

마그네슘, 칼슘이 혈청콜레스테롤 농도의 저하에 미치는 영향 (I)

치과기공과 남 현 근
교 수
부 리 정 영 태
교 수

I. 서 론

혈액중에 콜레스테롤이 함유 되어 있음이 알려지면서 혈중농도의 많고 적음에 따라 여러 가지 질병이 일어날 수 있다고 보고될 뿐만 아니라 특히 성인병과는 불가분의 관계가 있다. 그러므로 콜레스테롤의 혈중농도를 증감시키는 인자들에 관하여 많은 연구가 진행되어 지고 있으나 인체의 필수 금속에 관하여는 별로 연구되고 있지 않은 형편이다.^{1~12)}

이에 필자는 마그네슘이나 칼슘등이 콜레스테롤의 혈중농도에 영향을 줄 수 있는 것으로 사료되어 혈청콜레스테롤의 혈중농도를 증감시킬 수 있는지를 조사하며, 이들이 체내 세포의 전해질의 분포상태에 영향을 주는지도 아울러 조사하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험동물

생후 3개월된 Newzealand산 백색토끼를 구입하여 Table 1에 나타낸것과 같은 기본식이로 1주간 사육하였다. 그리고 Table 2에 따라서 3주간 사육하면서 하루 3번 즉 오전 8시, 정오, 오후 6시에 사료를 급여하면서 물은 자유롭게 먹을 수 있도록 하였다.

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

Food	Ingredient	Protein	Fat	Carbohydrates
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
Repsed rind	5	72.39	4.73	22.88
Total	100	68.47	16.18	15.35

Vitamin: one tablet daily (Vit. A: 5000 usp, 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	Ca(II)	Mg(II)
Control	B. D. only		
T-1	B. D.	1 ml	0
T-2	B. D.	1	1 ml
T-3	B. D.	2	1
T-4	B. D.	3	1
T-5	B. D.	4	1
T-6	B. D.	0	1
T-7	B. D.	1	1
T-8	B. D.	1	2
T-9	B. D.	1	3
T-10	B. D.	1	4

각 실험군은 토끼 2마리를 한 실험군으로 하였으며, 1주일에 한번씩 체중을 측정하였다.

2. 금 속

기본식이에 첨가된 금속을 염화마그네슘과 염화칼슘을 물에 녹여 사용하였다. 첨가된 금속은 1ml가 1mEq가 되도록 조제하였다.

3. 혈액분석

실험식이가 끝난 다음 하루동안 금식시켜서 경동맥을 절단하여 혈액을 채취하고 실온에서 응고시켜 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 혈청은 4°C에서 보관하면서 시료로 사용하였다. 단백질은 전기영동법으로,¹³⁾ 콜레스테롤은 Schoenheimer sperry법으로,^{14, 15)} 전해질은 Flamephotometry¹⁶⁾에 의하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 체 중

실험식이 기간동안에 체중증가를 측정한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Body weight gain and liver weight for rabbit (g)

Group	Initial	1st week	2nd week	3rd week	Liver
Control	240±12	245±20	250±10	250±5	42.5±5
T-1	245±15	246±10	246±10	246±10	60.4±3
T-2	280±10	275±15	265±12	265±8	53.5±5
T-3	262±8	272±10	266±10	264±10	61.8±3
T-4	255±10	258±5	256±5	248±8	41.8±5
T-5	240±10	243±9	245±12	245±10	48.5±5
T-6	225±5	226±5	225±10	225±7	63 ±4
T-7	375±6	365±5	355±7	358±5	48.5±7
T-8	310±7	307±10	300±5	297±5	49.5±3
T-9	230±7	231±5	232±5	235±7	49.5±5
T-10	235±5	240±5	238±7	239±5	49.2±7

Table 3에서 알 수 있는바와 같이 대조군에 있어서 약 10g의 체중증가를 보였으나 다른 실험군에 있어서는 큰 변화가 없었다. 즉 실험군 T-2, 4, 6, 7, 8에서는 체중이 감소되었고, 다른 실험군 T-1, 3, 9, 10에서는 다소 증가되었다. 기본식에 칼슘 1mEq를 첨가하여 사육한 T-1에서 체중이 약간 증가하였고, 마그네슘과 칼슘이 1: 1로 하였든 T-2군, 마그네슘과 칼슘이 3: 1로 하였든 T-4군은 체중이 감소되었으나 마그네슘 1mEq를 급여한 T-1군과 마그네슘과 칼슘이 2: 1인 T-3군에 있어서 체중이 약간 증가하였다. 그리고 마그네슘과 칼슘이 1: 2인 T-8군에서 체중이 감소되었고, 마그네슘과 칼슘이 1: 3, 1: 4인 T-9, 10군에서 체중이 다소 증가하였다.

