

지질의 영양 기능성

Nutritional Importance of Lipids in Human nutrition

송 영 옥

Yeong Ok Song

부산대학교 식품영양학과 및 노인생활환경연구소

Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University,
Research Institute of Ecology for the Elderly

I. 서론

1. 식지방의 영양학적 중요성

식이 지방(dietary fat)은 체내 주요한 에너지원으로, 세포막의 구성성분으로 그리고 지방산에서 유도되는 호르몬의 전구체로 사용되며, 혈중 지질 농도를 결정하는 요인이 된다. 신체를 구성하는 지방은 식이로부터 온 외인성 지방과 체내에서 합성된 내인성 지방으로 되어있다. 잉여 탄수화물은 체내에서 중성지방으로 전환되어 피하지방에 축적된다(1,2).

2. 지방의 건강 장애설

세계인의 사망 원인을 살펴보면, 암과 더불어 심혈관계 질환이 대부분을 차지하고 있다(3). 이중 심혈관계 질환(cardiovascular disease) 발병의 주원인은 동맥경화(atherosclerosis)로 동맥경화는 지방의 과다 섭취와 높은 상관관계가 있다(4). 현대인의 사망 원인을 분석해 보면 병원균이 매개한 병원성질환보다는 생활습관에 기인한 생활습관병(Disease related to the life

style habits) 즉, 만성질환(chronic disease)에 있음을 알 수 있다(5). 이러한 만성질환은 질병이 나타나기까지 많은 시간이 소요되기 때문에, 유아기부터 시작되나 질환의 형태로 진단을 받는 연령층이 주로 중장년 층이어서 성인성 질환이라고 일컫는다. 생활습관병은 적절치 못한 식습관, 운동부족 및 중독성이 있는 술, 담배의 섭취 등이 복합적으로 작용하여 일어난다고 보고되고 있다. 식습관 중에는 에너지 과다 섭취, 지질이 많이 함유된 식품의 섭취가 문제시 되고 있다(4,6,7). 표 1은 지방을 포함한 다양한 영양소가 체내 염증반응에 미치는 영향 및 이에 기인한 심혈관계질환과 당뇨병 발병과의 관계를 나타내고 있다.

II. 지방질 대사

1. 식후 지단백질 생성 및 체내 이동

식이로 섭취한 지방은 소장에서 담즙과 지방분해 효소(lipase)에 의해 2-monoacyl glycerol(2-MG)과 2분자의 지방산(fatty acid)로 분해되어 소장에서 흡수된다. 소장 흡수세포 내로 들어온 2-MG와 장쇄지방

*Corresponding author: Yeong Ok Song
Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University
350 Jangjeon-dong, Geumjeong-gu, Pusan 609-735, Korea
Tel: +82-51-510-2847
Fax: +82-51-583-3648
email: yosong@pusan.ac.kr

표 1. Nutrients' effect on the inflammatory makers and potential modulation of the risk for cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus.

Nutrient	Effect on inflammatory markers	CVD ¹⁾ risk	Type 2 DM ²⁾ risk
Saturated fatty acids	↑CRP, ↑IL-6, ↑E-selectin	↑	↑
Trans fatty acids	↑CRP, ↑IL-6, ↑E-selectin, ↑VCAM-1, ↑ICAM-1	↑	↑
Monounsaturated fatty acids	—	↓	
ω-3 fatty acids	↓IL-1, ↓IL-6, ↓IL-8, ↓TNF-α, ↓CRP, ↓VCAM-1, ↓ICAM-1, ↓E-selectin	↓	
High glycemic index carbohydrates	↑CRP	↑	↑
Fibers	↓CRP		
Antioxidants	↓CRP, ↓TNF-α, ↓VCAM-1, ↓ICAM-1, ↓E-selectin	↓	
	Moderate intake: ↓IL-6		
Alcohol	No or excessive intake: ↑IL-6, ↑IL-8, ↑IL-10, ↑IL-12, ↑IL-13, ↑TNF-α		

¹⁾cardiovascular disease, ²⁾diabetes mellitus

산(long chain fatty acid)은 다시 중성지방으로 합성된 후 인지질, 콜레스테롤 및 apo 단백질과 함께 용해성(solubility)을 증가시키기 위해 지단백질을 형성한다(그림 1). 소장 흡수세포에서 합성된 지단백질은 식이로부터 온 외인성 중성지방을 주로 함유하고 있는 카일로마이크론(chylomicron)으로 식이 지방의 함량이 높아 혈액으로 바로 이동하지 못하고 임파관을 타고 체내를 순환하다가 췌장하에서 정맥으로 이동한 후 혈액을 따라 순환한다. 카일로마이크론이 피하지방세

포에 다다르면 지단백질 내 중성지방만 선택적으로 LPL(lipoprotein lipase)에 의해 글리세롤과 지방산으로 분해되어 지방세포로 이동하고, 이후 중성지방으로 재합성되어 저장된다. 피하지방 세포에 중성지방을 내려준 카일로마이크론은 입자의 크기가 작아지고, 이러한 잔유물(chylomicron remnant)은 간에서 흡수된다. 간은 잉여 탄수화물로부터 중성지방을 합성하고, 이들 내인성 중성지방은 카일로마이크론 잔유물, 그리고 아포단백질과 합쳐져 초저밀도지단백질(very low density lipoprotein, VLDL)을 합성하여 혈액으로 방출된다. VLDL은 혈액 순환 중 피하지방세포에 다다르면 중성지방을 피하지방세포로 이동시키고, 그 자신은 바로 혈액 내에서 저밀도지단백질(low density lipoprotein, LDL)로 전환된다. 이렇게 전환된 LDL은 콜레스테롤을 가장 많이 함유하고 있는 지단백질이 되고 콜레스테롤을 필요로 하는 세포에 이들을 이동시킨 후 남은 콜레스테롤은 간에서 흡수된다. 간은 LDL에 대한 수용체가 있어 LDL을 받아들일 수 있으며, 이때 LDL 내의 콜레스테롤은 담즙 생성에 이용되어 담관을 따라 소장으로 이동한다. 담즙 생성 과정은 콜레스테롤을 체외로 배설하는 중요한 기전이다. 고밀도

