Table 3에서와 같이 대조군에 있어서는 평균 112.5 g 증가를 보였는데 실험군(T-11, 12, 13, 14)에 있어서는 대조군의 증가량보다 낮았고 실험군(T-15, 16)은 다소 높았다.

기본식이에 기름을 첨가급여 하였을 때 참깨기름을 급여한 것보다 들깨기름을 급여한 실험군이 다소 증가하였다.

그리고 마그네슘 첨가군 보다는 칼슘 첨가군에서 체중이 더 증가하였으며 참기름이나 들깨기름이 마그네슘과 작용하여 체중증가를 유도하는 것보다 칼슘과 작용하여 체중증가를 가져온다고 생각된다.

2. 콜레스테롤

실험식이 끝난 다음 혈액을 채혈하고 혈청을 분리한 다음 콜레스테롤을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4에서 알 수 있는 바와 같이 대조군의 총 콜레스테롤은 96.6mg%이었는데 모든 실험군의 콜레스테롤의 농도는 대조군보다 높게 나타났다. 그러나 참기름과 들깨기름을 첨가하면 금속인 마그네슘을

급여한 실험군의 콜레스테롤이 칼슘을 첨가 급여한 실험군의 콜레스테롤 농도보다 더 낮은 값을 보였으며 같은 급속에도 첨가기를 급여한 군의 콜레스테롤의 농도가 들깨기름을 첨가 급여한 군의 농도가 더 낮게 나타났다.

그런데 유리상태의 콜레스테롤의 경우는 기름을 첨가 급여한 실험군과 칼슘과 기름을 첨가 급여한 실험군이 별 차이가 없었으나 마그네슘과 기름을 첨가한 실험군에 있어서는 현저하게 감소되었으며 특히 T-14군은 34.5mg%를 나타냈다. 한편 에스테르 상태의 콜레스테롤은 T-13, 14 실험군이 60%, 65%로 상당히 높았고 다른 실험군은 47%에 불과하였다. 이는 콜레스테롤의 에스테르화 반응에 칼슘보다는 마그네슘이 더 효과적인 작용을 하는 것으로 생각된다. 그런데 기름을 첨가하지 않고 마그네슘 또는 칼슘을 첨가하면 칼슘을 첨가한 실험군의 에스테르형의 콜레스테롤이 많아졌으나 기름을 첨가하여 주면 오히려 마그네슘 첨가 실험군의 에스테르형이 많아졌음을 알 수 있다. 이는 칼슘은 지방산과 유리콜레스테롤 사이의 에스테르화 반응에 억제작용을 하는 것으로 생각된다.

3. 혈청단백질

실험식으로 사육한 다음 체형하여 옹고시켜 혈청을 분리하여 전기영동법으로 분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. The protein fraction of rabbit serum(%)

Group	T-protein	Alb-min	α -globulin	β -globulin	α/β	A/G
Control	5.7	4.19	0.69	0.45	1.5	2.7
T-11	5.6	3.47	1.06	0.53	2.0	1.6
T-12	5.9	3.73	1.16	0.50	2.3	1.7
T-13	5.4	3.65	0.74	0.40	1.9	2.1
T-14	5.8	3.36	0.71	0.30	2.4	1.4
T-15	5.6	4.21	0.48	0.38	1.3	3.0
T-16	5.4	3.97	0.60	0.32	1.9	2.8

Table 5에서 알 수 있는 바와 같이 총 단백질에 있어서는 대조군이 5.78%인데 모든 실험군에 있어서 큰 차이가 없지만 T-13, 15, 16 실험군은 대조군의 값보다 낮게 나타났으나 알부민의 경우는 대조군에 있어서는 4.19 이었고, T-15군만이 4.21로 높게 나타났고 다른 실험군에 있어서는 대조군의 값보다 낮게 나타났다. 그리고 알부민과 글로부린의 비(A/G)를 보면 대조군이 2.7 이었고 T-15군의 A/G는 3.0을

보였고 다른 실험군에 있어서는 대조군의 값보다 낮게 나타났는데 A/G의 값이 1.5~2.0 범위에 있었으나 칼슘과 기름을 첨가한 실험군인 T-15, 16에서 상당히 큰 변이를 보였는데 이는 글로부린에 비하여 알부민의 농도가 큰 것을 보인 것이다. 그러나 마그네슘과 기름을 첨가한 실험군에 있어서는 알부민과 글로부린의 함량비가 정상적이었다.

한편 알파 글로부린($\alpha_1+\alpha_2$)과 베타 글로부린과의 비율 보면 대조군에 있어서는 1.5 이었고, 칼슘을 첨가한 실험군에 있어서는 2.0, 들깨기름을 첨가한 실험군에서는 2.3을 보였고, 마그네슘과 기름을 첨가한 실험군과 칼슘과 기름을 첨가한 실험군을 보면 들깨기름을 첨가한 실험군의 알파 글로부린이 칼슘을 첨가한 실험군에 있어서 보다 많아졌음을 알 수가 있으며 α/β 의 값이 크면 클수록 콜레스테롤의 농도는 감소되었음을 알 수 있다. 필자는 전보문에서 급속만을 첨가 급여하여 칼슘이 알부민의 농도를 증가시키는데 관여하고, 마그네슘 첨가군에 있어서는 알부민의 생성이 칼슘의 것보다는 저하되었다.

