

녹용의 물리화학적 특성

세키카와 미츠오 / 오비히로 축산대학

Table 1. 여러 동물의 반힘줄모양근의 카르티닌과 미오글로빈 농도

Table 1. L-Carnitine and myoglobin concentrations of semitendinosus muscles from various animals

Species	Age (month)	L-Carnitine (n)	Myoglobin (n)
Chicken		$\mu\text{mol/g wet tissue}$? g/g wet tissue
Broiler	1.5	$0.69^h \pm 0.27$ (6)	$1.37^cd \pm 0.08$ (4)
White Leghorn	3-4	$1.33^gh \pm 0.60$ (33)	$1.58^bcd \pm 0.04$ (27)
Pig			
Large White x Landrace x Duroc	9	$1.09^gh \pm 0.06$ (2)	$1.01^d \pm 0.68$ (2)
Beef Cattle			
Angus x Hereford	32	$3.47^cd \pm 0.04$ (2)	$3.98^abc \pm 0.04$ (2)
Japanese Black	32	$3.57^cd \pm 0.20$ (3)	$4.09^ab \pm 0.14$ (3)
Holstein, Steer	12	$1.86^efgh \pm 0.49$ (4)	$1.87^bcd \pm 0.12$ (4)
Holstein, Steer	24	$2.04^efg \pm 0.15$ (2)	$2.87^bcd \pm 0.28$ (2)
Dairy Cattle			
Holstein	36	2.73^def (1)	4.11^ab (1)
Holstein	60	2.97^de (1)	6.57^a (1)
Calf			
Holstein	1	$1.67^ghf \pm 0.46$ (3)	$1.49^bcd \pm 0.45$ (3)
Horse			
Thoroughbred	3	2.79^def (1)	1.89^bcd (1)
Hokkaido native horse	36	4.95^b (1)	5.84^a (1)
Deer			
Hokkaido native deer	>36	$4.57^bc \pm 0.62$ (8)	$6.01^a \pm 2.44$ (4)
Goat			
Saanen	unknown	$11.36^a \pm 0.71$ (3)	$6.35^a \pm 1.18$ (3)

Values are means \pm SD of the numbers (n) of samples. Means within the same rows bearing different roman superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

Appendix 2.

콜레스테롤 주입 쥐에 대한 5종의 동물유의 저 콜레스테롤 효과 비교

(Fukushima 등, 1999)

단축어: 20:4n-6, arachidonic acid; 18:3n-3, α -linolenic acid; 22:6n-3, docosahexaenoic acid; 20:5n-3, eicosapentaenoic acid; HDL, 고밀도 리포 단백질

(high-density lipoprotein); IDL, 중밀도 리포 단백질 (intermediate density lipoprotein); 18:2n-6, linoleic acid; LDL, 저밀도 리포 단백질 (low-density lipoprotein); PC, phosphatidylcholine; P/S, 고도 불포화 지방산/포화 지방산 (polyunsaturated fatty acid/saturated fatty acid); TG, triacylglycerol; VLDL, very-low density lipoprotein

여러 가지 동물 기름의 저콜레스테롤 효능 (hypocholesterolemic efficacy) 을 콜레스테롤 농축 먹이를 준 쥐를 상대로 비교하였다. 일주일 간의 풍토순화 (風土馴化) 후에 재래식 먹이를 준 수컷 쥐 F344 DuCrj (나이 8주) 에게 에뮤 (emu, 호주 산 새의 일종) (Dromaius) 기름 5% 일본 예소 사슴 (Cervus Nipponyesoensis) 기름 정어리 기름 소기름 또는 0.5%의 콜레스테롤이 함유된 라드 (lard, 돼지 기름) 가 포함된 먹이를 6주간 공급하였다. 이 공급 기간 후에 정어리 기름 집단 의 혈청 총 콜레스테롤 농도 및 극저밀도 리포 단백질 + 중밀도 리포 단백질 + 저밀도 리포 단백질의 농도는 다른 집단 크게 낮았다. 일본 예소 사슴 기름 집단의 혈청 고 밀도 리포 단백질 농도는 다른 집단과 비교하여 크게 높았다. 정어리 기름과 일본 예소 사슴 기름 집단의 atherosclerotic index와 간의 콜레스테롤



