

집토끼의 콜레스테롤 함량에 미치는 Mg^{2+} , Ca^{2+} 의 영향

식품영양과 교수	남	현	근
물리치료과 교수	정	영	태

I. 서 론

동맥경화현상은 혈청콜레스테롤 함량과 밀접한 관계가 있음이 알려졌다^{1~7} 특히 식물과 깊은 관계가 있다고 지적되고 있다.^{9~10} 특히 불포화지방과 포화지방이 깊이 관여하고 있다.^{11~15}

한편 혈액성분의 하나인 칼슘, 인슈린 조절기능을 가진 칼슘, 혈당의 인산화반응에 절대요소인 마구비숍등이^{16~22} 체내 콜레스테롤을 형성하는데 관계가 있지 않음은 생각된다.

그러나 여기에 관하여는 거의 연구 검토된바 없어 이에 필자는 칼슘, 마구비숍, 혈청 콜레스테롤, 간장 콜레스테롤 사이에 어떤 관계가 있는가를 연구 조사하여 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험동물

본 연구에 사용된 토끼는 전남 화순군 화순읍에서 생후 40일 경과된 Chin-Chilla종을 구입하여 사육하였다.

2. 동물 식이 방법

1980년 4월 25일 구입한 토끼는 각군 2마리씩 4개군으로 나누어 사육장의 온도를 $25 \pm 5^{\circ}C$ 로 유지하면서 환경에 적응시키기 위하여 6일동안 기본식이에 녹색사료(상치)를 섞어 먹였다. 환경에 적응된 다음 각 동물군에 기본사료 60g을 먹였다. 물은 자유로 먹을 수 있도록 하였으며 오전 7시, 12시 오후 3시, 8시로 나누어 먹였다. 실험에 사용한 기본사료는 다음 Table 1과 같다.

Table 1. Compositions of Basal Diets for Rabbit (Unit: %)

Food	Ingredient	Protein	Fat	Carbohydrates	Ash
Corn	25	7.97	3.28	1.95	1.44
Wheat	20	11.98	1.15	3.56	1.49
Wheast bran	15	28.95	14.01	5.54	12.54
Soybean meal	25	29.91	15.94	6.57	15.87
Soybean rind	10	45.47	1.45	5.57	5.67
Rapeseed rind	5	37.51	2.45	11.86	7.41

대조군: 기본식이

A군: 기본식이+milk casein

B군: 기본식이+milk casein+Mg²⁺

C군: 기본식이+milk casein+Ca²⁺

위에 나타낸 대로 기본식이 60g과 10%에 해당되는 milk casein, Mg²⁺(=2.5mg/day), Ca²⁺(=5.0mg/day)을 급여하여 5주동안 사육하였다.

3. 체중과 간장의 무게

각 실험군의 성장도를 측정하기 위하여 1주간격으로 오전 7시 사료급여전에 체중을 측정하였다. 간장의 무게는 실험기간이 끝난 다음 도살하여 간장을 적출하여 무게를 측정하였다.

4. 혈액분석

실험식이 기간이 끝난후 토끼를 절식시켜 공복시 체혈하여 혈청을 분리하고 4℃냉장고에 보관하면서 공시료로 하였다. 혈당은 Folin 및 Wu의 방법²³으로 측정하였고 콜레스테롤은 Bloor법²⁴으로 측정하였다. 그리고 혈청 칼슘과 마그네슘은 EDTA Chelatometry^{25,26}로 정량하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 체중과 성장율

각 실험군의 체중 변화는 각군의 평균값으로 나타 났으며 결과는 Table 2에 나타났다.