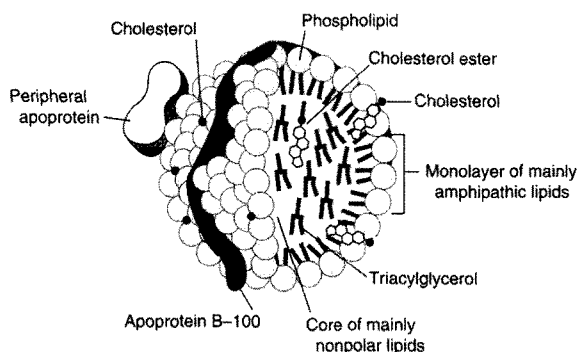
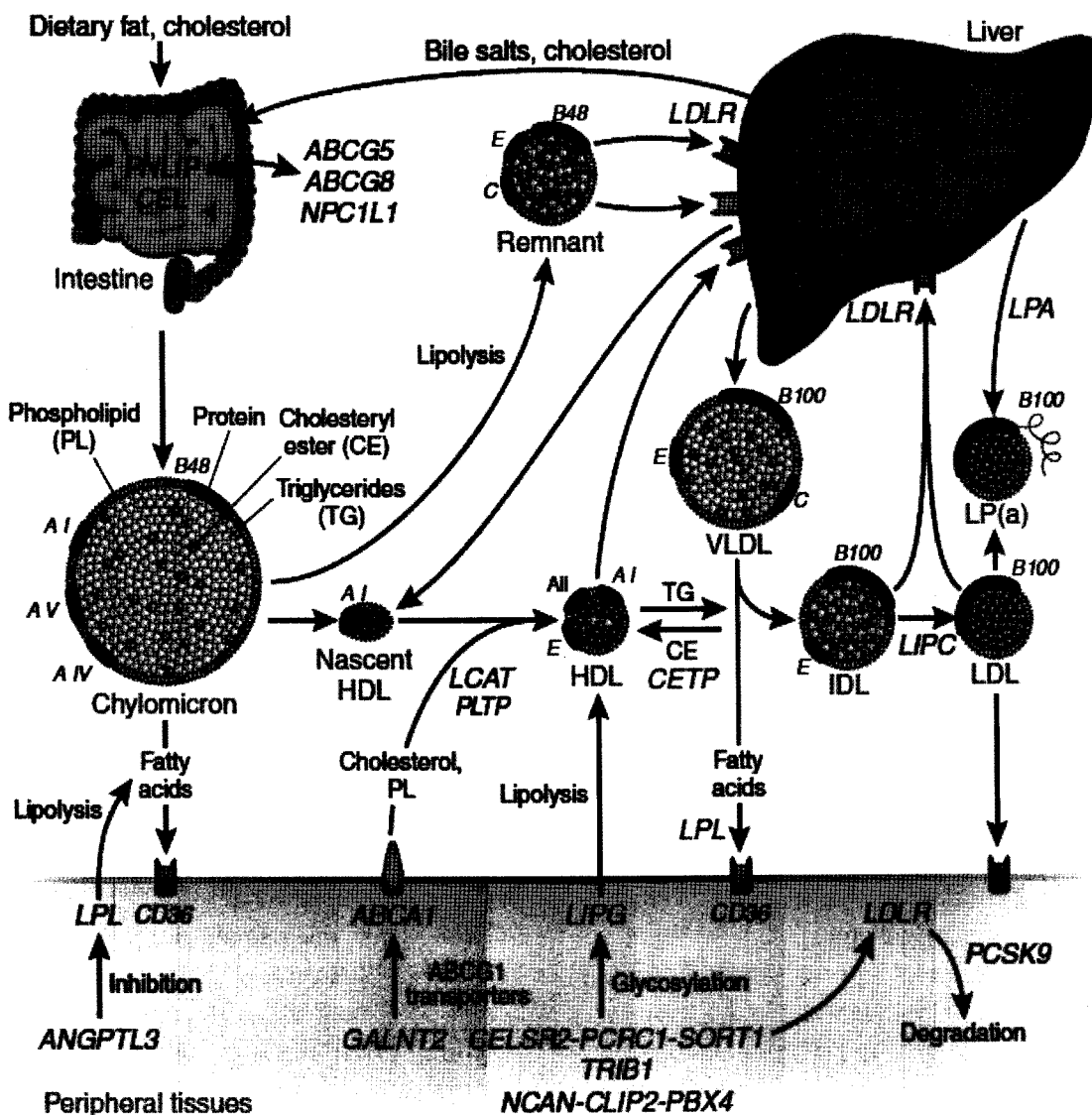


그림 1. General structure of lipoprotein.



Lusis AJ. Nature genetics. (2008)

그림 2. The primary pathways for the metabolism of human plasma lipoproteins.

지단백질(high density lipoprotein, HDL)은 조직 세포가 필요량 이상의 콜레스테롤을 지니고 있을 때 이를 받아들이는 지단백질이다. 혈액에서 새로 만들어진 HDL(native HDL)은 납작하나 세포로부터 잉여콜레스테롤을 받아들이면 원반형으로 부피가 커져 성숙한 HDL(matured HDL)로 전환된다. 이러한 HDL 내의

콜레스테롤은 혈액에서 cholesterol ester transfer protein(CETP)에 의해 LDL로 이동하고, 이 LDL은 위에서 설명한 바와 같이 간에서 흡수된다(그림 2)(8). 혈액 내 지단백질의 특성은 표 2와 같다.