한편 간의 무게는 대조군의 무게보다 모든 실험군이 무거웠으나 T-4군만이 대조군의 무게보다 가벼웠다.

2. 혈청단백질

혈청단백질을 전기영동법에 의하여 분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. The protein fraction of rabbit serum (%)

Group	T-protein	Albumin	α -globulin	β -globulin	α/β	A/G
Control	6.1	4.37	0.73	0.42	1.7	2.5
T-1	5.9	5.03	0.46	0.20	2.3	5.8
T-2	6.5	5.02	0.72	0.38	1.9	3.4
T-3	6.4	4.85	0.63	0.33	1.9	3.1
T-4	6.3	5.0	0.53	0.37	1.4	3.9
T-5	6.2	4.86	0.55	0.36	1.9	3.6
T-6	6.5	4.58	0.95	0.39	2.5	2.4
T-7	6.2	4.56	0.86	0.39	2.2	2.8
T-8	6.0	4.34	0.83	0.34	2.4	2.6
T-9	6.0	4.36	0.83	0.32	2.6	2.6
T-10	6.2	4.43	0.92	0.35	2.6	2.5

Table 4에서 알 수 있는바와 같이 마그네슘양을 일정하게 고정시키고 칼슘의 양을 1~4까지 변화시키면서 급여 사육하였다. 대조군의 알부민은 4.37g이고 A/G=2.5이었으나 모든 실험군(T-1~5)에 있어서는 A/G=3.13~5.78범위에 분포되어 있었고 특히 T-1군은 A/G=5.78로서 알부민의 함량이 상당히 증가하였다. 이것은 칼슘만을 1mEq첨가 사육한 것으로 칼슘첨가로 알부민의 생성이 증가되는것 같다. 칼슘과 마그네슘의 함유비가 2:1일 때 A/G=3.13으로 나타났다.

한편 칼슘을 일정하게 고정시키고 마그네슘양을 1~4까지 변화시키면서 사육한 결과 Total 단백질은 별차이가 없으나 다소 낮은 편이고 알부민의 경우는 대조군의 값보다는 약간 높았으나 큰 차이가 없었고 A/G=2.39~2.78범위에 분포되었다. 즉 A/G, 알부민의 함량은 칼슘을 많이 급여한 실험군이 마그네슘을 많이 급여한 실험군보다 높은 값을 보여 주

었다.

한편 글로부린에 있어서는 알파글로부린과 베타글로부린을 비교하여 보면 Table 4에서 보는데로 α -globulin($\alpha_1 + \alpha_2$)/ β -globulin의 값이 대조군에 있어서 1.7이었고 모든 실험군은 1.9~2.6범위에 있었고, 실험군(T-4)에서만 1.4로 가장 낮은 값을 나타냈다.

그리고 실험군(T-6~10)에 있어서는 대조군에 있어서 보다 큰 α -globulin($\alpha_1 + \alpha_2$)/ β -globulin 값(2.2~2.6)을 보였고, 알파글로부린이 칼슘을 급여한 실험군의 값보다 높았다. 또한 알파글로부린과 베타글로부린과의 관계는 알파글로부린의 농도가 증가하면 베타글로부린의 농도가 감소되었고, 알파글로부린의 농도가 감소하면 베타글로부린의 농도는 증가하는 경향이였다. α/β 의 값이 칼슘과 마그네슘의 첨가량이 증가함에 따라서 알파글로부린의 농도는 증가하고 베타글로부린의 농도는 감소되었음을 알 수 있었다. 그리고 A/G는 α/β 의 값이 크면 적었고, α/β 의 값이 감소되면 A/G는 증가되었다.

