J. Fd Hyg. Safety 11(4), 243 - 259(1996)

*Aloe vera*가 콜레스테롤 및 비타민 D_2 식이로 유발한 흰쥐의 동맥경화증에 미치는 영향

이용욱[a] · 노우섭[b] · 김종규[c] · 김판기[d]

[a]서울대학교 보건대학원, [b]한국식품위생연구원, [c]계명대학교 공중보건학과, [d]용인대학교 환경보건학과

Effects of *Aloe vera* on the Cholesterol and Vitamin D_2-induced Atherosclerosis in Rats

Yong-Wook Lee[a], Woo-Sup Roh[b], Jong-Gyu Kim[c] and Pan-Gyi Kim[d]

[a]*School of Public Health, Seoul National University, Seoul, 110-046, Korea*

[b]*Korea Institute of Food Hygiene, Seoul, Korea*

[c]*Department of Public Health, Keimyung University, Taegu, Korea*

[d]*Department of Environmental Health, Yongin University, Yongin, Korea*

ABSTRACTS—This study was performed to investigate the induction of experimental atherosclerosis in rats and inhibitory effects of aloe vera on progression of atherosclerosis in rats. A dose range finding study of cholesterol and vitamin D_2 for the induction of atherosclerosis and studies on the subchronic effect of aloe vera and on the chronic effect of aloe vera were carried out. A total of 3-week old 125 male rats of Sprague-Dawley were divided into 25 groups and fed with the diet containing cholesterol (0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0 and 2.0%) and vitamin D_2 (500, 5000, 50000 and 500,000 IU/100 g) for 4 weeks. 35 male rats were divided into 7 groups and fed with the diet containing aloe vera with 1.0% of cholesterol and 50,000 IU/100 g of vitamin D_2 for 4 weeks. 200 male rats were divided into 5 groups and fed with cholesterol and vitamin D_2 for 6 and 12 months. Growth, clinical and pathological changes of rats in the three experiments were observed. The results were as follows: 1. In the dose-range finding study, feed intake, feed efficiency ratio and weight gain were significantly decreased and relative liver, heart, kidney and stomach weight to body weight were increased in all of the feed groups containing 500,000 IU/100 g of vitamin D_2. Serum biochemical values of total cholesterol, high-density lipiprotein cholesterol (HDL-cholesterol), triglyceride, calcium, inorganic phosphorous and chloride of male rats in treated groups. The aorta and coronary artery of rats in all of the diet group containing 500,000 IU/100 g of vitamin D_2 showed typical atherosclerotic lesions. 2. Male rats fed with the diet containing aloe vera with 1.0% cholesterol and 50,000 IU/100 g of vitamin D_2 for 6 and 12 months did not show significant difference of diet intake and weight gain, and relative organ weight. The level of serum HDL-cholesterol and triglyceride recovered to the normal range by the aloe vera ingestation. 3. The aorta showed irregular appearence in the tunica intima with swelling, necrosis and calcification. The aorta of rat fed aloe vera diet showed no pathological lesions such as atherosclerosis of aorta. Aloe vera could have a helpful effect of vitamin D_2 and cholesterol induced atherosclerosis in rats. Long-term supplementation of aloe vera may slow down the process of experimental atherosclerosis in rats have effects on the development of atherosclerosis.

Key words □ *Aloe vera*, Atherosolerosis, Aorta

심장계 질환의 대표적인 것으로 동맥경화증은 동맥혈관 자체의 약화나 감염으로 인한 손상, hemodynamic stress 에 의한 영향 및 lipoprotein 으로 인한 콜레스테롤의 축적 등 여러 내인적, 외인적 요인이 알려져 있다. 동맥경화증과 관련된 심장질환의 발병 원인과 치료에 여러 가지 위험요소들이 영양적, 환경적, 생활습관적 측면에서 논의되어지고 있으며 특히 식이와 관련하여 에너지, 포화지방, 탄수화물 등의 과잉 섭취, 그리고 동물성 단백질등이 동맥경화증의 발병에 영향을 미치는 요인들로서 지적되어 왔다. 특히 콜레스테롤이 동맥경화의 주요 원인 중 하나로 지목되고 있는 혈액중의 콜레스테롤의 양은 식사에 의해 흡수되는 외인성 콜레스테롤 보다도 체내에서 합성되는 내인성 콜레스테롤의 영향을 더 많이 받는 것으로 되어 있으나 식품중의 콜레스테롤 함량은 혈청 콜레스테롤의 함량을 증가시키는데 있어서 간과될 수 없는 중요한 요인임이 실험 결과들에서 밝혀지고 있다.[1] 혈중 콜레스테롤을 낮추기 위한 노력으로서 식품섭취와 관련된 연구들에서는 보리, 발효유, 양파, 마늘, 석이, 영지 등이 실험동물에서 유발된 동맥경화증의 억제에 효과가 있는 것으로 보고 하였다.[2-6]

우리나라는 근년 급격한 경제 성장에 따라 식생활 양식이 변화되면서 동물성 식품의 섭취량이 증가하고 있는 추세로 순환기계 질환이 늘어나는 것으로 추측되고 있어 보건상 문제가 되고 있다. 우리나라의 주요 사인 변화를 보면 1970년 이후의 선행 사인으로 성인병을 꼽을 수 있으며 이것은 1950년대에 세균 감염에 의한 사망이 선행 사인이었던 것과 대조가 된다.[7]

1988년 보건사회부의 성인병 및 정신질환 관리를 위한 기초 조사연구에 따르면 심맥관 질환이 인구 10만당 유병율이 정신질환에 이어 2위를 차지하고 있다.[8] 한편으로 생활수준이 향상되고 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 정규 식사외에도 건강유지 및 증진을 위하여 소위 건강보조식품을 섭취하는 경향이 나날이 증가하고 있는 상황이다. 최근 특히 증가되는 'Chemial Warfare'에 대한 우려 속에서 이러한 경향이 더욱 진행되고 있음을 알 수 있는데 이는 화학 약품류의 남용과 Thalidomide와 같은 유전성 의약품의 경험, 발암성 농약류로 인한 질환, cyclamates, nitrites, 먹는 피임약의 부작용 등을 경험하면서 점차 심화되어 현재 대중들의 'natural'에 대한 관심이 고조됨에 따라 'natural ingredients'를 포함하는 식품, 의약품, 화장품류가 인기를 끌고 있으며, 이들을 제조, 판매하는 회사들이 대형화되고 있는 추세이다.[2,9]

분명한 것은 현재 시중에서 판매되는 식물의 종자류, 양근류와 구근류 중 일부는 인간에게 효과적이고 오랜 시간을 두고 시험되어져 재인식되어질 가치를 충분히 갖고 있는 반면 그 외의 것들은 거의 가치가 없는 것으로 근래의 선호 경향과 붐을 타고 범람되고 있어 이들간의 구분과 이에 따른 규제, 인정여부가 필요하다고 본다.

지구상에는 20만종 이상의 식물이 알려져 있으나 이 중 우리가 지식을 갖고 이용할 수 있는 것은 불과 2500종 정도이며 실용할 수 있는 것은 150종 미만으로, 만약 우리가 미래에 닥치게 될 위기의 시기에 생존해 내기 위해서는 식품과 연료의 고갈, 오염 및 질병과 같은 당면 문제를 해결해 줄 수 있는 식품류에 대한 인식, 즉 'proper evaluation'이 필요하다고 하겠다.[10]

우리나라에서는 영양 등 식품으로 분류되어 왔던 식품들이 1990년부터는 건강보조식품과 특수 영양식품으로 구분되어 관리되어 오고 있다. 건강보조식품이란 건강 보조의 목적으로 특정 성분을 원료로 하거나 식품 원료에 들어 있는 특정 성분을 추출, 농축, 정제, 혼합 등의 방법으로 하여 제조된 식품을 말하며 현재 22가지가 지정되어 있고 그 대표적인 것들 중의 하나가 알로에이다.[11] 알로에에 대한 올바른 이해가 없이 맹목적으로 선호하는 경향도 없지 않다. 국민 건강 유지 및 증진의 차원에서 알로에의 효능에 대해서 정확한 정보를 제공해야할 필요성이 있으나 국내에서의 알로에에 대한 연구는 그 소비에 비해서는 미흡한 편이다. 최근 선택 작물 37개종의 범세계적 공동 연구를 통한 WHO의 aloe vera의 효력에 대한 인정은 이 'wonderful healing plant'가 전세계적으로 전파되는데 좋은 역할을 하였다.[12]

미국 등에서의 aloe vera에 대한 연구는 수세기를 걸쳐 이루어져 왔으며, 이들의 재배와 수확, 효력을 가장 효과적으로 유지시킬 수 있는 가공법에 대한 지식 역시 오랫동안 축적되어 왔으나 반면에 이들의 효력의 확장 및 이들 구조의 분해, 효력의 지속을 위한 안정화 등 복잡한 화학적 배합의 본질에 대한 인식은 그간 미흡한 편이었다.[13-15]

약 15년전 미국에서 개발된 aloe vera라고 하는, 약용 알로에의 잎에서 얻어진 백색 분말인 aloe vera liquid가 시판품으로는 처음이며 이후 의약품이나 가공 식품의 부형제, 중량제로서 이용되어 왔고 또한 화장품의 습윤제 또는 보형제로서 이용되어 왔다. 한편 최근에는 미국을 비롯하여 유럽 등에서 이 알로에의 추출물이 건강 식품소재로서 주목받게 되어 non-칼로리 식품을 주체로 알로에 분말이, 미용 건강 음료에는 알로에 베라 액체가 중심이 되어 이것을 배합한 제품이 증가하고 있다.[16,17]

본 연구는 수종의 건강보조식품 중에서 체액, 체질의 개선과 혈액 순환을 촉진시켜 신체의 전 기능을 정상화 할 수 있는 것으로 알려지고 있으며 흔히 신비의 식물이라고 불리어지고 있는 알로에의 동맥경화증에 대한 영향을 관찰하

여 보건상 문제가 되고 있는 각종 성인병의 예방을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

구체적으로는 콜레스테롤과 비타민 D_2를 급여하여 동맥경화증을 유발시킨 흰 쥐에 aloe vera를 투여하여 혈중 콜레스테롤의 농도 변화와 병리조직의 변화를 관찰하고자 한다. 즉 외인성 콜레스테롤에 대해 aloe vera를 투여한 실험동물에서 혈중 콜레스테롤 농도에 미치는 영향은 물론 조직의 병변정도와 그 회복 등을 관찰함으로써 aloe vera가 혈중 콜레스테롤 저하와 조직에 미치는 영향 등을 확고히 하고자 한다.