공복 시 지방의 이동은 피하지방세포에 저장된 중성 지방이 지방산과 글리세롤로 분해된 후 각각 혈액으

표 2. Chemical and physical properties of plasma lipoproteins in humans

Property	Chylomicron	VLDL	LDL	HDL
Density (g/mL)	<0.95	<1.006	1.019-1.063	1.063-1.21
Diameter (nm)	80-500	40-80	20	7.5-12
Lipids (% by wt.)	98	92	79	50
Cholesterol	9 82	22 52	47 9	19 3
Apoprotein (%)	A- I, A- II B-48 C- I, II, III E	B-100 C- I, II, III E	B-100	A- I, A- II C- I II III

로 이동한다. 지방산은 미토콘드리아가 있는 세포로 이동하여 지방산 분해과정을 거치면서 에너지를 생성하고, 글리세롤은 간에서 새로운 중성지방 합성 및 기타 대사과정에 참여한다.

2. 에너지원으로 지질

영아의 에너지원을 살펴보면 모유 중 지질의 함유량이 40-50%로 필요한 열량의 50% 이상을 지질로부터 공급받고 있다. 이에 반해 성인의 경우 지질의 섭취량은 총에너지의 20-30% 이상을 차지하지 않도록 권장하고 있는데 이는 성인성 질환의 발병과 지질 섭취량의 상관관계가 있다고 보고되고 있기 때문이다(9). 한

국인의 지질 섭취는 최근에는 총에너지의 30% 수준으로 과거에 비해 지속적으로 상승하고 있다(그림 3)(5).

지방산(fatty acid)은 미토콘드리아에서 β -산화(β -oxidation)를 거쳐 에너지를 생성한다. 간은 필요에너지의 50%, 심장은 50-80%의 에너지를 지방산으로부터 공급받고 있다. 그러나 뇌는 평상 시 글루코스(glucose)를 에너지원으로 사용하나 3일 이상 굶게 되면 지방산 대사산물인 케톤 바디를 에너지로 사용하게 된다(1).

III. 세포막 구성성분인 지방산

지방산은 세포막을 구성하는 중요한 성분이다. 개개의 세포는 다른 세포와 그리고 세포의 환경과 그 구획을 구분 짓기 위하여 소수성이 높은 지방산으로 막을 형성함으로써 세포를 보호하고 있다. 뿐만 아니라 세포내 소기관들도 지방산으로 세포막을 구성하고 있어 다른 소기관들과 그 환경을 분리하고 있다. 고등동물의 세포막은 원형질막으로 지질 이중층으로 형성되어 있다. 원형질막은 세포의 환경을 보호함과 동시에 다른 외부 환경과의 통화를 위해 인지질 이중층으로 구성되어 있는데, 인지질의 머리 부분은 세포의 외부 및 내부로 향해 있고 인지질을 구성하는 지방산은 세포막 내부를 향하고 있다(그림 4)(2).

세포막의 투과성(permeability)은 세포의 정상적인 기능을 수행하는 데 대단히 중요한 요인 중의 하나로

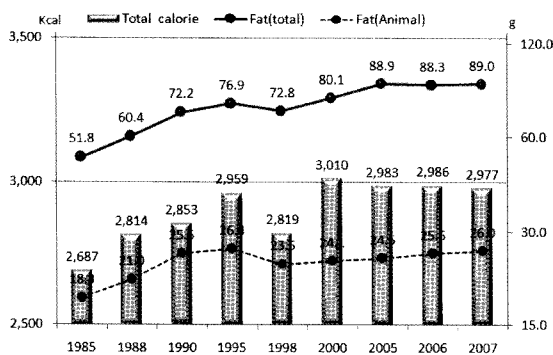


그림 3. 한국인의 에너지 및 지방섭취량 (2009 한국의 사회지표 통계청)

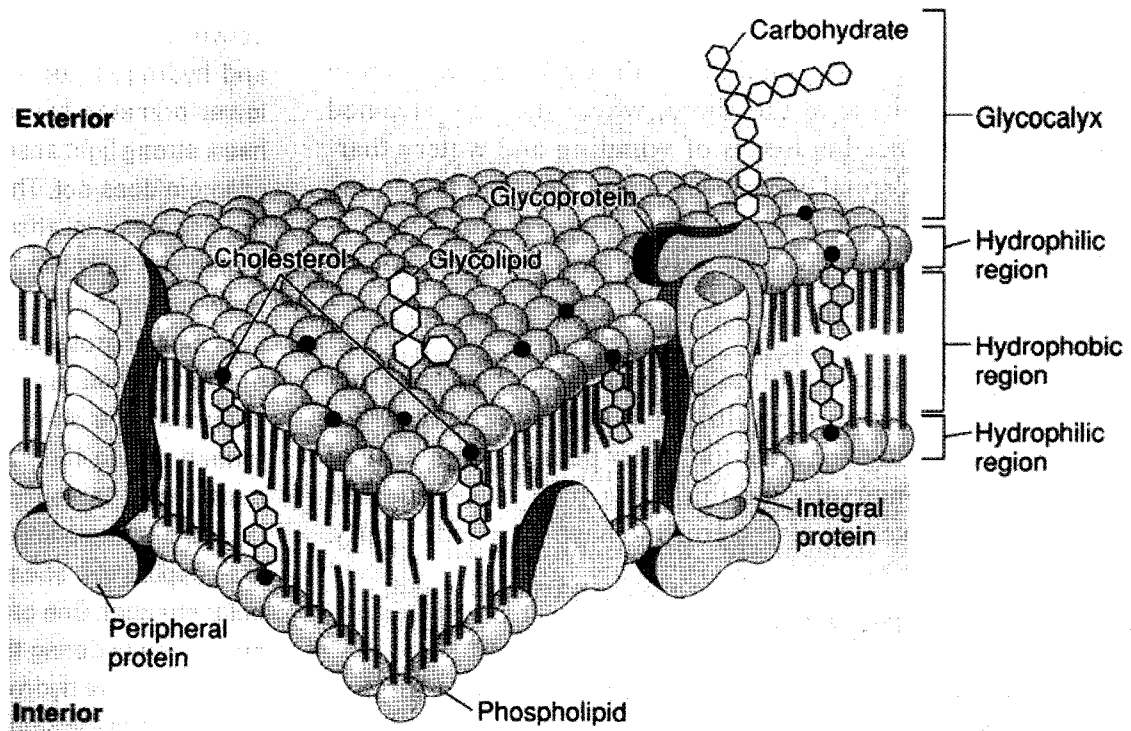


그림 4. Basic structure of an animal cell membrane.