표에서 알 수 있는 바와 같이 최종 체중이 대조군은 950±20g, A군은 1300±20g, B군은 980±20g, C군은 1000±20g 이었고 체중증가는 대조군이 23.21g/day, A군이 28.57 g/day, B군이 24.29g/day, C군이 23.2g/day로 나타나 A군의 성장율이 가장 좋은 것으로

Table 2. Growth and Body Weight of Rabbit (Unit: gram)

Group\Week	1	2	3	4	5	Gain/day
Control	300±20	520±30	700±30	850±50	950±20	23.21
A	500±30	750±30	950±30	1100±20	1300±20	28.57
B	300±20	500±30	750±30	950±30	980±20	24.29
C	350±20	600±30	800±50	950±30	1000±20	23.21

Table 3. Final Body Weight and Liver Weight (Unit: gram)

Group\Meight	Body	Liver	Ratio
Control	950±20	30.4±5	31.7
A	1300±20	35.3±3	37.1
B	980±20	30.5±5	32.7
C	1000±20	35.4±3	28.5

나타났다.

2. 간장의 무게

실험기간이 끝난 후 도살하여 간장을 적출하여 무게를 측정된 결과는 Table 3과 같다.

3. 금속정량

토끼의 혈청 일정량을 취하여 다음과 같은 방법으로 EDTA를 사용하여 한다.

혈청시료 1ml를 정확히 취하여 증류수를 가하여 50ml로 만들고 NH₃-NH₄Cl 완충액(pH 10) 3ml, Erio T 2-3방울을 가한 다음 0.01M EDTA표준용액으로 적정하여 Mg을 정량하고 Ca은 0.01M EDTA를 과량 첨가하여 Ca-EDTA를 만들고 과량의 EDTA를 0.01MMgSO₄ 표준용액으로 적정하여 칼슘을 정량한 결과가 Table 4에 나타난다.

Table 4. Magnesium, Calcium and Glucose in Serum of Rabbit

(Unit: mg/100ml)

Group\M3-tal	Magnesium	Calcium	Ratio	Glucose
Control	5.61	16.31	2.9	70.3
A	12.16	35.67	2.9	100.5
B	8.51	29.66	3.5	96.4
C	9.73	25.65	2.7	88.5

위 표에서 보는것과 같이 마그네슘의 경우 대조군이 5.61mg%, A군이 12.16mg%, B군이 8.51mg%, C군이 9.73mg%로 나타났으며 A군이 가장 높은 값을 보여 주었고, 칼슘의 경우는 대조군이 16.31mg%, A군이 35.67mg%, B군이 29.66mg%, C군이 25.65mg%를 나타내 A군의 값이 가장 높게 나타났다. 실험군에 칼슘, 마그네슘을 첨가한 군에서는 첨가하지 않는 군보다 낮은 값을 보여 주어 아미노산 체내대사과정에 칼슘과 마그네슘이 관여하고 있음을 보여주고 있다고 사료된다.

4. 혈 당

Folin 및 Wu의 방법으로 정량한 결과는 Table 4에 표시되 있고 알 수 있는 바와 같이 대조군이 70.3mg%, A군이 100.5mg%, B군이 96.4mg%, C군이 88.5mg%로 나타나 칼슘 마그네슘 첨가군은 첨가하지 않는 군보다 혈당치가 낮음을 알 수 있다. 이런 현상은 혈당 조절 기능을 하고 있는 인슈린의 대사에 칼슘과 마그네슘이 관여하고 있음을 나타낸 것으로 사료되며 칼슘이 마그네슘보다 혈당치에 관제가 있음을 알 수 있었다.

5. 콜레스테롤

Bloor법으로 정량한 결과를 Table 5에 나타냈다.

이 표에서 볼 수 있는 바와 같이 혈청 콜레스테롤은 대조군이 71.55mg/100ml, A군이 57.5mg/100ml, B군이 73.5mg/100ml, C군이 84.3mg/100ml로 A군만이 대조군보다 낮게 나타났다. 그러나 간장 콜레스테롤의 경우는 대조군이 255.0mg/100ml, A군이 675.4mg/100ml, B군이 257.8mg/100ml, C군이 540.3mg/100ml로서 A군이 가장 높은 값을 나타냈다. 여기서 알 수 있는 바와 같이

혈청 콜레스테롤이 가장 낮은 군이 간장 콜레스테롤은 가장 높은 값을 나타내 단백질 저장 소인 간장에서 콜레스테롤의 전환이 많은것이 아닌가 사료되며 혈당으로의 전환도 관여되고 있는것 같다. 그러나 마그네슘을 첨가한 B군에서는 대조군의 값과 거의 같은데 칼슘을 첨가한 C군의 경우는 혈청콜레스테롤은 대조군에 비하여 약간 높았으나 간장의 경우는 배이상으로 상당히 증가하였음을 알 수 있었다. 이런점으로 보아 칼슘은 혈청 및 간장 콜레스테롤을 증가시키는 작용이 있고, 마그네슘은 콜레스테롤을 감소시키는 작용을 한다고 사료되어 진다.