실험 재료 및 방법

실험재료

실험동물 — 생후 3주령의 수컷 Sprague-Dawley계 랫드를 분양받아 1주간 예비사육하여 사육환경에 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 실험기간중 물과 사료는 제한없이 먹을 수 있도록 하였다. 사육실의 환경조건은 온도 20±2°C로 유지하고, 자연채광에서 랫드용 폴리카보네이트 케이지에 넣어서 사육하였다. 사육환경에 적응된 동물은 건강한 동물만을 선발하여 실험에 이용하였다.

콜레스테롤 및 비타민 D_2의 동맥경화증 유발시험 — 생후 3주령의 동일한 조건의 동물을 이용하여 다음과 같이 군을 분리하고 4주간 양-반응관계 실험을 실시하였다.

Aloe vera의 식이중 농도 설정 시험 — 위의 실험결과를 토대로하여 설정된 콜레스테롤 및 비타민 D_2의 농도조건에 의거하여 aloe vera가 일정 비율로 함유된 사료를 제조하여 4주간 급여한 다음 희생시켜 혈액 및 장기조직을 분석하였다. 실험설계는 다음과 같다.

In-life study — 위의 실험을 토대로하여 동맥경화증을 유발하는 조건 및 aloe vera의 투여농도를 결정한 다음 식이중 aloe vera의 함유비율에 따라 저, 중간, 고농도 실험군으로 구분하여 사료를 제조하였다. 실험설계는 다음과 같으며 FDA 혹은 MOHW의 규정에 따라 각군당 기간별로 20마리씩 배치하여 실험하였으며 6개월 12개월에 각각 부검하여 혈액과 장기조직을 분석하였다. 콜레스테롤은 1.0%, aloe vera는 1, 5, 10%를, vitamin D_2는 50,000 IU/100 g를 투여하였으며, 모두 Sigma 사(USA)를 사용하였다.

Table 1. Dose-range finding study in rats of cholesterol and vitamin D_2

Cholesterol(%) / Vitamin D_2 IU/100 g	Number of male rats					
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	2.0
0	5	-	-	-	-	-
500	5	5	5	5	5	5
5,000	5	5	5	5	5	5
50,000	5	5	5	5	5	5
500,000	5	5	5	5	5	5

실험방법

식이량 및 체중측정 — 전 실험기간동안 매일 일정한 시간에 같은 저울을 사용하여 사료섭취량을 측정하였고, 매주 1회씩 동일한 요일 및 시간에 동일한 저울을 이용하여 체중을 측정하였다.

사료 효율의 산출 — 사료효율(food efficiency ratio)은 실험 기간동안 섭취한 사료의 량과 같은 기간동안의 체중증가량에 의하여 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{사료의효율} = \frac{\text{체중증가량(g)}}{\text{섭취한 사료의 량(g)}}$$

혈액 채취 및 분석 — 6개월 및 12개월이 되는날 14시간

Table 2. Experimental design by aloe vera in rats

Group	Diet	No. rats
Control	normal diet	5
Cholesterol control	1% cholesterol diet*	5
A0	1% cholesterol diet+0.1% Aloe vera diet	5
A1	1% cholesterol diet+1% Aloe vera diet	5
A2	1% cholesterol diet+2% Aloe vera diet	5
A5	1% cholesterol diet+5% Aloe vera diet	5
A10	1% cholesterol diet+10% Aloe vera diet	5

*: Include vitamin D_2 50,000 IU/100g diet.

Table 3. Experimental design for the cholesterol and vitamin D_2 induced atherosclerosis in rats

Group	Number of rats by feedig period	
	6 months	12 months
Control	20	20
Cholesterol control*	20	20
Low[1] 1%*	20	20
Medium[1] 5%*	20	20
High[1] 10%*	20	20

1): accordig to the percentage of aloe vera in diet

*: Include vitamin D_2 50,000 IU/100 g diet.

동안 절식시킨 실험동물에 마취제를 주사하여 가볍게 마취시킨 상태에서 심장천자(heart puncture)로써 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액을 냉장고에 2-3시간 방치한 후 3,000 rpm 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었으며, 생화학 자동분석기(Ciba corning, Express 550, USA)에 의해 분석하여 혈청중의 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 트리글리세라이드 농도를 측정하였다.

혈액의 무기물 성분으로서 무기인 농도를 위와 같이 측정하고 칼슘의 농도를 다음과 같이 측정하였다. 시료 일정량을 200°C의 열판에서 20분 이상 가열하여 탄화시킨 다음, 650°C의 회화로에서 완전탄화 시켰다. 탄화된 시료에 염산(1:1) 20 *ml*를 넣고 산이 모두 증발할 때까지 가열한 후, 다시 염산(1:3) 10 *ml*를 넣어 끓기 시작하면 여과지(Toyo No. 2)로 여과하고 증류수를 첨가, 50 *ml*로 정용하여 무기질 검액을 제조하고 Inductively Coupled Plasma Emission Spectro Analyzer (ICP : JY 38 plus ISA, Jobin Yvon, France)로 측정하였다.

장기채취 및 중량측정—혈액채취 후 즉시 희생시킨 실험동물에서 간, 심장, 신장, 비장, 부신등 각종 장기를 적출하여 생리식염수에 헹구어 여과지에 blotting한 후 중량을 측정하였다. 병리조직학적 검사를 위하여 10% 중성포르말린액에 고정시켰다.

병리조직학적 검사—10% 중성포르말린액으로 고정시킨 시료장기를 조직처리기에서 파라핀 포매과정을 거쳐 microtome으로 박편을 만들고 hematoxylin-eosin 염색하여 광학현미경으로 관찰하였다.

자료의 처리와 분석—본 연구의 실험분석 결과는 통계처리하여 각 측정치별 평균치와 표준오차를 계산하고, 분산분석을 한 후에 α=0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 군별 및 실험기간별 평균치간의 유의성을 검증하였다.

결 과

콜레스테롤 및 비타민 D_2의 동맥경화증 유발시험

사료중의 콜레스테롤과 비타민 D_2의 함량을 조절하여 콜레스테롤과 비타민 D_2의 복합투여에 의한 동맥경화증 유발에 미치는 정도를 평가하고, 양-반응 관계를 관찰하기 위하여 숫컷랫드에 4주간 급여하면서 사료섭취량, 성장발달, 혈청성분의 변화와 각 장기조직의 병리조직학적 변화 등을 관찰한 결과는 다음과 같다.

사료 섭취량 변화—콜레스테롤 함량을 기준으로, 모든 콜레스테롤 농도에서 비타민 $D_2$500,000 IU/100 g인 경우에 사료섭취량의 증가없이 대조군에 비하여 유의한 결과를 보였으나, 나머지 투여군에서는 대조군과 차이가 없는 증가경향을 나타냈다.

또한, 비타민 D_2의 함량을 기준으로 500,000 IU/100 g을 제외한 모든 투여군에서 콜레스테롤의 함량에 관계없이 대조군과 비교하여 유의한 차이를 보이지 않았다.

한편, 비타민 D_2 500,000 IU/100 g투여군에서는 사료섭취량의 정체와 더불어 쇠약 현상이 관찰되었으며, 이러한 경향은 숫컷 및 암컷 모두에서 나타났다.

사료효율은 대조군의 수준과 유의한 차이를 보이지 않았으나 비타민 D_2 500,000 IU/100 g투여군 중 콜레스테롤 투여군에서 사료효율이 현저히 감소하였다.

체중 및 장기중량—콜레스테롤투여를 기준으로 체중의 변화를 살펴보면 비타민 D_2 500,000 IU/100 g투여군에서만 체중증가의 감소가 나타나 대조군에 비하여 유의한 차이를 보였을 뿐 나머지군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 4. Food efficiency ratio of rats fed cholesterol and vitamin D_2 for 4 weeks

Vitamin D_2 (IU/100 g)	Cholesterol (%)	Feed efficiency ratio
0	0	0.33
500	0.1	0.32
	0.2	0.34
	0.3	0.31
	0.5	0.34
	1.0	0.33
	2.0	0.34
5,000	0.1	0.32
	0.2	0.31
	0.3	0.33
	0.5	0.34
	1.0	0.32
	2.0	0.32
50,000	0.1	0.32
	0.2	0.31
	0.3	0.30
	0.5	0.34
	1.0	0.33
	2.0	0.31
500,000	0.0	-0.11
	0.2	-0.12
	0.3	-0.13
	0.5	-0.10
	1.0	-0.14
	2.0	-014

사료중 비타민 D_2의 함량을 기준으로 살펴보면 역시 500,000 IU/100 g투여군에서 만 콜레스테롤군에서 체중증가억제 현상이 나타났으며, 나머지군에서는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 이는 콜레스테롤 보다는 비타민 D_2가 사료섭취량에 영향을 미쳐서 체중증가에 변화를 가져온다는 증거가 된다.

주요장기의 중량은 비타민 D_2 500,000 IU/100 g투여군에서 간장, 심장, 신장, 비장 및 위장의 중량이 대조군에 비하여 유의한 증가를 나타내었다($P<0.05$).

혈청중 지표성분의 변화—혈청중 간장, 신장의 변화를 파악할 수 있는 지표성분중 12개 항목을 지정하여 검사한 결과는 다음과 같다. 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 칼슘, 무기인, 염소, 글루코스, BUN, Creatinine, AST, ALT와 HDL-콜레스테롤/총 콜레스테롤 을 측정한 결과 대조군에 비하여 투여군에서 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 칼슘, 무기인 및 염소의 6개 항목에서 유의한 차이가 나타났다.

장기의 병리 · 조직학적 검사—사료중 비타민 D_2 500,000 IU/100 g군의 대동맥 벽 손상이 나타났는데 콜레스테롤의 함량에따라서 0.1%군에서는 중막에 미미한 석회침착이 나타나며 콜레스테롤의 함량이 증가하면서 변화정도가 심해져서 2.0%군에서는 조직괴사가 동반되는 석회침착이 나타났다. 관상동맥에서도 비타민 D_2 500,000 IU/100 g인 경우에만 모든 콜레스테롤군에서 중등도의 석회침착이 관찰되었다.