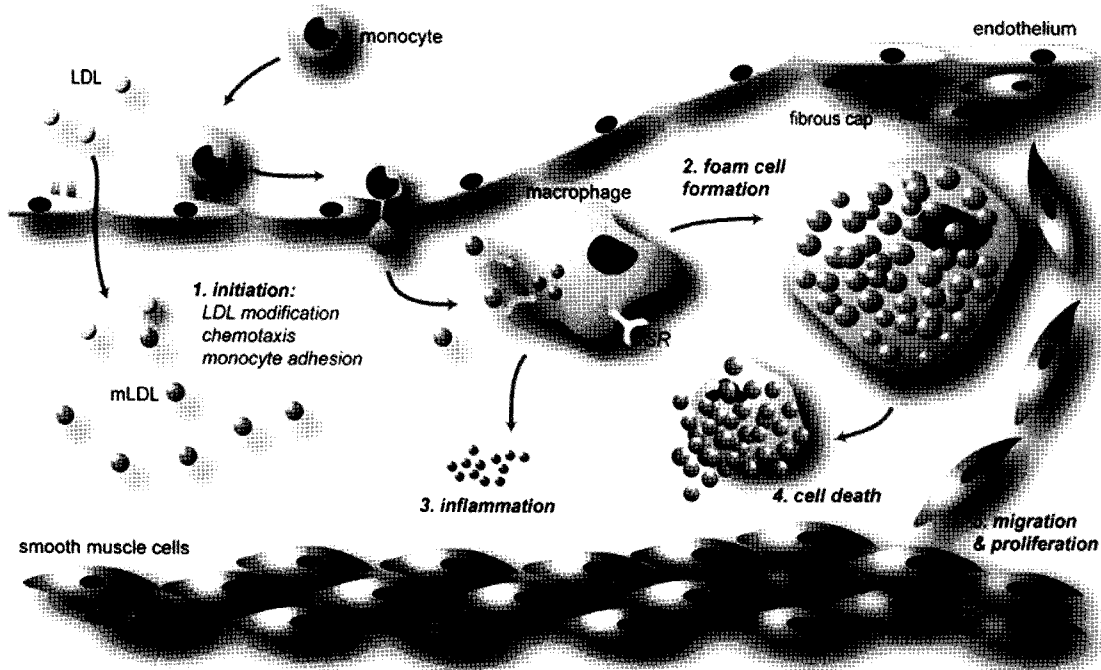
써, 인지질을 구성하는 지방산의 종류에 따라 달라진다. 불포화지방산은 이중 결합이 cis 구조(cis configuration)을 하고 있어 세포막에 인지질이 옆으로 나란히 배열될 때 공간적인 여유를 부여하게 되고, 그 결과 투과성을 높이게 된다. 그러나 인지질을 구성하는 지방산이 포화지방산이나 트랜스(trans) 지방산일 때, 이들 지방산의 구조는 거의 직선상으로 되어있어 인지질이 배열 시 공간적인 여유가 생기지 않고, 이에 세포막의 투과성이 낮아지게 된다(10-14). 따라서 포화지방산의 함량이 높은 육류의 섭취보다는 불포화지방산이 높은 식물성 유지의 섭취는 세포의 투과성을 높일 수 있어 정상적인 세포 기능 수행에 도움을 준다고 알려져 있다. 최근 trans 지방산의 함량이 높은 식품의 섭취 시 심혈관계 질환의 발병률이 높아진다는 보고 역시 세포막의 투과성이 낮아져 세포가 정상적인 대사를 수행하지 못하기 때문이다(15). 세포막을 구성하는 지방산은 체내에서 eicosanoids와 같은 생리활성 물질

의 합성 시 세포내로 이동하여 전구체로 사용된다(16,17).

IV. 지방섭취와 성인성 질환 발병

지방섭취 증가는 인간의 수명을 단축시키는 중요한 원인이라고 알려져 있다. 그러나 인체는 식품을 섭취하지 못하는 기아 상태를 대비하여 저장 에너지원으로 지방을 가장 선호하고 있다. 3대 열량 영양소 중 식량자원으로 가장 많이 사용되고 있는 탄수화물은 섭취 후 에너지원으로 즉시 사용되며 혈당 유지를 위해 간에 저장되는 글리코겐(glycogen) 및 근육에 저장되는 글리코겐 양은 극히 적다. 따라서 잉여의 탄수화물은 간에서 중성지방으로 전환되어 저장된다. 식이지방 역시 흡수 후 피하지방 세포에 1차 저장되었다가 이후 에너지가 필요로 할 때 각 장기로 이동하여 사용된다(1).

인간은 기아에 대비하여 지방을 저장 에너지로 축적하는 형태로 진화되어 왔는데 이는 피하지방세포의 특



Winther et al. Arterioscler Thromb Vasc Biol 25 (2005)

그림 5. Process of atherosclerosis

성 때문이다. 근육세포를 포함한 일반 세포는 수분 80%, 나머지 20%는 단백질, 탄수화물, 지방 등의 성분으로 구성되어 있다. 그러나 피하지방세포는 수분 함량이 20%, 나머지 80%는 중성지방으로 구성되어 있어 에너지 저장 세포로 효율성이 높다. 이러한 지방 세포의 특성 때문에 잉여 에너지 및 지방은 피하지방에 축적되고, 체지방의 축적은 비만(obesity)을 초래하게 된다(2). 비만과 성인성 질환 발병률은 높은 양의 상관관계를 지니고 있으며 최근에는 비만을 식이 섭취 과잉에 의해 나타난 현상으로 여기지 않고 질병으로 간주하고 있다. 우리나라의 평균수명은 80.1세이나 건강수명은 68.6세로 모든 국민이 약 14년 동안 병원이나 다른 영양기관의 도움을 받아야 한다(5). 건강수명을 평균수명까지 높이기 위해서는 성인성질환의 중요한 원인 중 하나인 지방의 섭취를 낮추어야 하고, 또한 식이지방을 대체할 수 있는 기능성 지질 소재의 탐색 및 이의 생산에 대한 노력이 요구된다(10-12,18).