3. 콜레스테롤

실험식이 끝난 다음 채혈하여 분리한 혈청에서 콜레스테롤을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. The concentration of cholesterol in serum (mg%)

Group	Total Cholesterol	Free Cholesterol	Ester Cholesterol	Ester %
Control	83.3	32.3	50.9	61
T-1	70.5	24.3	46.2	66
T-2	78.5	27.8	50.7	65
T-3	27.8	8.9	18.9	68
T-4	51.4	17.4	34.1	66
T-5	66.5	23.6	42.9	65
T-6	48.5	20.7	27.8	57
T-7	85.2	27.4	57.8	68
T-8	20.5	14.4	6.1	30
T-9	38.5	18.9	19.6	51
T-10	54.5	22.6	31.9	59

Table 5에서 알 수 있는바와 같이 대조군의 Total 콜레스테롤의 함량이 83.3mg%, 에스테르형이 50.9mg%, 유리형이 32.3mg%이었는데 모든 실험군의 Total 콜레스테롤의 농도는 감소되었지만 T-7군만 85.2mg%로 증가하였고, 에스테르형의 경우는 T-3군이 68%, T-4군은 66%, T-5군은 65%였는데 T-8군이 30%로서 가장 좋지 않은 결과를 보여주었다. 이는 일반적으로 혈중콜레스테롤의 에스테르형이 약 70%에 가까운것이 이상적이라고 알려져 있기 때문에 T-8군의 경우는 에스테르형이 큰 폭으로 감소되고 유리형이 굉장히 증가되었다. 그러므로 칼슘과 마그네슘의 비율 2:1~4:1의 범위안에서 사육한 것이 가장 좋은 경우가 된다고 생각된다. 그러나 마그네슘과 칼슘을 혼합하지 않고 마그네슘만을 첨가한 실험

험군(T-6)의 Total 콜레스테롤은 48.5mg%이었고, 칼슘만을 첨가한 실험군(T-1)의 Total 콜레스테롤은 70.5mg%로 칼슘만의 첨가군이 높은 함량을 보였으나 에스테르형의 콜레스테롤은 마그네슘만을 첨가할 실험군이 낮은 함량을 보여 주었다.

4. 전 해 질

실험식이 끝난뒤 채혈하여 혈청을 분리하여 Flame photometry로 분석한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. The concentration of electrolytes in rabbit (mEq/l)

Group	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺	K ⁺	Na/K
Control	143	4.9	14.6	111	1.2-2.9
T-1	141	4.2	14.3	120	1.2-3.4
T-2	141	4.3	14.5	121	1.2-3.4
T-3	141	3.9	14.5	113	1.1~3.7
T-4	142	4.8	15.2	112	1.3-3.2
T-5	146	4.7	15.5	112	1.3-3.3
T-6	142	5.1	14.1	101	1.4-2.8
T-7	142	5.1	15.0	106	1.4-2.9
T-8	139	4.1	15.5	120	1.2-3.8
T-9	141	4.5	14.8	126	1.1-3.3
T-10	141	5.0	15.2	111	1.2-3.0

Table 6에서 본바와 같이 대조군의 Na⁺, K⁺이 혈청에서는 각각 143mEq/l, 4.9MEq/l이었고, 세포내에서는 각각 14.6mEq/l, 111mEq/l을 나타냈다. 모든 실험군에 있어서는 다소 증감현상이 나타났으나 모두 정상범위에 있는 것으로 사료되어 마그네슘과 칼슘을 첨가하여 사육한 토끼의 전해질 분포는 별이상이 없었다. 그러나 전해질의 체내이동은 다소 영향이 있었다. 흰쥐에 있어서 필자는¹⁷⁾ 마그네슘의 첨가량이 증가함에 따라 전해질의 이동이 증가했으며, Kratzer¹⁸⁾는 병아리에 있어서 Na⁺이 15~18mg, K⁺이 28~37mg이라고 보고 하였고, Woodward¹⁹⁾는 토끼에서 마그네슘의 영향으로 혈장 Na⁺이 140~152mg, K⁺이 3.5~3.6mg, 근육에서 Na⁺이 14.9~16.7mg, K⁺이 110~125mg임을 보고하였는데 본 실험결과와 잘 일치되었다.

여기서 알 수 있는것은 마그네슘과 칼슘의 첨가는 Na⁺보다는 K⁺에 영향을 주는 것으로 생각되며 이는 금속의 첨가로 단백질 특히 알부민의 증가로 삼투압의 차에서 오는것 같다.