간장과 부신에서는 특별한 소견이 관찰되지 않았으나, 위장에서는 비타민 D_2 500,000 IU/100 g 투여군중 모든 콜레스테롤 섭취군에서 위점막 상피세포의 중등도의 괴사가 관

Table 5. Relative organ weights of male rats fed cholesterol and vitamin D_2 for 4 weeks

Vitamin D_2 (IU/100 g)	Cholesterol (%)	Organs				
		Liver	Heart	Kidney	Spleen	Stomach
0	0	3.98±0.53	0.38±0.11	0.49±0.10	0.31±0.09	0.51±0.13
500	0.1	3.92±0.76	0.39±0.10	0.47±0.13	0.32±0.05	0.49±0.13
	0.2	4.01±0.78	0.38±0.09	0.48±0.08	0.30±0.08	0.52±0.19
	0.3	3.99±0.85	0.41±0.11	0.43±0.10	0.29±0.06	0.51±0.11
	0.5	4.12±0.96	0.38±0.07	0.49±0.09	0.32±0.09	0.58±0.15
	1.0	4.27±0.71	0.36±0.06	0.45±0.12	0.31±0.08	0.48±0.11
	2.0	4.29±0.76	0.37±0.07	0.46±0.12	0.30±0.07	0.54±0.41
5,000	0.1	3.94±0.91	0.36±0.07	0.47±0.11	0.35±0.07	0.52±0.14
	0.2	3.85±0.84	0.36±0.06	0.47±0.08	0.31±0.11	0.54±0.04
	0.3	3.91±0.71	0.38±0.08	0.44±0.06	0.30±0.04	0.51±0.05
	0.5	3.94±0.41	0.37±0.08	0.47±0.05	0.32±0.07	0.50±0.07
	1.0	4.06±0.67	0.37±0.06	0.43±0.07	0.34±0.09	0.54±0.11
	2.0	4.21±0.74	0.36±0.11	0.48±0.08	0.31±0.05	0.51±0.12
50,000	0.1	3.96±0.58	0.37±0.09	0.48±0.12	0.36±0.06	0.53±0.11
	0.2	3.91±0.62	0.38±0.06	0.46±0.11	0.35±0.07	0.54±0.12
	0.3	3.88±0.74	0.39±0.05	0.47±0.09	0.36±0.07	0.52±0.11
	0.5	3.92±0.85	0.37±0.08	0.44±0.08	0.34±0.08	0.50±0.09
	1.0	4.01±0.91	0.34±0.09	0.43±0.07	0.33±0.09	0.49±0.12
	2.0	4.18±0.76	0.32±0.08	0.47±0.09	0.31±0.07	0.47±0.13
500,000	0.1	4.21±0.85	0.45±0.07	0.52±0.07	0.42±0.05	0.56±0.07
	0.2	4.32±0.76	0.47±0.07	0.57±0.09	0.45±0.06*	0.58±0.11
	0.3	4.58±0.76*	0.51±0.09*	0.60±0.11*	0.48±0.08*	0.60±0.12
	0.5	4.62±0.96*	0.52±0.11*	0.62±0.12*	0.51±0.11*	0.61±0.11
	1.0	4.75±0.95*	0.56±0.13*	0.63±0.13*	0.53±0.11*	0.63±0.14*
	2.0	4.87±0.85*	0.59±0.14*	0.65±0.14*	0.62±0.13*	0.65±0.12*

*:significantly different from control group ($p<0.05$)

Table 6. Biochemical values in serum of rats fed cholesterol and vitamin D_2 for 4 weeks

Content in serum	Vit.D_2 in feed (IU/100 g)	Cholesterol in feed (%) 0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	2.0
Total cholesterol (mg/dl)	500	45.8± 8.4	47.2± 9.4	47.6± 7.9	48.6± 8.4	50.1± 6.8	52.7± 7.2
	5,000	46.2± 7.3	49.2± 7.6	48.6± 8.2	48.9± 8.2	52.4± 7.9	53.2± 7.2
control	50,000	45.9± 6.2	43.5± 5.8	44.2± 6.9	43.8± 9.2	54.8± 9.2	61.4± 8.5*
46.2±9.1	500,000	69.4±11.2*	71.5±15.2*	79.6±14.5*	86.7±16.2*	95.2±17.2*	110.3±21.2*
HDL-cholesterol	500	25.8± 5.2	26.8±6 .2	25.4± 5.9	23.4± 4.8	27.4± 5.9	28.1± 6.1
(mg/dl)	5,000	26.8± 5.2	27.1± 6.2	25.2± 5.3	24.8± 3.6	22.2± 5.2	20.5± 6.4
control	50,000	27.5± 4.8	28.6± 7.1	27.5± 5.1	28.3± 6.9	27.5± 5.6	28.4± 6.8
28.3±4.1	500,000	44.4± 7.6*	48.9± 7.2*	48.6± 6.9*	51.2± 6.5*	52.8± 8.6*	53.8± 9.1*
HDL-chol/total	500	56.3± 6.9	56.8± 8.3	52.6± 7.2	48.1± 6.5	54.7± 6.4	53.3± 6.6
chol (%)	5,000	58.0± 6.3	55.1± 6.8	52.1± 6.3	50.7± 5.9	42.4± 6.8*	38.5± 6.8*
control	50,000	59.9± 5.7	65.7± 7.3	57.6± 7.1	64.6± 8.0	50.2± 8.7	46.3± 7.0*
61.3±8.2	500,000	64.0± 6.9	68.4± 6.5	57.9± 7.7	59.1±11.7	55.5± 8.9	48.8±15.8
Triglyceride	500	56.2± 6.5	71.5± 7.2	66.7± 6.8	69.2± 8.2	64.9± 4.9	72.6± 7.2
(mg/dl)	5,000	78.2±11.2	65 ± 9.2	72.5± 7.5	71.2± 8.2	80.5± 7.2	69.4± 6.8
control	50,000	48.8±10.2*	62.3± 7.5	70.3±10.7	81.2±12.4	69.4±10.1	71.2±11.1
68.5±5.2	500,000	66.3± 7.5	65.3± 6.1	60.7± 8.4	59.3± 9.2	54.6±10.2	61.4± 8.3
BUN	500	35.1± 3.2	35.6± 4.3	34.8± 5.1	36.2± 5.3	36.7± 5.3	35.5± 3.6
(mg/dl)	5,000	36.7± 5.3	36.1± 3.1	34.7± 3.6	35.2± 4.3	35.3± 3.6	36.1± 2.8
control	50,000	35.4± 1.8	36.7± 3.8	34.2± 2.5	34.3± 2.8	36.2± 3.7	35.7± 3.4
36.4±4.3	500,000	36.1± 3.7	35.8± 6.2	35.3± 2.7	36.4± 4.3	34.7± 2.5	34.9± 3.7
Creatinine	500	0.8± 0.21	0.9± 0.24	0.8± 0.31	0.8± 0.21	0.7± 0.31	0.8± 0.18
(g/dl)	5,000	0.9± 0.15	0.8± 0.19	0.8± 0.27	0.7± 0.34	0.9± 0.21	0.8± 0.31
control	50,000	0.8± 0.14	0.8± 0.15	0.8± 0.09	0.9± 0.21	0.7± 0.34	0.8± 0.09
0.8±0.26	500,000	0.9± 0.12	0.7± 0.18	0.9± 0.24	0.8± 0.17	0.8± 0.09	0.9± 0.23
Ca	500	10.1± 0.9	9.8± 0.4	8.9± 1.3	9.4± 0.9	8.7± 0.7	8.4± 1.1
(mg/dl)	5,000	9.7± 0.8	10.2± 1.2	9.8± 0.8	10.4± 0.8	9.2± 1.1	9.6± 0.9
control	50,000	10.4± 1.4	10.1± 1.7	9.6± 0.7	9.7± 0.9	9.4± 0.8	9.5± 0.7
9.5±0.6	500,000	11.7± 1.5	12.4± 1.5	11.4± 0.9	12.1± 0.8	11.8± 0.9	12.1± 0.7
Chloride	500	119 ±10.4	116 ± 9.7	111 ± 8.9	125 ±12.1	17 ± 9.7	111 ± 7.6
(meq/dl)	5,000	110 ± 7.6	107 ± 7.5	120 ±10.4	118 ± 5.6	121 ±11.4	114 ± 6.8
control	50,000	121 ±12.4	115 ± 6.7	121 ± 8.4	116 ± 7.5	120 ± 7.4	119 ± 6.7
114±4.1	500,000	109 ± 5.9	124 ±14.2	118 ± 7.5	108 ± 7.8	116 ± 9.2	117 ± 7.7
Phosphorus	500	8.4± 1.2	8.2±1.1	8.0± 1.4	7.9± 0.9*	7.6± 0.8*	7.1± 1.4*
(mg/dl)	5,000	8.6± 1.7	8.9± 0.9	9.1± 0.7	9.6± 0.7	9.5± 0.9	9.8± 1.3
control	50,000	7.6± 2.4	7.9± 1.7	8.5± 1.4	8.7± 0.9	9.3± 0.7	9.7± 1.1
9.4±0.9	500,000	7.8± 0.9*	8.4± 2.1	7.6± 0.7*	7.9± 1.1	7.3± 0.8*	7.1± 0.9*
ALT	500	47.2± 7.1	43.1± 6.9	39.4±11.2	52.1±12.1	49.8± 7.2	46.2± 5.4
(U/L)	5,000	51.3± 6.9	45.4± 7.3	38.6±12.4	39.6±13.5	47.6± 6.2	51.3±10.8
control	50,000	43.4± 6.5	37.4±15.2	49.4± 6.4	51.1± 8.4	52.1±13.4	43.3± 6.9
45.2±6.8	500,000	47.2± 6.8	52.3±11.4	50.2± 7.5	44.5± 6.9	41.4± 7.7	47.3± 7.4

Table 6. (continued)

Content in serum	Vit.D_2 in feed (IU/100 g)	Cholesterol in feed (%)					
		0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	2.0
AST	500	103.2±16.2	95.4±11.5	124.3±25.4	119.2±13.1	107.4±10.1	96.2±9.4
(U/L)	5,000	89.2±18.2	111.1±12.4	109.4±11.9	96.2±21.2	92.2±6.9	104.7±10.2
control	50,000	116.3±15.4	103.6±7.4	99.4±6.7	103.1±10.8	97.3±7.4	105.3±8.7
98.9±12.5	500,000	97.4±9.5	92.3±6.4	112.3±15.1	121.3±23.4	109.4±6.9	96.2±13.4
Glucose	500	164.2±16.7	173.4±22.3	156.3±16.4	149.2±21.5	183.3±21.4	162.1±18.4
(mg/dl)	5,000	156.2±17.5	166.4±15.9	168.1±15.2	151.4±6.9	192.1±33.2	188.2±21.5
control	50,000	167.3±16.2	152.3±11.5	149.4±19.5	176.5±11.8	182.5±23.6	179.1±23.7
155.2±16.4	500,000	169.7±10.5	178.3±12.4	173.4±25.2	183.1±23.1	181.3±24.3	188.8±21.5

찰되었다. 신장에서는 비타민 D_2 500,000 IU/100 g투여군 중 콜레스테롤 0.5%이상 함유군에서 수질의 세뇨관에 경도의 석회침착이 관찰되었으며, 2.0%인 경우 심한 석회화가 관찰되었다.

동맥경화증 유발 시험 결론—동맥경화증 유발을 위하여 콜레스테롤과 비타민 D_2를 복합투여하여 얻은 결과를 살펴보면 다음과 같다.

① 콜레스테롤 투여와 비타민 D_2 500,000 IU/100 g복합투여에 의해 사료섭취량이 감소하였으며, 이로 인하여 체중증가의 억제와 함께 쇠약 현상이 관찰되었다.