농도는 다른 집단 보다 크게 낮았다. 일본 예소 사슴 기름 집단의 배설물 콜레스테롤 배출율은 정어리 기름 집단을 제외하고 다른 집단 보다 크게 높았고, 정어리 기름 집단의 배설물 담즙산 배출율은 라드 집단을 제외하고 다른 집단 보다 크게 높았다. 이러한 결과는 정어리 기름이 쥐의 내장에서 콜레스테롤의 배출을 증가시키어 그렇게 하는 것과 마찬가지로 일본 예소 사슴 기름이 먹이 중에 콜레스테롤이 과다하게 들어 있는 경우에 atherosclerotic index와 간의 콜레스테롤 농도를 감소시키는 것임을 시사하는 것이다.

지방, 콜레스테롤, 탄수화물¹⁾ 및 단백질이 포함된²⁾ 먹이의 변화에 대한 혈장 콜레스테롤의 반응을 조사하였다. 혈장 콜레스테롤에 관한 먹이의 지방 효능이 어떠한 것인가에 대한 이러한 조사결과를 토대로 하여 지배적인 지방 아실 (fatty acyl) 성분의 다음과 같은 특성에 따라 지방을 분류하였다: 포화, 단일 불포화, 및 (n-6)과 (n-3)고도불포화, 그리고 소수성(疎水性, hydrophobic) 체인의 탄소 수.1). 어유(魚油)의 경우는 n-3 고도불포화지방산, eicosapentaenoic acid (20:5-3) 및 docosahexaenoic acid (22:6n-3)가 혈장 극저밀도 리포 단백질(VLDL) 및 triacylglycerol(TG)의 농도를 감소시킴으로 혈장 지질(脂質) 수준에 영향을 미쳤다 3). 식물유(植物油)에 대해서는 지질 대사(代謝)작용에 대한 먹이 지방산의 여러 가지 n-6/n-3 비율의 효과에 관한 몇 편의 보고서가 있다 4-8). 그리고 지질 대사작용에 대한 동물유의 효과에 관한 보고서도 몇 편이 있다 9-11). O'Brien과 Reiser 12)가 보고한 바에 의하면 소고기는 물고기-가금류

(家禽類)와 비교하여 인간에게 저콜레스테롤적 효능이 있다고는 할 수 없다. Fukushima 등 11)은 카피바라(capybara, 남미 산 설치 동물) 기름이 파라과이에서 정어리 기름과 마찬가지로 콜레스테롤이 과다하게 존재하는 경우에 혈청 총 콜레스테롤 및 VLDL + IDL + LDL 콜레스테롤의 농도를 감소시켰다고 보고하였다. 현 연구의 목적은 예뮤(emu, 호주 산 새의 일종)(Dromaius) 주금류(走禽類, 타조와 같은 새 cursorial bird) 및 일본 예소 사슴(Cervus nipponyesensis)의 기름이 쥐의 지질 대사작용에 미치는 효과를 정어리 기름, 소고기 기름 및 라드와 비교하면서 조사하는 것이다.

F344 DuCrj 수컷 쥐(나이 7주)를 Charles River Japan Inc.(Yokohama, Japan)에서 구입하였다. 36마리를 개별적으로 온도 습도 및 광도 조절 장치가 갖추어진 실내의 각 우리에 가두었다. 실험 먹이의 성분은 다음과 같았다(무게 %): 카세인, 20; 지방, 5; 옥수수 녹말, 15; 섬유소 분말, 5; 광물 혼합물(AIN-75)13, 3.5; 비타민 혼합물(AIN-76)13, 1; choline bitartrate, 0.2; DL-methionine, 0.3; 콜레스테롤, 0.5; sodium cholate, 0.125; 자당(蔗糖, sucrose), 총합이 100이 되도록 예뮤 기름과 일본 예소 사슴 기름은 Emu Marketing & Processing Co. Inc.(U.S.A.)로부터 공급 받았고 정어리 기름은 Kanto Chemical Co. Inc.(일본)에서 구입하였다. 소고기 기름과 라드는 일반 상업단체로부터 입수하였다. 각 기름의 지질 등급은 다음과 같았다: 예뮤 기름은 92%의 TG, 3%의 sterol, 2%의 유리 지방산, 1%의 polar lipid 및 기타 성분으로 구성되었고 일본 예소 사슴 기름은 95%의 TG, 3%의 sterol, 1%의 polar lipid 및 기타 성분 정어리 기름은