1. 콜레스테롤과 동맥경화

탄소 수 27개를 지니고 있는 콜레스테롤은 세포막을 구성하는 중요한 성분으로 세포 분화에 꼭 필요한 물질이다. 뿐만 아니라 성호르몬의 전구물질로서 그 중요성이 강조되고 있다. 따라서 콜레스테롤은 우리 몸의 모든 세포에서 합성이 가능하며 이에 관여하는 효소가 HMG-Co A reductase이다(2).

대식세포(macrophage)는 조직에 존재하는 면역계 세포로 정상 LDL 및 산화된 LDL에 대한 수용체(receptor)를 지니고 있다. 동맥경화를 일으키는 원인에는 다양한 요인들이 관여하나 그 중 콜레스테롤 축적에 의해 발생하는 동맥경화의 초기 기전은 혈액을 순환하던 monocyte가 염증반응에 의해 동맥내벽(intima of the artery)으로 이동하여 대식세포로 전환되고 전환된 대식세포는 콜레스테롤을 받아들여 지방세포로 변화하는 과정이다(그림 5). 동맥경화가 발생되

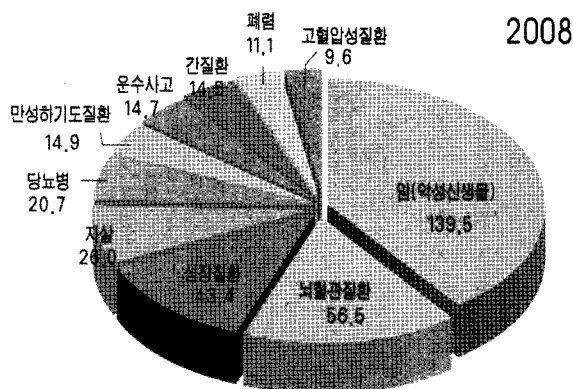


그림 6. 한국인의 사망원인 (2009 한국의 사회지표, 통계청)

면 동맥은 탄력성을 잃고 내강이 두터워져서 혈류장애가 생기게 되는데 이러한 현상은 주로 관상동맥과 뇌동맥에 발생하고, 이에 심장질환(heart disease) 및 뇌졸중(stroke)의 임상증상을 일으킨다(19). 우리나라의 사망원인을 살펴보면 동맥경화에 기인한 심장질환, 뇌졸중 그리고 심혈관계 질환을 2차 질환으로 동반하는 당뇨병에 의한 사망이 암에 의한 사망률과 보다 높다(그림 6)(5).

혈장 지질 농도와 심혈관계 질환의 위험도를 살펴보면(표 3) 고콜레스테롤혈증(hypercholesterolemia)이

동맥경화의 가장 중요한 요인이나 이 이외에도 동맥벽의 염증반응, 혈소판 응집력, 혈관의 수축(vasoconstriction) 및 이완(vasodilatation) 능력 등이 관여하며, LDL의 산화 정도도 중요하게 작용한다. 콜레스테롤을 가장 많이 함유하고 있는 LDL은 반감기가 길어 혈중에서 산화되기 쉽고, 산화된 LDL은 동맥내벽으로 쉽게 이동한다(19). 따라서 혈액 중의 항산화성분과 여성성호르몬인 에스트로젠(estrogen)은 LDL 산화를 억제하여 동맥경화를 억제할 수 있다고 알려져 있다(20). 현대인의 방어영양의 기본으로 식물성 식품을 위주로 한 항산화식이 권장되고 있는 것과 폐경기전 여성의 심혈관계 질환의 발병률이 폐경 후 여성 노인인에 비해 낮은 것은 이러한 사실은 설명하고 있다.

고콜레스테롤혈증은 식이 섭취에 의해 외인성 요인과 콜레스테롤 생합성 효소인 HMG-Co A reductase의 활성이 높아서 발생하는 내인성 요인에 의해 유발된다. 혈중 총 콜레스테롤 농도는 VLDL, LDL 및 HDL에 함유된 콜레스테롤의 합(sum)으로 HDL 콜레스테롤의 농도가 높은 사람은 총콜레스테롤 농도가 높아진다. 따라서 동맥경화의 위험을 판정하는 데 있어 총콜레스테롤, 또는 LDL 콜레스테롤 농도도 중요한 지표로 사용되지만 LDL과 HDL 콜레스테롤의 비역시 중요한 판정 기준으로 사용된다. 일반적으로

표 3. 혈중 지질 농도 및 심혈관계 질환의 위험도

항목	평가			참고
	정상	경계	위험	
중성지방(mg/dL)	<200	200~399	>400	· 탄수화물 및 지방 과다 섭취, 당뇨병, 비만 시 ↑
총콜레스테롤(mg/dL)	<200	200~239	>240	· 고콜레스테롤혈증: 동맥경화, 심혈관계 질환의 위험도 ↑ · 저콜레스테롤혈증: 영양부족
LDL-C(mg/dL)	<130	130~159	>160	· 간에서 다른 조직으로 지질 및 콜레스테롤을 운반하는 역할 담당 · 수치 높은 경우 혈관에 콜레스테롤을 축적하여 심혈관계 질환의 위험 ↑
HDL-C(mg/dL)	>40	35~40	<35	· 혈관에 있는 지질 및 콜레스테롤 성분을 간으로 이동시켜 대사, 배설하는 역할 담당 · 수치가 높은 경우 심혈관계 질환 및 동맥경화의 위험 ↓

자료: 고지혈증 치료지침 제정위원회, 고지혈증 치료지침 제 2판, 1996.

LDL과 HDL 콜레스테롤의 비율이 3.5를 넘으면 동맥경화의 위험도가 높다고 한다(17,19).