② 비타민 D_2 500,000 IU/100 g투여군에서 간장, 신장, 심장, 비장 및 위장의 중량이 대조군에 비하여 유의한 증가를 보였다($P<0.05$).

③ 콜레스테롤 투여와 함께 비타민 D_2 500,000 IU/100 g을 투여한 군에서 대조군 수준에 비하여 총 콜레스테롤, HD_2-콜레스테롤, 중성지방, 칼슘, 무기인 및 염소의 6개 항목에서 유의한 차이를 보였다.

④ 콜레스테롤 투여와 함께 비타민 D_2 500,000 IU/100 g 투여군에서 대동맥, 관상동맥, 신장에서 석회침착이 콜레스테롤용량 의존적으로 관찰되었으며 위장에서는 위점막 상피세포의 괴사가 인정되었다.

위의 실험결과를 살펴보면 4주간의 투여 실험에서 동맥경화증 유발은 비타민 D_2 500,000 IU/100 g이 우선적 고려용량으로 나타났다. 그러나, 본 실험의 투여기간이 4주간보다 만성인 6개월 12개월인 점을 고려하면 관상동맥에서 석회침착이 인정되는 최소투여량(콜레스테롤 1.0%, 비타민 D_2 50,000 IU/100 g)이 설정됨이 타당할 것으로 사료된다.

Aloe vera의 식이중 농도 설정 시험

동맥경화증 유발시험 결과를 토대로 하여 설정된 콜레스테롤 1% 및 미타민 D_2 50,000 IU/100 g의 조건에 의거하여 aloe vera가 일정 비율로 함유된 사료를 제조하여 4주간 급여한 다음 부검하여 혈액 및 장기조직을 분석한 결과는 다음과 같다.

Table 7. Food efficiency ratio of rats fed cholesterol vitamin D_2 and aloe vera for 4 weeks

Cholesterol (%)	Vitamin D_2 (IU/100 g)	Aloe vera (%)	Feed eficiency ratio
0	0	0	0.32
1.0	50,000	0	0.32
1.0	50,000	0.1	0.32
1.0	50,000	1.0	0.33
1.0	50,000	2.0	0.32
1.0	50,000	5.0	0.32
1.0	50,000	10.0	0.31

체중 및 사료섭취량의 변화—콜레스테롤 1%와 비타민 D_2 500,000 IU/100 g을 함유한 사료에 aloe vera 0.1%, 1%, 2%, 5%, 10%을 첨가하여 투여한 결과 4주 동안 대조군에 비하여 유의한 체중 및 사료섭취량의 변화는 관찰되지 않았다.

장기중량의 변화—뇌, 간장, 신장, 위장, 십이지장, 대퇴골, 비장, 대동맥, 심장, 폐장, 부신의 중량을 측정하고, 체중에 대한 상대장기중량을 측정한 결과 대조군에 비하여 유의한 중량변화는 관찰되지 않았다.

혈청중 지표성분의 변화—총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 칼슘, 무기인, 염소, 글루코스, BUN, creatinine, AST, ALT와 HDL-콜레스테롤/총 콜레스테롤 을 측정한 결과 대조군에 비하여 콜레스테롤 대조군은 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 칼슘, 무기인 및 염소가 유의하게 변화하였다. 그러나, 동일한 식이에 0.1% aloe vera를 첨가한 투여군에서는 유의한 변화가 다소 완화되었며,

Table 8. Relative organ weights of rats fed cholesterol, vitamin D_2 and aloe vera for 4 weeks (g/100 g body weight)

cholesterol (%)	vitamin D_2 (IU/100 g)	Aloe vera (%)	organ				
			Liver	Heart	Kidney	Spleen	Stomach
0	0	0	3.60±0.31	0.42±0.03	0.48±0.05	0.27±0.04	0.57±0.04
1.0	50,000	0	3.62±0.28	0.43±0.04	0.49±0.05	0.29±0.02	0.58±0.04
1.0	50,000	0.1	3.58±0.31	0.41±0.05	0.50±0.06	0.31±0.03	0.62±0.05
1.0	50,000	1.0	3.64±0.54	0.45±0.06	0.51±0.07	0.28±0.05	0.59±0.06
1.0	50,000	2.0	3.61±0.32	0.44±0.05	0.48±0.06	0.27±0.04	0.61±0.05
1.0	50,000	5.0	3.56±0.42	0.39±0.07	0.52±0.08	0.30±0.05	0.59±0.07
1.0	50,000	10.0	3.59±0.33	0.42±0.05	0.50±0.06	0.29±0.04	0.61±0.05

Table 9. Biochemical values in serum of rats fed cholesterol, vitamin $D_2$and aloe vera for 4 weeks

Control in serum (%)		Aloe vera (%)					
		0	0.1	1.0	2.0	5.0	10.0
	control						
Total cholesterol (mg/dl)	46.2±7.4	61.5±7.3*	59.4±7.1	52.8±7.9	45.3±6.2	47.5±6.7	45.4±6.5
HDL- cholesterol (mg/dl)	26.5±4.7	52.3±7.5*	40.4±6.2*	31.4±5.4	26.3±4.7	25.6±3.8	24.8±5.2
Ratio HDL-chol/T-chol (%)	57.4±5.6	85.0±7.4*	68.0±6.7*	59.5±6.4	58.1±5.5	53.9±5.4	54.6±5.9
Triglyceride (mg/dl)	66.2±4.1	78.6±5.2*	72.5±6.3	68.3±4.2	66.2±3.9	65.8±4.5	67.3±4.3
Bun (mg/dl)	34.5±4.2	36.4±6.3	34.7±6.1	36.3±5.2	35.3±4.3	36.7±3.9	33.9±6.2
Creatinine (g/dl)	0.8±0.11	0.8±0.12	0.9±0.15	0.8±0.09	0.8±0.07	0.8±0.11	0.8±0.08
Ca (g/dl)	9.5±0.6	11.6±0.9*	10.5±0.7	10.1±0.6	9.8±0.5	9.1±0.4	9.6±0.3
Chloride (meq/dl)	112.8±6.4	116.1±7.4	109.6±6.1	114.7±5.9	108.3±6.7	108.6±7.3	113.4±5.4
Phosphorus (mg/dl)	9.2±1.1	7.4±1.2*	8.3±0.7	8.7±0.8	9.3±1.3	8.8±0.9	9.1±0.8
ALT (u/L)	46.2±6.5	42.3±5.8	49.7±7.1	41.6±6.7	43.4±6.3	50.4±8.6	45.6±6.1
AST (u/L)	114.3±16.2	109.3±12.4	128.5±21.4	98.5±23.1	117.5±13.6	105.2±11.4	115.2±12.4
Glucose (mg/dl)	152.3±12.5	165.2±23.4	157.3±19.2	155.3±17.6	143.4±14.3	152.8±15.2	141.3±11.5

*:statistically different from control group ($P<0.05$)

aloe vera 1%이상 첨가한 투여군에서는 대조군 수준의 결과를 보였다. 총콜레스테롤은 대조군 46.2±7.4 mg/dl를 보였으나, 동맥경화증 유발식이만을 섭취한 군에서는 61.5±7.3 mg/dl로 통계적으로 유의한 증가를 보였다. 그러나, aloe vera를 동맥경화증 유발식이에 첨가한 식이 군에서는 통계적유의성이 인정되지 않았으며, aloe vera의 첨가양이 증가함으로써 총 콜레스테롤양은 감소하여 2.0%의 aloe vera에서 45.4±6.5 mg/dl를 나타냈다.

HDL-콜레스테롤은 대조군 26.5±4.7 mg/dl를 보였으나, 동맥경화증 유발식이만을 섭취한 군에서는 52.3±7.5 mg/dl로 통계적으로 유의하게 증가하였다. 증가는 aloe vera첨가식이에 의해 감소하여 1.0% 첨가식이에서 대조군 수준의 HDL-콜레스테롤 수치를 보였다.

HDL-콜레스테롤과 총콜레스테롤의 비율은 대조군에서 57.4±5.6%를 보였다. 동맥경화증 유발식이만을 섭취한 군에서는 85.0±7.4%로서 통계적으로 유의하게 증가하였다. 이 증가는 aloe vera첨가식이에 의해 감소가 나타나어 1.0% 첨가 식이에서 59.5±6.4%로 대조군수준으로 회복되었다.

중성지방, Ca, 인의 함량이 동맥경화증 유발식이만을 섭취한 군에서 각각 78.6±5.2 mg/dl, 11.6 ±0.9 g/dl, 7.4±1.2 mg/dl으로 대조군에 비해 통계적으로 유의한 변화를 보였다. 이러한 변화는 aloe vera첨가에 의하여 대조군 수준으로 회복되었다. Creatinine, chloride, ALT, AST, glucose의 유의한 변화는 인정되지 않았다.

조직 · 병리학적 변화—콜레스테롤 대조군과 Aloe vera 0.1%첨가 투여군 랫드의 관상동맥에서 석회침착이 인정되었으나, Aloe vera 1%이상 첨가 투여군에서는 관상동맥은 물론 다른 장기에서도 석회침착이 관찰되지 않았다.

Aloe vera 농도 설정 시험 결과—콜레스테롤 1%와 비타민 D_2 50,000 IU/100 g의 사료에 aloe vera 0.1%, 1%,

2%, 5%, 10%를 첨가하여 4주간 랫드에 투여한 후 혈액 및 장기조직을 분석한 결과는 다음과 같다.

① 체중, 사료 섭취량 및 장기중량의 변화는 나타나지 않았다.

② 혈청의 지표성분중 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 칼슘, 무기인 및 염소가 콜레스테롤 대조군과 aloe vera 0.1% 첨가군에서 대조군과 비교하여 유의한 변화를 보였다.

③ 콜레스테롤 대조군과 aloe vera 0.1% 첨가 투여군 랫드의 관상동맥에서 석회침착이 관찰되었다.

이상의 결과로 부터 혈청 지표성분의 변화가 억제되고, 병리 · 조직학적으로 관상동맥의 석회침착이 억제되는 최저 aloe vera첨가량이 1%였으므로 이를 저용량으로 설정하고 5%와 10% Aloe vera 첨가를 각각 중용량, 고용량을 설정하였다.

In-life study

앞의 동맥경화증 유발시험과 aloe vera의 식이중 농도 설정 시험 결과에 의거하여 콜레스테롤 1.0%,Aloe vera 1, 5, 10%, 비타민 D_2 50,000 IU/100 g을 6개월과 12개월 동안 투여하고 각각 부검하여 혈액과 장기조직을 분석한 결과는 다음과 같다.