IV. 결 론

기본사료에 마그네슘과 칼슘을 첨가시켜 사육한 토끼의 혈청콜레스테롤의 농도를 감소시키는 데 따라 단백질과 전해질의 분포에 미치는 영향을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 칼슘과 마그네슘 첨가량을 변화시키면서 혈청콜레스테롤의 농도를 조사하여 대조군이 83.2mg% 이었는데 모든 실험군에 있어서 27.8~78.5mg% 범위에 있었고, 칼슘양의 첨가량을 증가시키면 에스테르형이 증가되었고, 마그네슘의 첨가로 에스테르형이 감소되었다.

2. Total-protein의 경우는 마그네슘과 칼슘의 영향이 별로 없었으나 알부민, 글로부린 특히 베타글로부린은 상당한 영향을 받아 대조군의 0.42g%보다 현저하게 감소되었다.

3. 전해질 Na^+ , K^+ , Cl^- 의 농도에는 칼슘과 마그네슘의 영향이 별로 없었으나 K^+ 의 이동에는 다소 영향을 준것으로 나타났다. 그러나 전체적인 전해질의 함량에는 별 변화가 없었다.

이상의 결과로 부터 칼슘과 마그네슘의 함량비가 2:1을 넘지 않은 범위에서 혈청콜레스테롤을 저하시키면서 다른 인자들에는 영향이 없었다.

참 고 문 헌

1. Bloor, W.R. and A. Knudson, *J. Biol. Chem.*, **29**: 7 (1917)
2. Greon, J., B.K. Tjong, C.E. Kammings and A.E. Willarbrands, *Voeding*, **13**: 556 (1952)
3. Ahrens, E.H. Jr., J.Hirsch, W. Insull, Jr., T.T. Tsaltas, R. Bloostand and M.L. Petenson, *Lancet*, **1**: 943 (1957)
4. Lambert, G.F., J.P. Miller, R.T. Olsen and D.V. Frost, *Proc. Soc. Exp. Biol. (N.Y.)*, **97**: 544 (1958)
5. Steiner, A., A. Varsos and P. Samuel, *Circulate Res.*, **7**: 448 (1959)
6. Wigard, G., *Acta. Med. Scand.*, **166** (suppl) 357 (1960)
7. Nam, H.K. and Y.O. Lee, *Korean J. Food Sci. Jechmol.*, **12**: 77 (1980)
8. Gordon, R.S., *J. Clin. Invest.*, **33**: 477 (1954)
9. Nam, H.K. and Y.T. Chung, *J. Gwangju Jr. Health Coll.*, **5**: 41 (1980)
10. George L. Gurran, *J. Biol. Chem.*, **210**: 765 (1954)
11. Neal, J.B. and Neal, M., *Arch. Pathol.*, **73**: 400 (1962)
12. Tadayyon, B. and L. Lutawak, *J. Nutr.*, **97**: 246 (1969)
13. Henry, R.J., *Clinical Chemistry*, p.211~255, Harper and Row, New York, N.Y. (1965)
14. Sperry, W.M., *J. Biol. Chem.*, **150**: 315 (1943)
15. Henry, R.J., *Clinical Chemistry*, p.866~870, Harper and Row, New York, N.Y. (1965)
16. Brown, D. E., *Am. J. Clin. Pathol.*, **26**: 807 (1965)
17. Chung, Y.T. and H.K. Nam, *Korean J. Nutr. & Food*, **11**: 27 (1982)
18. Kretzer, F.H. and E. Chavez, *Exp. Biol. Mgd.*, **161**: 573 (1979)
19. Woo dward, D.L. and Read, D.J., *Am. J. Physiol.*, **217**: 1477 (1969)

Influence of Mg^{2+} , Ca^{2+} on the Serum Cholesterol Level Lowering (I)

Hyun-keun, Nam

Dept. of Dental lab. Tech.

Young-tae, Chung

Dept. of physical Therapy

Kwangju Health Junior College

>Abstract<

The effects of dietary calcium, magnesium on the serum cholesterol concentration in rabbit was studied for a period of 21 days using isocalories and isonitrogenous basal diet. It is investigated that the serum cholesterol level lowering 10—30% by feeding with calcium and magnesium containing diet was performed.

There was no effect for the total protein, but there was some sort of effect for albumin and globulin. Particular, the beta-globulin concentration was decreased by calcium and magnesium containing diet.

It is, also, investigated that there is almost no effect for the electrolytes concentration transport and phenomena in the cell through magnesium and calcium containing diets.