2. 포화지방산과 심혈관계 질환

포화지방산은 체내에서 담즙의 분비를 억제하고, 콜레스테롤 생합성 효소의 활성을 증가시키며(ref) 혈장에서 조직 내 잉여콜레스테롤을 HDL로 이동시키는 LCAT(lecithin cholesterol acyl transferase) 효소의 활성을 억제시키고, 세포막에서 LDL 수용체의 활성을 억제하여 혈장 내 콜레스테롤의 농도가 높아지게 하는 효과가 있어 고콜레스테롤혈증을 유발한다(4,10-12). 뿐만 아니라 염증반응에도 참여하여 동맥 내막 표면에 염증관련 cytokine의 발현을 촉진하여(표 1 참조) 대식세포를 동맥벽 내로 이동시키는 기전에도 관련한다(22). 포화지방산 중 탄소수가 12, 14, 그리고 16개인 상대적으로 길이가 짧은 포화지방산의 경우 고콜레스테롤혈증 유발 효과가 더욱 높다고 알려져 있다(10).

3. 고도불포화지방산의 생리학적 중요성

고도의 불포화지방산인 linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid, eicosapentaenoic acid(EPA)

나 docosahexaenoic acid(DHA) 등은 혈중 중성지방이나 콜레스테롤 농도를 낮추어 심혈관계 질환을 예방하는 효과가 있다(10-14). 이들 고도불포화지방산은 오메가 탄소로부터 처음 나오는 이중결합의 위치에 따라 n-3계 및 n-6계 지방산으로 나뉜다(16). 이러한 고도의 불포화지방산의 대사산물은 생리학적으로 중요한 기능을 지니고 있기 때문에 지방산에서 유도된 호르몬이라고 한다. Eicosanoids는 탄소 20개를 지니는 고도불포화지방산의 대사산물로써 cycooxygenase pathway를 거쳐 생성되는 prostagladins, prostacyclins, thromboxanes와 lipoxygenase pathway에서 생성되는 leukotrienes과 lipoxin 등이 있다(그림 7). Eicosanoids는 대사과정 중 작용하는 효소에 따라 생성되는 종류(class)가 다르며, 전구체인 지방산의 종류에 따라 subclass가 달라진다. 이러한 eicosanoids의 생리활성은 subclass에 따라 차이가 있고 이에 따른 임상학적 현상도 다르게 나타난다. Eicosanoids의 임상학적 중요성은 표 4에서 보는바와 같이 현대인의 성인성 질환의 발병과 깊은 관계가 있다. 지금까지의 연구에 의하면 n-3계 지방산으로부터 생성된 eicosanoids는 현대인의 중요한 사망 원인인 심장질환, 암, 폐질환 등과 모든 질환의 원인으로 생각되는 염증반응을 억제하는 효과가 n-6계 지방산에서 생성된 eicosan-

표 4. Clinical importance of eicosanoids produced from arachidonic acid and EPA

Location	Arachidonic acid	EPA
Platelet	TXA ₂ , PGH ₂	TXA ₃ , PGH ₃
	aggregation(강)	aggregation(약)
	vasoconstriction(강)	vasoconstriction(약)
Endothelium	PGI ₂	PGI ₃
	anti-aggregation(약)	anti-aggregation(강)
	vasodilation(약)	vasodilation(강)
Uterus	PGE ₂ , PGF ₂	PGE ₃ , PGF ₃
	SMC contractility(강)	SMC contractility(약)
Neutrophil	LTB ₄	LTB ₅
	chemotaxic(강)	chemotaxic(약)
Lung	LTC ₄ , LTD ₄	LTC ₅ , LTD ₅ , LTE ₃
	bronchial constriction(강)	bronchial constriction(약)