사료 섭취량 및 체중 측정 — 체중의 변화는 대조군에 비하여 각 투여군에서 6개월까지 유의한 변화가 관찰되지 않았으나, 동맥경화증 유발 식이에 aloe vera 10% 첨가한 사료를 투여한 군에서 투여 100일 부터 유의하게 낮은 체중증가를 보였으며 이러한 현상이 투여 130일까지 계속되었다. 콜레스테롤 대조군에 서는 투여 140일 부터 200일까지 다시 240일, 260일 부터 310일까지 체중 증가가 유의하게 낮았으며, 동맥경화증 유발식이에 Aloe vera 1% 첨가 사료 투여군에서는 투여 280일 부터 310일까지 aloe vera 5% 첨가 사료 투여군은 투여 300일 부터 310일까지, aloe vera 10% 첨가 사료투여군은 투여 140일 부터 190일까지 220일 부터 230일까지 260일 부터 280일까지, 그리고 310일에서 대조군에 비하여 유의하게 낮은 체중 증가를 보였다($P<0.05$).

사료 섭취량의 변화는 투여 130일까지는 콜레스테롤 대조군이 사료 섭취량이 감소하는 경향을 보였으나, 동일한 식이에 aloe vera 1%, 5%, 10%를 첨가한 식이를 투여하였을때는 사료 섭취량 의 감소가 나타나지 않았다. 콜레스테롤 대조군은 투여 150일 부터 180일까지 그리고 270일, 300일에 측정한 사료 섭취량이 유의하게 감소하였다. 동맥경화증 유발식이에 aloe vera 1%첨가 식이 투여군에서는 투여 250일, 270일, 300~310일에 측정한 사료 섭취량이, aloe vera 5%투여군에서는 투여 300일에 측정한 사료 섭취량이 유의하게 감소하였다. 그러나, aloe vera 10%첨가 투여군에서는 유의한 변화가 나타나지 않았다.

Table 10 Feed efficiency ratio of rats fed Aloe vera with cholesterol and vitamin D_2 for 6 and 12 months

Group	Feed efficiency ratio	
	6 months	12 months
I	0.105	0.052
II[1)]	0.108	0.038
III[2)]	0.114	0.039
IV[3)]	0.100	0.040
V[4)]	0.082	0.041

1): Cholesterol diet group (cholesterol 1.0%, vitamin D_2 50,000 IU/100 g)
2): Cholesterol diet + Aloe vera, 1% diet
3): Cholesterol diet + Aloe vera, 5% diet
4): Cholesterol diet + Aloe vera, 10% diet

사료 효율의 산출 — 사료 효율을 산출한 결과 표 과 같다. 6개월간 투여군에서는 대조군이 0.105의 사료효율을 보였으며, 콜레스테롤 식이만을 급이한 군에서는 0.108, aloe vera 1% 첨가, 5% 첨가, 10% 첨가 투여군에서 각각 0.114, 0.100, 0.082의 사료효율을 나타내어 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 12개월간 투여군에서는 대조군의 사료효율이 0.052였으며, 콜레스테롤 식이만을 급이한 군에서는 0.038의 사료효율을 보였다. 콜레스테롤 식이에 aloe vera 1%, 5%, 10%를 첨가한 군에서는 각각 0.039, 0.040, 0.041의 사료효율을 나타내서 콜레스테롤 식이만을 급이한 군의 사료효율보다 높은 결과를 보였으나, 통계학적인 유의성은 인정되지 않았다. Okawa 등,[18] 정 등,[19] 이의[20] 보고에서 랫드에 콜레스테롤과 비타민 D_2를 복합투여한 결과 식욕감퇴에 의한 사료섭취량의 감소가 나타났다고 보고하였으며 Doi 등[21]의 보고에서도 S · D 수컷 랫드에 비타민 D_2를 32만 IU/kg.B.W 3%를 함유한 사료를 4주동안 급이 하였을 때 사료섭취량이 대조군의 1/2가량 되었다고 보고하였다. Kunimoto 등[22]은 과량의 비타민 D_2가 식욕감퇴를 유발하여 사료섭취 감소가 나타난다고 설명하고 있다.

장기중량의 변화 — 동맥경화증 유발식이와 aloe vera첨가 식이를 6개월과 12개월간 급이한 후 부검하여 상대장기중량을 산출한 결과는 표 11, 12와 같다. 6개월간 급여한 결과에서, 동맥경화증 유발식이에 으해 심장과 대퇴부 근육의 상대 장기중량이 유의하게 감소하였으나, aloe vera 첨가식이 급여한 군에서는 심장과 대퇴부 근육의 상대중량이 대조군 수준으로 회복되었다. 동맥경화증 유발식이에 aloe vera

Table 11. Relative organ weights of rats fed aloe vera with cholesterol and vitamin D_2 for 6 months (g/100 g body weight)

	Group				
	I	II[1)]	III[2)]	IV[3)]	V[4)]
Brain	0.44±0.05	0.43±0.06	0.40±0.02	4.4±0.07	4.7±0.09
Liver	2.65±0.19	2.62±0.15	3.06±0.23*	3.05±0.21*	3.04±0.17*
Kidneys	0.67±0.07	0.68±0.07	0.67±0.06	0.70±0.07	0.78±0.08
Stomach	0.38±0.04	0.33±0.05	0.32±0.02*	0.35±0.03	0.37±0.06
Duodenum	0.12±0.04	0.07±0.01	0.09±0.04	0.07±0.02*	0.08±0.02
Femur	0.32±0.12	0.28±0.09	0.36±0.12	0.25±0.11	0.24±0.09
Spleen	0.15±0.02	0.13±0.03	0.15±0.02	0.18±0.04*	0.16±0.02
Aorta	0.05±0.02	0.04±0.02	0.04±0.02	0.03±0.02	0.04±0.02
Heart	0.27±0.03	0.23±0.02*	0.26±0.03	0.29±0.03	0.34±0.03*
Lung	0.52±0.10	0.49±0.11	0.50±0.10	0.51±0.11	0.60±0.16
Adrenal glands	0.02±0.03	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.03	0.02±0.01
Muscles	0.57±0.12	0.42±0.15*	0.56±0.21	0.58±0.31	1.02±1.94*

*: statistically different from control group ($P<0.05$)

1): Cholesterol diet group (cholesterol 1.0%, vitamin D_2 50,000 IU/100 g)

2): Cholesterol diet + Aloe vera, 1% diet

3): Cholesterol diet + Aloe vera, 5% dite

4): Cholesterol diet + Aloe vera, 10% diet

Table 12. Relative organ weights of rats fed aloe vera with cholesterol and vitamin D_2 for 12 months

	Organs				
	I	II[1)]	III[2)]	IV[3)]	V[4)]
Brain	0.36±0.05	0.42±0.06	0.38±0.05	0.35±0.10	0.32±0.04
Liver	2.25±0.62	2.88±0.68	2.68±0.78	2.75±0.46	2.82±0.44
Kidneys	0.64±0.09	0.76±0.12	0.74±0.10	0.75±0.10*	0.72±0.11*
Stomach	0.34±0.03	0.40±0.08	0.41±0.04*	0.41±0.04*	0.41±0.09
Duodenum	0.10±0.01	0.09±0.02	0.09±0.02	0.11±0.03	0.11±0.02
Femur	0.32±0.27	0.37±0.31	0.33±0.25	0.29±0.30	0.34±0.17
Spleen	0.13±0.04	0.16±0.05	0.15±0.02	0.14±0.02	0.13±0.02
Aorta	0.03±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.05±0.03	0.04±0.02
Heart	0.26±0.03	0.27±0.04	0.22±0.08	0.21±0.09	0.27±0.08
Lung	0.52±0.10	0.61±0.27	0.59±0.24	0.74±0.81	0.57±0.10
Adrenal glands	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01
Muscles	0.57±0.21	0.60±0.23	0.50±0.26	0.54±0.21	0.61±0.20

*:statistically different from control group ($P<0.05$)

1): Cholesterol diet group (cholesterol 1.0%, vitamin D_2 50,000 IU/100 g)

2): Cholesterol diet + Aloe vera, 1% dite

3): Cholesterol diet + Aloe vera, 5% dite

4): Cholesterol diet + Aloe vera, 10% dite

를 첨가하였을 때, 간장의 중량이 유의하게 증가하였으며, 1%첨가 식이군의 위장이 유의하게 감소하였고, 5% 첨가 식이군은 십이지장 중량의 감소, 비장중량의 증가, 10% 첨가 식이군은 심장과 대퇴부 근육중량이 유의하게 증가하였다.

12개월 동안 동맥경화증 유발식이를 급여한 군의 장기중량은 유의한 변화가 인정되지 않았다. 그러나, 동맥경화증

유발식이에 aloe vera를 첨가한 경우 aloe vera 1%와 5% 첨가군에서 위장의 중량이 유의하게 증가하여 6개월군의 결과 (aloe vera 1% 첨가군 위장 중량이 유의하게 감소)와 상치하였다. 5%와 10% 첨가군은 신장의 중량이 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 증가하였다. Kunimoto 등[22]은 랫드에 콜레스테롤과 비타민 D_2를 복합투여 하였을 때 간장, 신장의 상대중량이 증가하였다고 보고하였으며 이때 간장에는 지질축적, 신장에는 칼슘축적에 의한 결과였다고 설명하였다. 이 등[20]은 콜레스테롤 40 mg/kg, 비타민 D_2 30만 IU/100 g을 4일간 랫드에 투여하여 8일후 간장과 부신, 비장의 상대중량이 대조군에 비하여 유의하게 증가하였음을 보고하였다.