84%의 TG, 6%의 sterol, 5%의 polar lipid 및 기타 성분 소고기 기름은 91%의 TG, 3%의 sterol, 4%의 유리 지방산, 1%의 polar lipid 및 기타 성분 라드는 92%의 TG, 6%의 sterol, 1%의 polar lipid 및 기타 성분으로 구성되었다. 먹이에 포함된 지방의 지방산 조성: 예유 기름, 일본 예소 사슴 기름, 정어리 기름, 쇠고기 기름 및 라드에는 고도불포화 지방산/포화지방산(P/S) 비율이 각각 0.7, 0.1, 1.4, 0.2 및 0.4이고, n-6:n-3 율은, 각각 13.7, 0.9, 0.4, 2.4 및 5.9 이다. 1주일 간의 풍토순화 과정을 거친 후 쥐(나이 8주)들을 각 8마리 1집단과 7마리의 4집단으로 나누었다. 쥐들에게는 실험 먹이와 물을 6주간 마음대로 먹을 수 있게 허용하였다. 동물 취급방법은 실험실 동물의 취급 및 사용 지침서(Guide for the Care and Use of Laboratory Animal)의 일치하도록 하였다 14). 6주 간의 실험기간 종료 시에 쥐의 경정맥(頸靜脈, jugular vein)에서 8:00와 10:00시 사이에 응고방해물질이 없는 튜브에 혈액 표본을 채취하였다. 실온(室溫)에서 2시간 방치 후 1500 x g의 힘으로 20분간 원심분리 시키어 혈청을 마련하였다. 6주간의 실험 종료 전 3일간 배설물을 수집하였다. 에테르를 흡입 시키어 죽이고 즉시 간을 떼어내고 0.9%의 염수로 세척하고 여과지로 수분을 빨아내고 무게를 측정 후 저장을 하기 위해서 동결시켰다. 혈청의 총 콜레스테롤 및 고밀도 리포 단백질(HDL) 콜레스테롤 농도를 상업용 시약 키트(reagent kit)(TDX 시스템의 분석 기구 키트 Abbott Lab. Co., Irving, U.S.A.)를 이용하여 효소에 의하여 결정하였다. VLDL + IDL + LDL 콜레스테롤의 농도는 다음과 같이 계산하였다: [VLDL + IDL + LDL 콜레

스테롤] = [총 콜레스테롤] [HDL 콜레스테롤]. atherosclerotic index는 다음과 같이 계산하였다: [총 콜레스테롤 HDL 콜레스테롤]/[HDL 콜레스테롤] 15). 클로로포름 메타놀(chloroform methanol) 혼합물(2:1, v/v)로 배설물과 간에서 지질(脂質)을 추출하였다 16). 가수 분해하여 얻은 총 지질에서 중성 스테로이드(steroid, 지방 용해성 화합물)를 아세틸화(acetylate)하고 17) 기체-액체 색층(色層) 분석법(chromatography)으로 분석하였는데 이 분석에는 DB17 모세관 (0.25 mm x 30 m; J & W Scientific, Folsom, U.S.A.)과 Shimadzu 14A 색층 분석기(GLC, Kyoto, Japan)가 사용되었다. 배설물의 산성 스테로이드는 Grundy 등의 방법에 따라, GLC로 측정하였다 18). 결과에 대한 보고는 각 집단에 대한 평균 및 표준편차로 제시하였다. 집단 사이에 나타나는 차이의 의미(significance)는 Duncan의 multiple range test(SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.)를 이용한 분산(分散) 분석으로 결정하였고 $p < 0.05$ 에서 차이가 통계학적 의미를 갖는 것으로 간주하였다. 이 결과가 테이블 1에 표시되어 있다. 6주간 동안의 예유 기름 집단의 중량 증가는 소고기 기름 및 일본 예소 사슴 기름의 그것 보다 크게 높았다. 예유 기름 및 정어리 기름 집단의 사료 섭취량은 다른 집단과 비교하여 높은 경향을 나타냈다. 정어리 기름 집단의 간 무게는 예유 기름 및 소고기 기름 집단의 그것 보다 작았다. 정어리 기름 집단의 혈청 VLDL + IDL + LDL 콜레스테롤 및 총 콜레스테롤 농도는 다른 집단의 그것 보다 크게 낮았다. 일본 예소 사슴 기름 집단의 혈청 HDL 콜레스테롤 농도는, 다른 집단의 것보다 크게 높았다. 정어리 기름 및 일본 예소