Table 5. Total Cholesterol of Rabbit
(Unit: mg/100ml)

Group	Serum Cholesterol	Liver Cholesterol
Control	71.55	255.0
A	57.5	675.4
B	73.5	257.8
C	84.3	540.3

6. 금속이온과 콜레스테롤의 상관성

토끼의 혈청 콜레스테롤과 마그네슘, 칼슘사이에는 역상관성 Mg^{2+} ($\gamma = -0.4$, $p < 0.1$), Ca^{2+} ($\gamma = -0.5$, $p < 0.1$)을 나타냄을 알 수 있었으나 간장 콜레스테롤의 경우는 마그네슘과는 아무런 상관성이 없었고, 칼슘과는 정상관성 ($\gamma = 0.75$, $p > 0.05$)을 보여 주었다.

IV. 결 론

집토끼에 milk casein, 마그네슘, 칼슘등을 첨가시켜 일정기간 동안 일정한 조건에서 사육하여 혈청 및 간장 콜레스테롤을 측정하고, 첨가물 상호간의 상관성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 체중 증가(g/day)는 대조군, A,B,C군이 각각 23.21, 28.57, 24.29, 23.21을 나타냈고 A군의 성장율이 가장 좋았다.

2. 간장의 무게는 대조군, A,B,C군이 각각 $30.4 \pm 5g$, $35.3 \pm 3g$, $30.5 \pm 5g$, $35.4 \pm 3g$ 을 보여 주었다.

3. 혈청 콜레스테롤($mg/100ml$ serum)은 대조군, A,B,C군이 각각 71.55, 57.5, 84.3을 나타내 A군이 가장 낮은 값을 나타냈다.

4. 간장 콜레스테롤($mg/100ml$ liver fat)을 측정하여 대조군, A,B,C군이 각각 255.0, 675.4, 257.8, 540.3을 나타내 A군이 가장 높게 나타났다.

5. 혈청에 함유된 마그네슘은 대조군, A,B,C군이 각각 5.61 $mg\%$, 12.16 $mg\%$, 8.51 $mg\%$, 9.73 $mg\%$ 로 나타나 A군이 가장 높았다.

6. 혈청에 함유된 칼슘은 대조군, A,B,C군이 각각 16.31 $mg\%$, 35.67 $mg\%$, 29.66 $mg\%$, 25.65 $mg\%$ 를 나타나 A군이 가장 높은 값을 보여 주었다.

7. 혈당치($mg/100ml$ blood)는 대조군, A,B,C군이 각각 70.3, 100.5, 96.4, 88.5로 나타나 A군이 가장 높음을 알 수 있었다.

8. 상관성

혈청 콜레스테롤과 마그네슘, 칼슘사이엔 역상관성을 나타냈고, 간장 콜레스테롤과 칼슘 사이에는 정상관성이 있으나 마그네슘과는 아무런 관계가 없었다.

考 考 文 獻

1. Epstein, J.: *Atherosclerosis.*, **14**, 1 (1971)
2. Kritcherky, O and Tepper, S.A.: *Atherosclerosis.*, **17**, 225 (1973)
3. Keys, A.: *Atherosclerosis.*, **22**, 149 (1975)
4. Kritchersky, D.: *New York Acad. Sci.*, **162**, 80 (1969)
5. Keys, A.: *Circulation.*, **14**, suppl. 1, 1 (1970)