이는 기름의 혼합첨가로 혈청 단백질의 구성 글로부린과 알부민의 생합성에 관여되는 영상이 상이하였다. 즉 알부민이 감소되면 글로부린이 증가하고, 알부민이 증가되면 글로부린이 감소되는데 들깨기름과 마그네슘을 첨가한 실험군에 있어서 α/β 나 A/G가 가장 좋았음을 알 수 있었다.

4. 전해질

혈청의 전해질의 분포를 조사한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. The concentration of electrolytes in rabbit serum

Group	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺	K ⁺	Na/K
Control	142	4.7	14.5	110	1.3-3.1
T-11	141	4.2	14.3	120	1.2-3.4
T-12	142	4.2	14.5	121	1.2-3.5
T-13	140	4.1	15.0	106	1.3-3.7
T-14	140	4.1	15.1	106	1.3-3.7
T-15	143	4.3	14.8	122	1.2-3.4
T-16	145	4.4	15.2	125	1.2-3.5

Table 6에서 알 수 있는 바와 같이 대조군의 Na⁺와 K⁺는 각각 142meq/l, 4.7 meq/l 이었는데 모든 실험군에 있어서 큰 변화가 보이지 않았으나 마그네슘과 기름을 첨가 급여한 실험군에서 전해질이 다소 낮은 값을 보였다. 즉 기름과 마그네슘 또는 칼슘을

첨가 급여하여도 세포의 전해질의 분포에는 별영향이 없는 것으로 생각된다.

IV. 결 론

토끼의 혈중 콜레스테롤의 농도를 감소시키는데 마그네슘과 칼슘이 관여되는데 식용유인 참기름과 들깨기름을 첨가 급여하여 단백질과 전해질의 분포에 미치는 영향을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 참기름과 마그네슘을 첨가한 실험군보다는 들깨기름과 마그네슘을 첨가한 실험군의 총 콜레스테롤이 더 낮았고, 유리 상태의 콜레스테롤은 감소되었으며 에스테르상태의 콜레스테롤은 증가되었다.

2. 혈청 단백질에 있어서는 기름과 마그네슘을 첨가한 실험군의 알부민이 기름과 칼슘을 첨가한 실험군의 알부민 농도보다 낮았으며 베타 글로부린의 양은 감소되었다.

3. 글로부린의 콜레스테롤 농도 지시 계수는 들깨기름을 첨가 급여한 실험군이 높게 나타나 콜레스테롤의 농도가 저하되었음을 나타냈다.

4. 전해질의 이동과 분포상태는 참기름과 들깨기름을 첨가하여도 큰 변이는 없었다.

문 헌

- Bloor, W.R. and A. Knudson, *J. Biol. Chem.*, 29:7 (1917).
- Greon, J., B.K. Tiong, C.E. Kammings and A.E. Willarbrands *Voeding* 13:556 (1952).
- Ahrens, E.H. Jr., J. Hirsch, W. Insull, Jr., T. T. Tsaltas, R. Bloostand and M.L. Peterson, *Lancet* 1:943 (1957).
- Lambert, G.F., J.P. Miller, R. T. Olsen and D.V. Frost *Proc. Soc. Exp. Biol.* (N.Y.) 97: 544 (1958).
- Steiner, A., A. Varsos and P. Samuel, *Circulate Res.*, 7:448 (1959).
- Wigard, G., *Acta. Med. Scand.*, 166(supply) 357 (1960).
- Nam, H.K. and Y.O. Lee, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 12:77 (1980).
- Gordon, R.S., *J. Clin. Invest.*, 33:477 (1954).
- Nam, H.K. and Y.T. Chung, *J. Gwangju Jr. Health Coll.*, 5:41 (1980).
- George L. Curran, *J. Biol. Chem.*, 210:765 (1954).
- Neal, J.B. and Neal, M., *Arch. Pathol.*, 73:400 (1962).
- Tadayyon, B. and L. Lutawak, *J. Nutr.*, 97:246 (1969).
- Henry, R.J., *Clinical Chemistry*, p. 211-225. Harper and Row, New York, N.Y. (1965).
- Sperry, W.M., *J. Biol. Chem.*, 150:315 (1943)
- Henry, R.J., *Clinical Chemistry*, p. 866-870. Harper and Row, New York, N.Y. (1965).
- Brown, D.E., *Am. J. Clin. Pathol.*, 26:807 (1956).
- Chung, Y.T. and H.K. Nam, *Korean J. Nutr. & Food*, 11:27 (1982).
- Kratzen, F.H. and E. Chavez, *Exp. Biol. Med.*, 161:579 (1979).
- Woo award, D.L. and Read, D.J., *Am. J. Physiol.*, 217:1477 (1969).