사슴 기름 집단의 atherosclerotic index는 다른 집단의 그것 보다 크게 낮았다. 정어리 기름 및 일본 예소 사슴 기름 집단의 간 콜레스테롤 농도는 다른 집단의 그것 보다 크게 낮았다. 일본 예소 사슴 기름은 먹이용 에뮤 기름, 쇠고기 기름 및 라드와 비교하여 콜레스테롤 배출량을 증가시켰고 정어리 기름 또한 에뮤 기름 및 라드와 비교하여 콜레스테롤 배출량을 크게 증가시켰다. 총 담즙산(bile acid)의 배출량은 정어리 기름 집단에서 다른 집단보다 훨씬 많았다. 본 연구로 먹이용 동물 기름은 혈청, 간 및 배설물의 콜레스테롤 레벨을 영향을 미친다는 사실이 입증되었다. 물고기 기름은, 동물 및 식물의 기름과 비교하여 저콜레스테롤 작용을 한다 19-22). 비교적 풍부한 18:2n-6이 포함되어 있는 흥화 기름은 야자 기름 보다 더 크게 혈청과 간의 콜레스테롤 수치를 내린다 23,24). 그러나 15%의 18:2n-6이 함유되어 있는 에뮤 기름의 혈청과 간의 콜레스테롤 레벨에 대한 효과는 소고기 기름 및 라드와 비슷했다. 이 결과는 먹이용 지방산 포화가 혈장의 총 콜레스테롤, VLDL + LDL 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, apo B, 및 apo A-I의 레벨을 증가시킨다는 보고와 일치한다 25). 한편, P/S 비가 0.1 그리고 n-6:n-3 비가 0.9 인 일본 예소 사슴 기름은 정어리 기름에 필적하는 방법으로 간의 콜레스테롤 농도를 저감 시키고 HDL 콜레스테롤 농도를 증가시켰다. Nicolosi 등 25)은 포화 지방산이 먹이용 불포화 지방과 비교하여 혈장의 HDL 콜레스테롤레벨을 증가시킨다는 보고를 한바 있는데 보고의 결과는 우리의 자료와 일치한다. 일본 예소 사슴 기름 집단은 정어리 기름 집단을 제외하고 다른 집단보다 배설물의 콜레

스테롤 농도는 더 높고 간의 콜레스테롤 농도는 더 낮다는 것을 나타냈다. 정어리 기름 집단의 배설물에 대한 콜레스테롤 레벨은 일본 예소 사슴 기름 집단과 유사했고 혈청에 대한 총 콜레스테롤은 다른 집단 보다 더 낮았다. 이러한 결과로 미루어 정어리 기름의 콜레스테롤 저감 능력은 창자의 스테로이드 손실을 증가시키기 때문인 것으로 생각된다. 결론적으로 본 연구 결과로 정어리 기름은 혈청의 총 콜레스테롤과 VLDL + IDL + LDL 콜레스테롤 및 간의 콜레스테롤 농도를 감소시키고 그리고 일본 예소 사슴 기름은 쥐의 창자에서 콜레스테롤의 배출을 증가시킴으로써 먹이에 과다한 콜레스테롤이 포함된 경우 간의 콜레스테롤 농도를 내린다는 사실이 증명되었다. 또 일본 예소 사슴 기름이 혈청의 HDL 콜레스테롤 농도를 증가시킨다는 사실도 입증되었다.