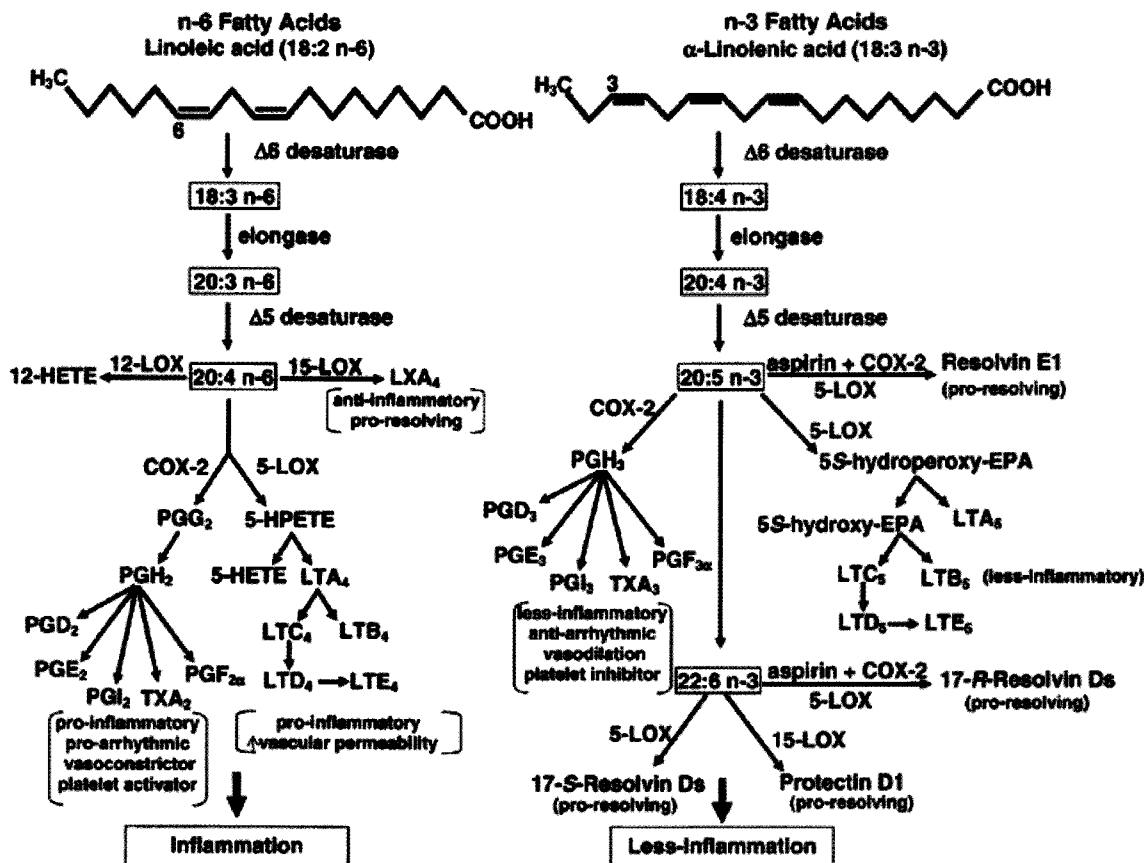


그림 7. 고도불포화 지방산의 대사경로

oids와 높은 것으로 알려져 있다(16,17). n-3계 지방산인 EPA 및 DHA가 함유된 등푸른 생선의 섭취는 혈소판 응집을 억제하고, 동맥내벽을 확장시키는 효과가 커 심혈관계 질환의 예방에 도움이 된다고 알려져 있다(21-25).

4. 비만과 성인성 당뇨

비인슐린 의존성 당뇨(non insulin dependent diabetes mellitus, NIDDM)은 비만인 성인에게서 흔히 나타나기 때문에 일반적으로 성인성 당뇨(Adult onset diabetes mellitus)라고 명명되어 왔으나 최근에는 NIDDM으로 명명한다. 당뇨병은 당질대사 이상 질환으로 인슐린(insulin) 분비에 이상이 있거나 인슐린 저

항성 또는 내당능장애가 있는 사람에게서 볼 수 있다. 비만에 의한 고인슐린혈증이 있는 경우 인슐린이 sodium의 흡수를 촉진하여 고혈압을 일으키고, 이에 심혈관계질환의 발병률이 높아진다고 한다(6,14). 뿐만 아니라 당뇨병자는 당질대사가 원활하지 않기 때문에 에너지원으로 지질을 사용하게 되고, 이에 당뇨가 진행될수록 지질대사가 항진된다. 이러한 현상은 지방을 과잉 섭취한 것과 동일한 결과를 초래하게 되어 당뇨병자는 합병증으로 지방 대사 이상에 기인한 질환인 관상동맥질환, 백내장 등을 나타내게 된다(10).

5. 지방섭취와 대장암

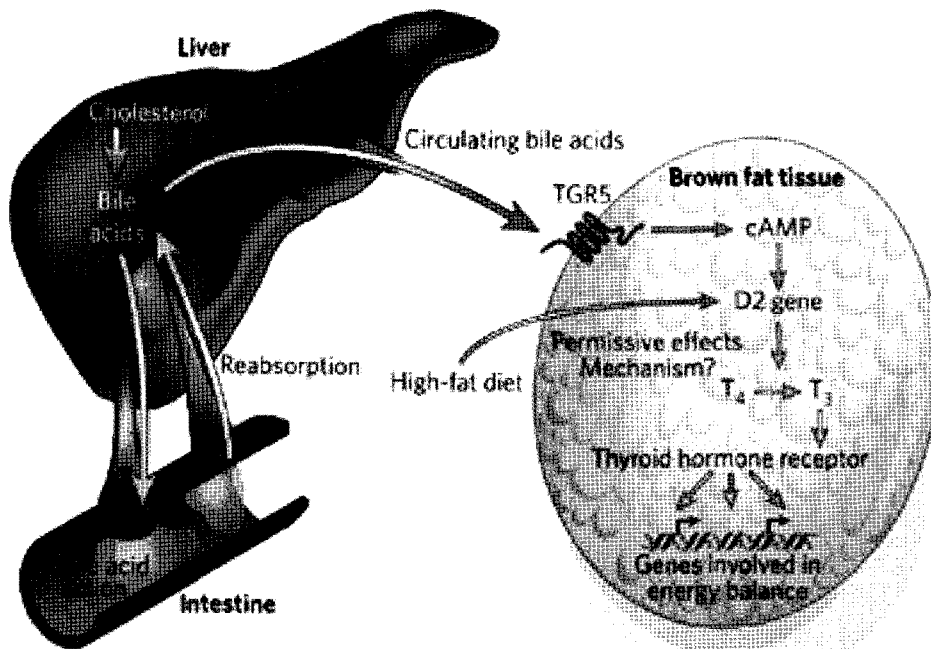
암 발생과 관련 있는 영양소는 다양하나, 지방섭취

량과 가장 높은 상관성이 있는 암은 대장암이다(10). 지방의 소화와 흡수에 관여하는 담즙은 간에서 콜레스테롤을 전구물질로 합성된 후 담낭에 축적되어 있다가 소장으로 분비된다. 담즙의 구성성분인 cholic acid와 chenodeoxycholic acids는 소장 내 세균에 의해 2차 담즙산인 deoxycholic acid와 lithocholic acid로 전환되는데 2차 담즙산의 용해도는 1차 담즙산에 비해 현저히 떨어진다. 소장으로 분비된 담즙의 95%는 회장에서 간으로 순환되어 재흡수되나 이중 5% 정도는 대장으로 배설된다(그림 8). 간으로 재흡수 되지 못한 2차 담즙산은 분변과 함께 체외로 배설되는 데, 이들은 발암 물질로 알려져 있다(1,2). 식이 중 지방 함량은 높고, 섬유소 함량은 낮은 저 잔사 식품을 섭취할 때 대장으로 이동하는 2차 담즙산 양은 증가하는 반면, 대장에 충분한 양의 잔사를 축적하지 못해 분변이 체외로 배설되지 못함으로써 발암물질의 장내 체류하는 시간이 길어지게 된다. 분변이 제거되는 기전

은 직장에 일정한 양의 잔사가 축적되어 장벽세포를 자극함으로써 일어나게 된다. 따라서 대장암을 예방하기 위하여 지방의 섭취를 낮추고, 식이섬유소의 섭취를 증가하는 것은 대단히 중요하다(10,11).