혈청중 지표성분의 변화 — 동맥경화증 유발식이와 aloe vera를 첨가한 식이를 6개월과 12개월간 급이한 후 부검하여 랫드의 혈청중 지표성분의 변화를 표 13, 14에 각각 나타내었다. 동맥경화증 유발식이만을 6개월동안 급여한 결과 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤과 총콜레스테롤의 비, 중성지방에서 각각 95.4±13.4 mg/dl, 44.4±11.0%, 66.5±12.7 mg/dl로 대조군에 비해 통계적으로 유의한 변화가 나타났다. 동일한 식이에 aloe vera를 첨가하였을 때 5% 첨가식이부터 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤과 총콜레스테롤의 비, 중성지방이 대조군 수준으로 회복되는 결과를 보였다. 12개월 동안 급여한 결과 동맥경화증 유발식이 만을 급이한 군에서는 총콜레스테롤이 78.6±8.4 mg/dl, 중성지방이 82.5±26.4 mg/dl로 대조군에 비해 유의하게 증가된 변화를 보였다. 동일한 식이에 aloe vera를 첨가하였을 때, 총콜레스테롤은 aloe vera 5% 첨가, 중성지방은 1% 첨가에 의해 대조군 수준으로 회복되었음을 나타내

Table 13. Contents of lipid and inorganics in serum of rat fed aloe vera with cholesterol and vitamin D_2 for 6 months

	Group				
	I	II[1)]	III[2)]	IV[3)]	V[4)]
Total cholesterol (mg/dl)	55.7±10.4	95.4±13.4	81.6±9.6	63.7±9.2	61.3±8.6
HDL-cholesterol (mg/dl)	34.6±8.4	42.4±7.7	43.2±6.9	38.5±7.4	36.7±8.6
HDL-chol/Tot.chol (%)	62.1±9.6	44.4±11.0	52.9±8.1	60.4±8.9	59.9±8.7
Triglyceride (mg/dl)	42.7±7.4	66.5±12.7	57.2±10.5	52.6±9.5	48.6±7.6
Calcium (mg/l)	9.6±1.6	11.7±1.4	10.6±0.9	10.1±0.9	9.8±0.7
Inorganic phosphorus (mg/dl)	8.5±0.9	7.8±0.9	7.5±0.7	7.2±0.8	7.1±0.7
Chloride (mg/dl)	109.6±16.1	92.4±10.7	96.5±11.5	101.6±12.4	102.6±11.7

1): Cholesterol diet group (cholesterol 1.0%, vitamin D_2 50,000 IU/100 g)
2): Cholesterol diet + Aloe vera, 1% dite
3): Cholesterol diet + Aloe vera, 5% dite
4): Cholesterol diet + Aloe vera, 10% dite

Table 14. Contents of lipid and inorganics in serum of rat fed aloe vera with cholesterol and vitamin D_2 for 12 months

	Group				
	I	II[1)]	III[2)]	IV[3)]	V[4)]
Total cholesterol (mg/dl)	51.3±9.7	78.6±8.4	71.7±9.6	67.4±7.9	62.6±8.3
HDL-cholesterol (mg/dl)	36.4±7.5	45.9±10.3	47.3±11.4	51.6±8.9	54.5±10.7
HDL-chol/Tot.chol (%)	70.9	58.4	60.0	76.6	87.1
Triglyceride (mg/dl)	47.3±12.4	82.5±26.4	76.4±19.7	69.5±20.4	67.9±17.6
Calcium (mg/l)	9.6±1.4	8.4±1.6	7.8±1.3	8.6±1.7	7.5±1.3
Inorganic phosphorus (mg/dl)	7.4±1.2	7.1±1.5	7.9±1.4	8.1±1.2	7.6±1.3
Chloride (mg/dl)	117.3±13.1	115.6±14.7	116.5±16.8		121.6±12.7

1): Cholesterol diet group (cholesterol 1.0%, vitamin D_2 50,000 IU/100 g)
2): Cholesterol diet + Aloe vera, 1% diet
3): Cholesterol diet + Aloe vera, 5% diet
4): Cholesterol diet + Aloe vera, 10% diet

고 있다. Doi 등[21]은 비타민 D_2를 32만 IU/kg.B.W를 4일간 투여하면서 콜레스테롤 3%를 4주간 투여하였을 때 혈청중 총콜레스테롤의 유의한 증가를 보고하였다. Isegawa 등[23]은 SHR/Ncrj 마우스에서 비타민 D_2 4만IU/마리/일을 5일간 투여하면서 콜레스테롤 1%, 3%를 12주간 복합투여하였을 때 총단백질과 알부민이 약간 증가하였으며, 총콜레스테롤이 유의하게 증가하였고, 칼슘과 HDL-콜레스테롤의 증가는 유의하지 않았다고 보고하였다. Stange 등[24]은 토끼를 이용한 실험에서 식이성 콜레스테롤 투여시에 간장의 콜레스테롤 합성 속도 제한 효소인 3-hydraxy, 3-methylglutary[1] CoA reductase 의 활성을 억제하며, 이러한 역할이 체내 콜레스테롤 항상성 유지의 역할을 하는 것으로 설명 하였다.

이는[20] 수컷 랫드에 콜레스테롤과 비타민 D_2를 8일간 투여하였을 때 혈중 중성지방 함량이 유의하게 증가하였음을 보고 하였다. 정 등[19]은 콜레스테롤과 비타민 D_2 투여시 혈청 칼슘의 증가를 보고하여 Doi 등[21], Isegawa 등[23]의 보고와 반대되는 결과를 보였다.

병리 · 조직학적 관찰 — 6개월 투여군에서는 정상 대조군이 동맥경화증 유발식이에 aloe vera1, 5, 10 %를 첨가한 3군, 4군, 5군을 비교하여 보았을 때 병리조직학적으로 유의할 만한 별다른 소견은 찾을 수 없었다(Fig. 1). 그러나, cholesterol투여군인 II군에서는 동맥경화의 초기 병변을 확인할 수 있었다. 육안적으로 혈관의 단면은 평활하였으며 대조군에 비해서 탄력성은 약간 감소하였다. 병리조직학적인 소견은 다음과 같다.

혈관내피세포는 완전한 반면에 혈관의 내막과 중막의 변화가 관찰되었다(Fig. 2). 즉, 혈관내피세포하에 지질을 함유했던 것으로 보이는 다수의 대식구들이 거품세포로 관찰되었으며 이 거품세포는 지방선조를 형성하고 있는 소견이 관찰되었다(Fig. 2). 그리고 평활근세포내에도 지질을 함유하여 거품세포형태를 취하였으며 이 거품세포역시 지방선조를 형성하고 있었다. 그렇지만 초기병변에서 흔히 보이는 평활근세포의 활발한 증식으로 인한 평활근세포가 풍부한 섬유판을 형성한 소견은 관찰되지 않아 6개월 투여군에서는 동맥경화의 시작전병변을 형성하는 것으로 사료된다. 거품세포는 세포질내에 원래는 지질이 함유되어 있었지만 조직의 처리 과정중에 유기용매에 의해 지질이 용해되어 지질이 있던 부위가 환하게 관찰되는 세포들을 지칭한다.

12개월 투여군에서도 정상 대조군인 I군과 동맥경화증 유발식이에 aloe vera 1, 5, 10%를 첨가한 3군, 4군, 5군을 비교하여 보았을 때 병리조직학적으로 유의할 만한 뚜렷한 차이를 확인할 수 없었다. 그렇지만 cholesterol투여군인 II군에서도 동맥경화의 아주 뚜렷한 전형적인 소견을 확인할 수 있었다. 육안적으로 혈관의 탄력성은 매우 저하되어 딱딱하였으며, 혈관의 내강의 크기는 감소되어 있었고 내강쪽에서 보면 치밀한 조직으로 구성된 mass가 혈관 내강면에서 튀어나온 소견이 다수 관찰되었다. 저배율하에서 이 소견은 정상으로 보이는 혈관의 두께와 비교하여 보았을 때 매우 뚜렷하게 관찰되었다(Fig. 3). 고배율소견에서 이

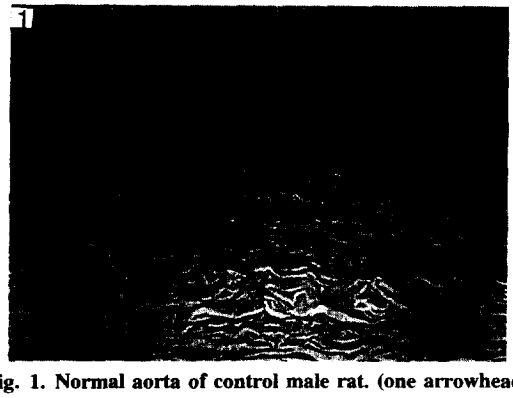

Fig. 1. Normal aorta of control male rat. (one arrowhead-endothelium of aorta, two arrowheads-tunica intima, three arrowheads-tunica media, four arrowheads-tunica adventitia)

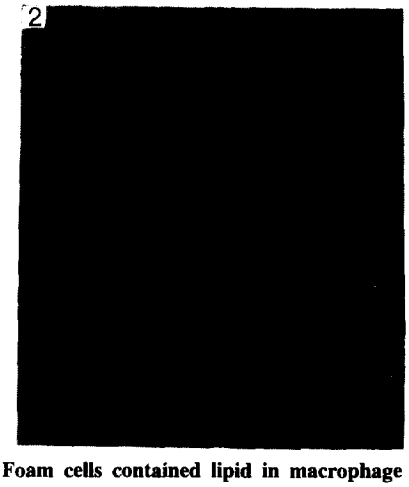

Fig. 2. Foam cells contained lipid in macrophage formed fatty streak in subendothelium (closed arrow), and the fatty streak formed in smooth muscle cell contained lipids (open arrowheads) in male rats fed 1.0 % cholesterol and 50,000 IU/100 g feed for 6 months. (×400)

Fig. 3. Necrotic mass (closed arrowheads) protruded from muscular layer of aorta. Compare the normal muscular layer (open arrowheads) of aorta of rat fed 1.0% cholesterol and 50,000 IU/100 g feed for 12 months. (× 100)

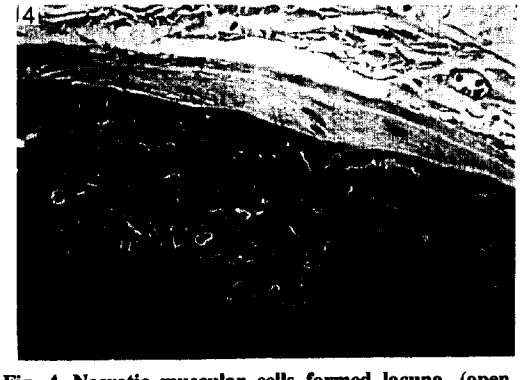

Fig. 4. Necrotic muscular cells formed lacuna. (open arrowheads) Aortic necrosis (two open arrowheads) and calcification of aorta on rat fed 1.0% cholesterol and 50,000 IU/100 g of vitamin D_2 for 12 months. (×400)

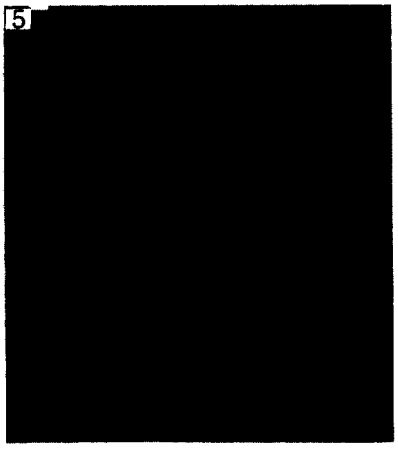

Fig. 5. Severe hyaline degeneration (closed arrowheads) were seen in coronary artery of rat fed 1.0% cholesterol and 50,000 IU/100 g of vitamin D_2 for 12 months. (×400)