6. Kannel, E.B., Castell, W.P., Gordon, T and McNamara, P.M.: *Ann. Intern. Med.*, **74**, 1 (1971)
7. Rudel, L.L., Morchs, M.D. and Felts, J.M.: *J. Clin. Invest.*, **51**, 2686 (1972)
8. Kramasch, D.M. and Hollander, W.: *J. Clin. Invest.*, **52**, 236 (1973)
9. Ahrends, E.H. and Tsalts, T.T.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **86**, 872 (1954)
10. Lee, Y.C., Gwack, D.K. and Lee, K.Y.: *Korean J. Nutri.*, **9**, 284 (1976)
11. Nam, H.K. and Chung, Y.T.: *J. Korean Soc. Food and Nutri.*, **7**, 29 (1978)
12. Nam, H.K. and Lee, Y.O.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, **12**, 77 (1980)
13. Lee, Y.C.: *Korean J. Nutri.*, **8**, 141 (1975)
14. Suruki, S. and Oshima, S.: *Japanese J. Nutri.*, **23**, 193 (1970)
15. Hillyard, L.A., Entemmah, C. and Chaikoff, I.L.: *J. Biol. Chem.*, **194**, 79 (1955)
16. Clausen, T. and Elbrink, J.: *Biochim. Biophys. Acta*, **375**, 292 (1975)
17. Bianchi, C.P.: *J. Gen. Physiol.*, **44**, 845 (1961)
18. Kohn, P.G. and Clausen, T.: *Biochim. Biophys. Acta*, 255, 798 (1972)
19. Park, C.R., Lewis, J.B. and Exton, J.H.: *Diabetes.*, **21**, suppl. 2, pp.439 (1972)
20. Efendic, S., Alm, B. and Löw, H.: *Horm. Metab. Res.*, **2**, 287 (1970)
21. Exton J.H., Friedmann, N. and Wong, E.A.: *J. Biol. Chem.*, **247**, 3579 (1972)
22. Schimmel, R.J.: *Horm. Metab. Res.*, **8**, 195 (1976)
23. Folin, O. and Wu, H.: *J. Biol. Chem.*, **41**, 367 (1920)
24. Bloor, W.R.: *J. Biol. Chem.*, **190**, 513 (1951)
25. Kolthoff, I.M. and Stenger, V.A.: *Volumetric Analysis, vol. 2*, pp.282~331, New York, N.Y., Intersciences Publ. Inc., 1947.
26. Welcher, F.J.: *The Analytical uses of EDTA.*, chapt. 3, New York, N.Y., D. Van Nostrand Co. Inc., 1958

The Effect of Mg^{2+} , Ca^{2+} Concentrations on the Total Cholesterol Level of Rabbit.

Hyun-Keun Nam, Young-Tae Chung*

Dept. of Food & Nutrition.

Dept. of physical Therapy

Gwang-Ju Health Junior College

>Abstract<

The effect of dietary milk casein, magnesium and calcium on the total cholesterol level of Rabbit was examined using isocaloric and isonitrogenous diets. The gain in body weight, liver weight, blood sugar, magnesium and calcium in relation to cholesterol level was studied. The results are summarized as follows:

1. The gain in body weight (g/day) of Rabbit was 23.21 for control, 28.57 for A, 24.29 for B and 23.21 for C groups.
2. Liver weight (g) of Rabbit for the control, A, B and C group were 30.4, 5, 35.3, 3, 30.5, 5 and 35.4, 3, respectively.
3. Serum cholesterol levels(mg/100ml serum) of the control, A, B and C groups were 71.55, 57.5, 73.5 and 84.3, respectively.
4. Liver cholesterol levels (mg/100ml liver fats) of the control A, B and C groups were 255.0, 675.4, 257.8 and 540.3, respectively.
5. The contents of magnesium in serum for control was 5.61 mg%, for A, 12.16mg%, for B, 8.51mg% and for C groups 9.73mg%.
6. The contents of calcium in serum for control was 16.31mg%, for A, 35.67 mg%, for B, 29.66mg% and for C groups, 25.65mg%.
7. The contents of blood glucose mg/100ml blood of the control, A, B and C groups were 70.3, 100.5, 96.4, and 88.5, respectively.
8. According to the regression and correlation coefficient in blood components of Rabbit, there are negative correlation between calcium and liver cholesterol, and there are negative correlation between calcium, magnesium and serum cholesterol.