V. 결론

지질은 열량 영양소 및 세포막을 구성하는 중요한 성분이며, 인체의 생리활성을 조절하는 중요한 영양소이다. 지방세포는 지방을 80% 그리고 물을 20% 함유할 수 있는 특성 때문에 인간의 진화 과정 중 에너지를 저장하는 주세포로 발전하였다. 농업 및 산업의 발달에 따라 식량 자원이 풍부해짐에 따라 영양부족보다는 영양과잉에 의한 건강 장애가 현대인에 있어서는 문제로 등장하고 있다. 비만은 심혈관계 질환, 뇌졸중, 암, 당뇨 등의 성인성 질환 발병과 높은 상관관계가 있고, 이러한 질환들은 오랜 시간을 거쳐 발생하



Baxter JD. Nature 439: 402-403 (2006)

그림 8. Bile acid 대사경로

는 만성질환으로 영양소 중 지방의 과잉 섭취가 가장 심각한 문제로 대두되고 있다. 고콜레스테롤혈증은 동맥경화를 일으키는 가장 중요한 요인으로 콜레스테롤 함량이 높은 식품뿐만 아니라, 포화지방산, 그리고 트랜스 지방산의 함량이 높은 식품의 섭취 시에도 발생한다고 알려져 있다. 이에 만성질환을 예방하기 위한 방어 영양은 동물성 식품보다는 식물성 식품의 섭취를 권장하고 있고, 지방 섭취 시에도 불포화지방산의 함량이 높은 지질을 섭취하도록 권장하여 왔다. 그러나 이들 고도의 불포화지방산에서 유도된 eicosanoids의 생리활성이 전구 지방산에 따라 다르고, n-3계 지방산에서 생성된 eicosanoids의 건강증진 기능, 특히 심혈관계 질환을 예방하는 효과가 높다고 알려져 있어 EPA나 DHA가 많이 함유된 식품의 섭취를 권장하고 있다. 최근에는 천연식품에 함유되어 있는 기존의 지질이 지니고 있는 건강관련 문제점을 해결하기 위해 새로운 지질 소재에 대한 요구가 증가하고 있고, 이에 기능성 지질을 개발하기 위한 유지생명공학 기술도 발전하고 있다.

참고문헌

- Rolfes SR, Pinna K, Whitney E. Understanding normal and clinical nutrition. Wadsworth Inc., Belmont, CA, USA. pp.139-168 (2008)
- Lieberman M, Marks AD. Basic medical biochemistry: A clinical approach. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins, Walnut St. Philadelphia, PA, USA (2009).
- World Health Organization. 2008 WHO: Mortality database. Available from: <http://www.who.int>. Accessed Aug, 2010.
- Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Saturated fat carbohydrate, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr.* 91: 502-509 (2010)
- 통계청. 한국의 사회지표, 강문인쇄사, 대전, 한국. 2010
- Gami AS, Witt BJ, Howard DE, Patricia J. Erwin PJ, Lisa A. Gami RN, Somers VK, Montori VM. Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Journal of the American College of Cardiology* 49: 403-414 (2007)
- Roberts CK, Barnard RJ. Effects of exercise and diet on chronic disease. *J. Appl Physiol.* 98: 3-30 (2005)
- Lusis AJ, Pajukanta P. A treasure trove for lipoprotein biology. *Nature genetics* 40: 129-130 (2008)
- Williams S. Nutrition throughout the life cycle. 4th ed. McGraw-Hill Book Co. New York (2000)
- Williams CM. Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech.* 49: 165-80 165 (2000)
- Stuchlik M, Zak S. Vegetable lipids as components of functional foods. *Biomed. Papers* 146: 3-10 (2002)
- Henry J. Processing, manufacturing, uses and labelling of fats in the food Supply. *Ann Nutr Metab.* 55: 273-300 (2009)
- Richard D, Bausero P, Schneider C, Visioli F. Polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease. *Cell. Mol. Life Sci.* 66:3277-288 (2009)
- Siddiqui RA, Harvey KA, Zaloga GP. Modulation of enzymatic activities by n-3 polyunsaturated fatty acids to support cardiovascular health. *Journal of Nutritional Biochemistry* 19: 417-437 (2008)
- Mozaffarian D, Aro A, Willett WC. Health effects of trans-fatty acids: experimental and observational evidence. *European journal of clinical nutrition* 63: S5-S21 (2009)
- Schmitz G, Ecker J. The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. *Progress in Lipid Research* 47: 147-155 (2008)
- Jung UJ, Torrejon C, Tighe AP, Deckelbaum RJ. n-3 fatty acids and cardiovascular disease: mechanisms underlying beneficial effects. *Am J Clin Nutr.* 87: 2003S-2009S.
- 윤석후. 기능성지질과 유지생명공학기술. *Bulletin of Food Technology* 22: 211-226 (2009)
- Hansson GK, Libby P. The immune response in atherosclerosis: a double-edged sword. *Immunology* 6: 508-519 (2006)
- Keservani RK, Kesharwani RK, Vyas N, Jain S, Raghuvanshi R, Sharma AK. Nutraceutical and functional food as future food: a review. *Scholar Research Library* 2: 106-116 (2010)
- Weaver KL, Ivester P, Seeds M, Case LD, Arm JP, Chilton FH. Effect of dietary fatty acids on inflammatory gene expression in healthy humans. *Journal of Biological Chemistry* 284: 15400-15407 (2009)
- Calder PC. n-3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *Am J Clin Nutr.* 83: 1505S-1509S (2006)
- Kontogianni MD, Zampelas A, Tsigos C. *Ann. Nutrition and Inflammatory Load.* N.Y. Acad. Sci. 1083: 214-238 (2006).
- Caterina R, Zampolli A. Antiatherogenic effects of n-3 fatty acids-evidence and mechanisms. *Heart International* 2: 141-154 2006)
- Deckelbaum RJ, Worgall TS, Seo T. n-3 Fatty acids and gene expression. *Am J Clin Nutr* 83: 1520S-1525S (2006)