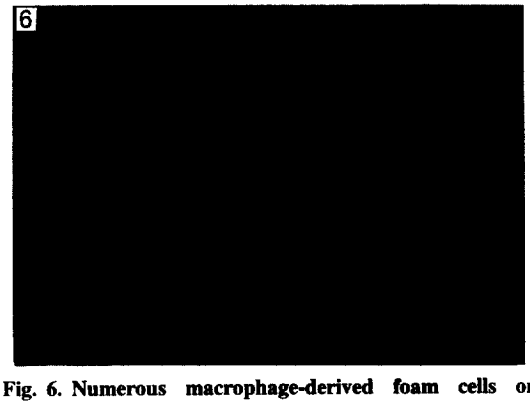

Fig. 6. Numerous macrophage-derived foam cells originated from blood in the layer of rat's aorta fed 1% cholesterol, 50,000 IU/100 g of vitamin D_2 and 1% aloe vera for 12 months. (×400)

mass는 주변의 조직과 비교하여 보았을 때 매우 커다란 공간을 차지하여 주변의 조직을 압박하고 있는 소견이 관찰되었으며 평활근과 결합조직의 치밀한 섬유성외투로 둘러싸여 있었다. 이 mass는 평활근의 특징을 보이는 세포들이 다층으로 구성되어 있으며 각 층의 평활근세포들은 소강모양의 배열을 하고 있었으며 광범위한 칼슘침착의 소견이 동반되어 있는 소견이 관찰되었다(Fig. 4). 또한 이와 더불어 세포괴사파편, 섬유조직의 초자화(hyalin fibrous tissues)와 지질을 함유하였던 것으로 보이는 세포의 지질공간 등과 지질의 괴사로 보이는 소견 또한 관찰되었으며, 심장의 관상동맥에서도 심한 혈관의 초자양변성, 많은 수의 거품세포와 함께 어떤 부위에서는 칼슘이 침착된 부위도 관찰할 수 있었다(Fig. 5). Cholesterol투여군에서 관찰된 혈관 내강쪽의 mass돌출, 칼슘침착, 세포괴사파편, 섬유조직의 출현, 섬유조직의 초자화, 지방선조세포와 거품세포의 다수출현 등의 전형적인 동맥경화 소견이 aloe vera 1% 첨가 사료를 섭취한 랫드에서 대식구 유래의 거품세포가 다수 관찰되었으나(Fig. 6), 5% aloe vera첨가사료를 섭취한 군에서는 거품세포수가 많이 감소하는 등 동맥경화의 병변이 약회되었

Fig. 7. Small number of foam cells less than 1% aloe vera treated group or similar to the normal artery of rat. Treated with 1.0% cholesterol, 50,000 IU/100 g of vitamin D_2 and 5% aloe vera for 12 months. (×400)

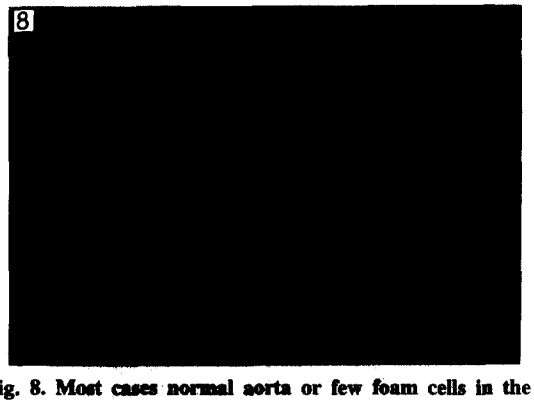

Fig. 8. Most cases normal aorta or few foam cells in the layers of rat's aorta treated 1% cholesterol, 50,000 IU/100 g of vitamin D_2 and 10% aloe vera for 12 months. (×400)

으며(Fig. 7), 10% aloe vera첨가사료 투여군에서는 정상 대조군의 수준으로 회복되었다(Fig. 8).

이와 같이 12개월 cholesterol 투여군에서 급격하게 진행된 병변이 나타나는 이유는 6개월 cholesterol 투여군에서는 대식구와 평활근세포의 거품세포의 출현과 지방선조가 형성되는 동맥경화의 초기병변이 유발된 반면에 이로부터 6개월이 더 지난 병변임을 감안한다면 이와 같은 병변을 예상할 수 있다. 즉, 앞에 언급한 동맥경화의 병리발생에 밝힌 바와 같이 초기병변형성이후 6개월이 지나면서 동맥경화의 진행된 병변으로 발전된 것으로 보인다.

초기병변후 대식구, 내피세포, 혈소판의 화학주성인자와 성장인자를 대표하는 PDGF(platelet drived growth factor)와 활성화된 평활근자체에서 생산된 성장인자의 자극에 의해서 평활근세포의 광범위한 증식이 일어났으며 이와 함께 동반된 거품세포의 등장으로 지방선조가 형성된다. 이로 인해 혈관벽에는 평활근세포가 풍부한 섬유판이 형성되어 mass를 형성하여 혈관벽에 돌출되어 혈관의 내강은 좁혀진다. 이렇게 되면서 동맥은 탄력성을 잃게 되고 혈관에는 더욱더 콜레스테롤의 침착이 일어난다. 병변이 더욱 진행되면서 이 mass를 구성하는 평활근세포의 괴사가 일어나게 되어 지질성분이 유출되고 또한 세포외에 존재하였던 지질성분에도 괴사가 일어나고 주변을 둘러싸고 있던 섬유조직의 변성도 일어난다. 이 괴사된 부위는 흡수되지 못하게 되고 결국은 칼슘의 침착이 일어나 위에서 언급한 병변을 형성하게 된다. 또한 동맥의 모든 부위에 병변이 발생하지 않는 이유는 아마도 콜레스테롤에 대한 개개의 혈관내피세포의 감수성에 기인하는 것으로 사료된다.

고콜레스테롤혈증으로 인한 동맥경화의 병리발생은 고콜레스테롤혈증으로 인해 내피세포가 혈중의 높은 LDL (low density lipoprotein)이나 VLDL(very low density lipoprotein)과의 빠른 콜레스테롤 교환이 일어나 내피세포 형질막의 콜레스테롤, 인지질, 단백질의 비율에 미묘한 변화가 일어난다. 이 때문에 내피세포의 형질막의 점도가 증가하여 내피세포의 순응성감소를 일으키고 내피세포의 이 미묘한 손상에 의해 내피세포는 혈중에 화학주성인자를 분비하여 혈액중의 단핵구가 내피세포에 부착하게 된다. 단핵구는 내피세포에 부착후 내피세포사이로 유주하여 내피세포하에 국소화하면서 대식구로 변형되어 내피세포를 서로 분리시키는 물질을 분비한다. 또한 대식구에 노출된 LDL은 산화되어 내피세포를 손상시키는데 중요한 역할을 한다. 그리고 대식구는 LDL에 대한 수용체를 통해 변형된 LDL을 섭취하여 에스테르화시켜 세포질내에 지질을 축적시킨다. 즉, 콜레스테롤 풍부 봉입체(cholesterylester rich inclusion)를 가진 특징적인 거품세포를 형성하면서 지방선조를 형성한다. 대식구의 또다른 중요한 성질중의 하나는 이 내피세포하의 대식구가 활성화되면 이 대식구는 화학주성인자와 유사분열촉진인자를 분비하여 동맥의 내막에 평활근세포의 축적을 유발시킨다. 그리고 내피세포표면의 변화나 내피세포끼리의 분리로 인해 혈액중의 혈소판과의 상호작용을 유발한다. 또한 이 혈소판이 내피세포에 붙어 여러 가지 성장인자를 분비한다. 내피세포의 미묘한 손상으로 인한 혈소판, 내피세포, 내피세포하에 축적된 단핵구유래의 대식구가 분비하는 화학주성인자가 내피세포하에 축적되면 이 화학주성인자에 의해 혈관의 중막에서 혈관내막으로 평활근세포가 이주해 오고 또한 화학주성인자 이외에도 혈소판, 내

피세포, 대식구에서 분비하는 성장인자는 평활근세포에 대한 유사분열을 촉진시켜 평활근세포는 증식하게 된다. 또한 자극된 평활근세포 자체에서도 성장인자를 분비하는데 결국 평활근세포는 자기자신에서 생산한 성장인자(autocrine)의 작용과 외부에서 자극받은 성장인자(paracrine)의 작용으로 증식한다. 이 평활근세포에도 역시 지질이 축적되어 거품세포형태를 취하여 지방선조를 형성하게 되고, 이 평활근세포는 성장인자의 작용에 의하여 많은 수의 평활근세포의 증식으로 인해 혈관에 평활근세포가 풍부한 섬유판으로 발전하게 된다.[25-29]

고콜레스테롤혈증과 관련된 동맥경화의 병리발생은 크게 네가지의 세포 즉, 내피세포, 단핵구/대식구, 평활근세포, 혈소판의 참여로 이루어진다. 이들 네가지 세포 모두 동맥경화발생과 관련된 성장인자를 분비하는데 이들 성분중의 대부분은 PDGF와 유사한 분자구조를 갖는다. PDGF는 혈소판에 과립으로 축적되어 있으며 평활근세포, 섬유아세포 등에 아주 높은 친화력을 가지고 있으며 유사분열촉진인자뿐만 아니라 화학주성인자로도 알려져 있다. 동맥경화가 일어난 혈관의 대부분에서는 아주 진행된 병변이 아니고서는 혈관내피세포의 변화는 관찰할 수 없는 경우가 많은데, 이와같이 내피세포의 변화를 관찰할 수 없는 이유는 내피세포손상의 결과 개개의 내피세포는 탈락될 수 있지만, 곧 이웃하는 내피세포가 빠르게 이주해와 이 선상을 대치하며 또한 손상된 세포는 혈액중의 IgG를 끌어들여 내피세포자체의 복제가 증가하게 된다. 결국 내피세포의 손상으로 내피세포의 형태학적인 변화는 일어나지 않지만 위에서 언급한데로 내피세포자체의 미묘한 변화는 성장인자를 합성하고 분비하도록 내피세포를 자극하는데는 충분하다.

그리고 동맥경화와 관련된 세포의 LDL수용체에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 즉, 세포들은 LDL에 대한 특수한 수용체를 가지고 있어 콜레스테롤의 항상성유지에 중요한 역할을 한다. 그렇지만 만약 LDL에 대한 수용체가 줄어들게 되거나 세포가 수용할 수 없을 정도로 많은 양의 LDL이 존재하게 된다면 순환혈액중의 LDL의 제거가 감소하고 혈장중(plasma) LDL이 증가하게 되어 콜레스테롤과 관련된 혈관병변이 일어나게 된다.[25,26,30]

감사의 글

이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 공모과제연구비에 의하여 연구되었음.