Table 1. 6주간 동물 기름을 섭취한 쥐의 체중 증가, 사료 섭취, 간의 중량, 혈청과 간의 콜레스테롤 농도, 및 배설물의 지질 추출.1

Component	Emu oil (n=8)	Sika deer oil (n=7)	Sardine oil (n=7)	Beef tallow (n=7)	Lard (n=7)
Body initial wt. (g)	166 ± 7 ^a	165 ± 6 ^a	165 ± 7 ^a	165 ± 6 ^a	166 ± 7 ^a
Body wt. gain (g/6 ws)	83 ± 8 ^a	72 ± 8 ^b	78 ± 11 ^{ab}	68 ± 7 ^b	74 ± 9 ^{ab}
Food intake (g/6 ws)	563 ± 40 ^a	541 ± 17 ^{ab}	563 ± 39 ^a	515 ± 29 ^b	533 ± 24 ^{ab}
Liver wt. (g/100g of body wt.) ¹	3.9 ± 0.3 ^a	3.7 ± 0.2 ^{ab}	3.5 ± 0.2 ^b	3.9 ± 0.3 ^a	
Serum lipids (mmol/dl) ²					
Total cholesterol	11.3 ± 1.9 ^a	9.9 ± 1.3 ^a	6.2 ± 1.1 ^b	10.6 ± 2.1 ^a	11.6 ± 1.9 ^a
HDL-cholesterol	0.76 ± 0.14 ^b	0.90 ± 0.11 ^a	0.76 ± 0.06 ^b	0.69 ± 0.15 ^{ab}	0.75 ± 0.12 ^b
VLDL+IDL+LDL-cholesterol ³	10.6 ± 1.9 ^a	9.0 ± 1.4 ^a	4.5 ± 1.1 ^b	10.0 ± 2.2 ^a	10.9 ± 1.8 ^a
A1 ⁴	14.4 ± 3.6 ^a	10.3 ± 2.8 ^b	6.1 ± 1.8 ^c	15.4 ± 5.9 ^a	14.7 ± 3.4 ^a
Liver cholesterol (mol/g of wet liver)	46.8 ± 8.8 ^a	34.6 ± 5.6 ^b	27.2 ± 4.5 ^b	51.0 ± 13.0 ^a	43.6 ± 6.6 ^a
Fecal lipids (mol/100g of body wt. per day) ⁵					
Cholesterol	11.9 ± 1.3 ^a	19.2 ± 5.0 ^b	17.9 ± 8.0 ^{ab}	13.3 ± 3.8 ^{bc}	11.2 ± 1.6 ^c
Coprostanol	0.09 ± 0.12 ^a	0.23 ± 0.13 ^b	0.19 ± 0.19 ^a	0.10 ± 0.05 ^{ab}	0.25 ± 0.21 ^a
CA	0.05 ± 0.04 ^a	0.04 ± 0.02 ^a	0.06 ± 0.02 ^a	0.04 ± 0.02 ^{ab}	0.06 ± 0.04 ^a
CDCA	0.02 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.01 ^b	0.03 ± 0.01 ^a	0.02 ± 0.01 ^{ab}	0.02 ± 0.01 ^b
DCA	0.14 ± 0.07 ^b	0.18 ± 0.05 ^{ab}	0.29 ± 0.13 ^a	0.19 ± 0.14 ^{ab}	
TBA	0.08 ± 0.03 ^b	0.10 ± 0.03 ^b	0.17 ± 0.08 ^a	0.07 ± 0.06 ^{ab}	0.12 ± 0.03 ^b
	0.29 ± 0.13 ^b	0.34 ± 0.09 ^b	0.56 ± 0.20 ^a	0.31 ± 0.20 ^b	

Each value is the mean ± SD. Means within the same row bearing different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

¹Sika deer, Japanese Sika deer (*Cervus nippon japonensis*; Heude).

²Atherosclerotic index (A1) = total cholesterol - HDL-cholesterol/HDL-cholesterol.

Abbreviations CA, cholic acid; CDCA, chenodeoxycholic acid; DCA, deoxycholic acid; LCA, lithocholic acid; TBA, total bile acids.

<끝> 한국양맥