국문요약

본 연구는 수종의 건강보조식품 주에서 체액, 체질의 개선과 혈액순환을 촉진시켜 신체의 전 기능을 정상화할 수 있는 것으로 알려지고 있으며 흔히 신비의 식물이라고 불리어지고 있는 알로에의 동맥경화증에 대한 영향을 관찰하여 보건상 문제가 되고 있는 각종 성인병의 예방을 효과를 관찰하기 위하여 랫드를 이용한 실험을 실시하였다. 실험은 동맥경화증 유발조건인 콜레스테롤 과 비타민 D_2의 용량결정을 위한 실험과 aloe vera의 용량결정을 위한 실험을 실시한 결과에 의하여 랫드에 6개월, 12개월 투여시험을 실시하였다. 최종적으로 동물의 장기투여실험에 사용된 용량은 동맥경화증을 유발하기 위하여 콜레스테롤 과 비타민 D2를 각각 1%, 50,000 IU/100 g을 투여하였으며, aloe vera를 사료중에 1%, 5%, 10%를 첨가하여 6개월, 12개월간 투여하고 각각 부검하여 혈액과 장기조직을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 체중의 변화는 대조군에 비하여 각 투여군에서 6개월까지 유의한 변화가 관찰되지 않았으나, 12개월 투여한 실험군에서 동맥경화증 유발 식이군과 동맥경화증유발식이에 aloe vera를 첨가한 사료를 투여한 군에서 부분적으로 대조군에 비하여 유의하게 낮은 체중증가율을 보였다($P<0.05$).

사료 섭취량의 변화는 투여 130일까지는 콜레스테롤 대조군이 사료 섭취량이 감소하는 경향을 보였으나, 동일한 식이에 aloe vera 1%, 5%, 10%를 첨가한 식이를 투여하였을때는 사료 섭취량의 감소가 나타나지 않았다.

2. 6개월간 투여군에서는 대조군이 0.105의 사료효율을 보였으며, 콜레스테롤 식이만을 급이한 군에서는 0.108, aloe vera 1% 첨가, 5% 첨가, 10% 첨가 투여군에서 각각 0.114, 0.100, 0.082의 사료효율을 나타내어 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 12개월간 투여군에서는 대조군의 사료효율이 0.052였으며, 콜레스테롤 식이만을 급이한 군에서는 0.038, 콜레스테롤 식이에 aloe vera 1%, 5%, 10%를 첨가한 군에서는 각각 0.039, 0.040, 0.041의 사료효율을 나타냈다.

3. 6개월 동안 동맥경화증 유발식이를 급여한 군에서 심장과 대퇴부 근육의 상대 장기중량이 유의하게 감소하

였으나, aloe vera 첨가식이를 급여한 군에서는 심장과 대퇴부 근육의 상대중량이 대조군 수준으로 회복되었다. 동맥경화증 유발식이에 aloe vera를 첨가하였을 때 간장의 중량이 유의하게 증가하였으며, 1%첨가 식이군의 위장이 유의하게 감소하였고, 5% 첨가 식이군은 십이지장 중량의 감소, 비장중량의 증가, 10% 첨가식이군은 심장과 대퇴부 근육중량이 유의하게 증가하였다.

12개월 동안 동맥경화증 유발식이를 급여한 군의 장기중량은 유의한 변화가 인정되지 않았다. 그러나, 동맥경화증 유발식이에 aloe vera를 첨가한 경우 aloe vera 1%와 5% 첨가군에서 위장의 중량이 유의하게 증가하여 6개월군의 결과(aloe vera 1% 첨가군 위장 중량이 유의하게 감소)와 상치하였다. 5%와 10% 첨가군은 신장의 중량이 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 증가하였다.

4. 동맥경화증 유발식이만을 6개월동안 급여한 결과 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤과 총콜레스테롤의 비, 중성지방에서 각각 95.4±13.4 mg/dl, 44.4±11.0 %, 66.5±12.7 mg/dl로 대조군에 비해 통계적으로 유의한 변화가 나타났으며, aloe vera를 첨가하였을 때 5% 첨가식이부터 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤과 총콜레스테롤의 비, 중성지방이 대조군 수준으로 회복되는 결과를 보였다. 12개월동안 급여한 결과 동맥경화증 유발식이 만을 급이한 군에서는 총콜레스테롤이 78.6±8.4 mg/dl, 중성지방이 82.5±26.4 mg/dl로 대조군에 비해 유의하게 증가된 변화를 보였으며, aloe vera를 첨가하였을 때, 총콜레스테롤은 aloe vera 5% 첨가에 의해, 중성지방은 1% 첨가에 의해 대조군 수준으로 회복되었다.

5. 6개월 투여군에서는 콜레스테롤투여군에서는 동맥경화의 초기 병변을 확인할 수 있었으나, 대조군을 포함한 동맥경화증 유발식이에 aloe vera1, 5, 10%를 첨가한 군에서는 병리조직학적으로 유의할 만한 별다른 소견은 찾을 수 없었다. 12개월 투여군에서도 정상 대조군과 동맥경화증 유발식이에 aloe vera 1, 5, 10%를 첨가한 군을 비교하여 보았을 때 병리조직학적으로 유의할 만한 뚜렷한 차이를 확인할 수 없었다. 콜레스테롤 투여군에서는 혈관의 탄력성이 저하되어 딱딱하며, 혈관의 내강의 크기가 감소되고 내강쪽에서 보면 치밀한 조직으로 구성된 mass가 혈관 내강면에서 튀어나온 소견이 다수 관찰되는 등 동맥경화의 아주 뚜렷한 전형적인 소견을 확인할 수 있었다.

이상의 결과로부터 콜레스테롤 및 비타민 D_2로 유발한 동맥경화증이 aloe vera 1%, 5%, 10%를 6개월 및 12개월동안 투여함으로서 동맥경화 발생이 경감됨을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 이상영, 최용순 역 : 콜레스테롤, 신광출판사 (1991).
2. 모수미 : 식사요법, 교문사, 294-305 (1984).
3. 최임순 : 달맞이꽃 종자유의 섭취가 흰쥐의 혈장 콜레스테롤과 적혈구막 및 대동맥의 지방산 조성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 **21**, 884-889 (1989).
4. 남현근, 이용역 : 집토끼의 blood cholesterol level에 미치는 몇가지 식물성 식용유의 영향, 한국식품과학회지 **12**, 77-81 (1980).
5. 임현숙, 원항례, 김기남, 한인규 : 식이의 콜레스테롤 급여수준이 흰쥐의 혈장 콜레스테롤, 지단백 분획 및 조직의 콜레스테롤 함량에 미치는 영향. 한국영양학회지 **18**, 83-89 (1985).
6. 이용욱, 노우섭, 김종규 : 콜레스테롤 투여 흰쥐에 있어서 유산균 발효유의 음용효과, 식품위생학회지 **7**, 123-135 (1992).
7. 경제기획원 조사통계국 : 사망원인 통계, (1991).
8. 보건사회부 : 성인병 및 정신질환 관리를 위한 기초조사 연구, (1988).
9. Skousen M.B.: Aloe vera handbook, Aloe vera research institute, 35-37 (1979).
10. Coat B.C., R.Ahola: The silent healer-A modern study of Aloe vera, Bill C. Coats, Dallas (1994).
11. 식품공전, 한국식품위생연구원, (1995).
12. 박은지, 이용욱 : 흰쥐의 스트레스성 위궤양에 대한 Aloe vera의 항궤양작용, *J. Fd. Hyg. Safety* **9**, 175-184 (1994).
13. Ajabnoor M.A. L: Effect of aloes on blood glucose levels in normal and alloxan diabetic mice, *J. Ethnopharm.* **28**, 215-220 (1990).
14. Kleun A.D., N.S. Penneys ; Therapy Aloe Vera, *J. Am. Acad. Derm.*, **18**, 714-720 (1988).
15. Shelton R.M ; Aloe vera, It,s chemical and therapeutic properties, *Int. J. Derm.*, **30**, 679-683 (1991).
16. Hwang Sung-Won, M. H. Park, H. K. Shim, M. J. Bae: Studies on the composition of lipid, amino acid and dietary diber from fuctional food source- platycodi radix, perilla seed, evening primrose seed and aloe vera, *J. Kor.*

Soc. Fd. Nut. **23**, 647-653 (1994).

17. 정은주 : 고콜레스테롤식이를 투여한 흰쥐에서 Aloe vera가 혈장 및 간, 심장의 지질농도에 미치는 영향, 서울대학교 보건대학원 석사학위 논문, (1992).
18. Okawa H., K. Doi, A. Yasoshiam, T. Fujita and A. Okaniwa: Pathology of experimental atherosclerosis : change of acute phase in rats loaded with vitamin D_2 and cholesterol, *Jpn. J. Vet. Sci.*, **42**, 623-633 (1980).
19. 정의배, 이영순 : 랫드의 실험적 동맥경화증에 대한 β-Glucan의 예방효과, 식품위생학회지 **1**, 1-12 (1986).
20. 이범준 : 랫드의 실험적 동맥경화증에 대한 칠성장어유 및 옥수수유의 예방적 효과, 서울대학교 대학원 석사학위논문, (1989).
21. Doi K., A. Yasoshima, K. Kitamura, H. Okawa and A. Okaniwa : Electron microscopic findings of experimental atheromatous lesions in rats, *Jpn. J. Vet. Sci.* **45**, 339-346 (1983).
22. Kunimoto M., K. Takaoka : Experimental induction of atherosclerosis in guinia pigs fed a cholesterol, vitamin D rich diet. Folia Pharmacol. Japonica **81**, 275-283 (1983).
23. Isegawa N., K. Doi, T. Mizutani, A. Ozaki, T. Owada and T. Mitsuoka : Production of experimental artherosclerosis in spontaneously hypertensive rats, SHR/NCrj, *Jpn. J. Vet. Sci.* **46**, 443-451 (1983).
24. Stange E. F., M. Alav, A. Schneider, H. Distschuneit and J. R. Poley : Influence of dietary cholesterol, saturated and unsaturated lipid on 3-hydroxy-3-metyl glutaryl Co A reductase activity in rabbit intestine and liver, *J. Lipids Res.* **22**, 47-56 (1981).
25. Russell R.: The pathogenesis of atherosclerosis-an update, *New Eng. J. Med.*, **314**, 488-500 (1986).
26. Simonescu N., E. Vasile, F. Lupu, G. Popescu and M. Simonescu : Prelesional event in atherogenesis, *Am. J. Path.* **123**, 109-125 (1986).
27. Bajwa G. S., L. M. Morrison and B.H. Ershoff : Induction of aortic and coronary athero-arteriosclerosis in rats fed a hypervitaminosis D, cholesterol-containing diet. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **138**, 975-982 (1971).
28. Iwasaki H. O., K. Kitamura, K.. Doi and A. Okaniwa : Vitamin D2- induced arteriosclerosis in spontaneously hypertensive rats and protection by diltiazem, a calcium antagonist, *Jpn. J. Vet. Sci.* **46**, 323-330 (1984).
29. Yasoshima A., H. Okawa, K. Doi and A. Okawa : Early ultrastructural changes of aorta in rats loaded with vitamin D_2 and cholesterol, *Jpn. Vet. Sci.* **44**, 903-908 (1982).
30. Virag S., M. Sebestyen, M. Kovacs and P. Kapp : Effect of CH-123 on Vascular cholesterol deposition in experimental atherosclerosis of rabbit. *Acta Morphol. Acad. Sci. Hung.* **27**, 37-52 (1979).