

E-生化学 (保健学科版 Ver1.07)
(Ⅲ) 脂質の化学と代謝

D. リポ蛋白

信州大学医学部保健学科検査技術科学専攻
准教授 日高 宏哉

E-mail: hiroyan@hsp.md.shinshu-u.ac.jp



III. 脂質の化学と代謝

E. リポ蛋白

Index (リポ蛋白)

1. 血清脂質
2. リポ蛋白粒子の構造
3. リポ蛋白の種類
4. リポ蛋白の脂質組成 (%)
5. リポ蛋白の機能
6. 脂肪の腸内での動態
7. リポ蛋白の代謝

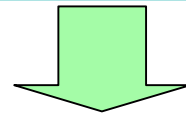


1. 血清脂質

- 血清(血漿)中脂質には、次に示すような脂質が存在する。
- 血清中脂質は脂肪酸を除いて、アポ蛋白という蛋白群と結合してリポ蛋白(粒子)を形成して、血液中を循環している。
- 脂肪酸はアルブミンと結合しているが、リポ蛋白粒子に単独では存在しないので、遊離脂肪酸といわれる。

血清(血漿)中脂質

- コレステロール (遊離型、エステル型)
- トリグリセライド
- リン脂質(グリセロリン脂質、スフィンゴ脂質)
- 遊離脂肪酸



リポ蛋白

Lipid & protein complex

アポ蛋白とリポ蛋白の複合体を形成
(遊離脂肪酸 ⇨ アルブミンと結合)

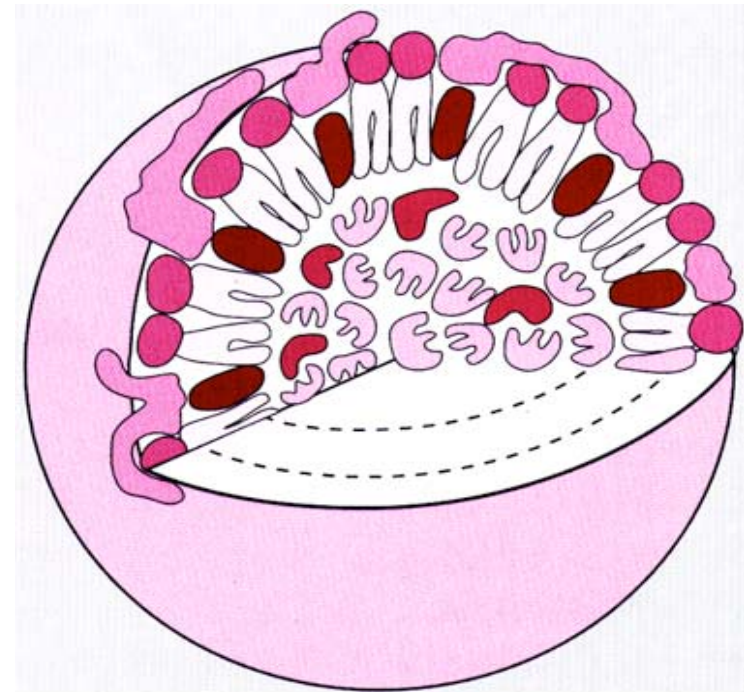
アポ蛋白

アポ蛋白A-I、A-II、B、C-II、C-III、E



2. リポ蛋白粒子の構造

- ・リポ蛋白粒子は、トリグリセリドとエステル型コレステロールの2つの疎水性脂質を核とし、その表面を親水性のリン脂質、遊離コレステロールとアポ蛋白(親水部分が表面に露出)が覆って、球状の形態をとって血清中に存在している
- ・リポ蛋白の主な役割は、小腸あるいは肝で合成された脂質を血中で運搬し、各組織に供給することである



3. リポ蛋白(Lp)の種類

- ・リポ蛋白は組成や性状の違いによって分類される

主なLp

比重

・カイロミクロン (CM)		<0.96
・CMレムナント		
・VLDL (very low density Lp : 超低比重Lp)		0.96～1.006
・IDL (intermediate low density Lp : 中間低比重Lp)		1.006～1.019
・LDL (low density Lp : 低比重Lp)		1.019～1.063
・HDL (high density Lp : 高比重Lp)	HDL ₂	1.063～1.125
	HDL ₃	1.125～1.121
・VHDL (very high density Lp : 超高比重Lp)		1.121～1.125

特殊なLp

- ・Lp(a) : リポスモールA
- ・ブロードβLp
- ・LpX
- ・LpY

- ・小粒子 (small dense) LDL
- ・酸化LDL
- ・糖化LDL



4. リポ蛋白の脂質組成 (%)

リポ蛋白の脂質組成

リポ蛋白/脂質	EC	FC	TG	PL	Protein
カイロミクロン	2~4	1~3	80~90	3~6	3 >
VLDL	12	7	50~70	15~20	1~7
IDL	27	8	40	18	7
LDL	37	8	10	22	23
HDL ₂	18	6	5	30	41
HDL ₃	13	3	5	22	56

(%)

EC : エステル型コレステロール、FC : 遊離型コレステロール、TG : トリグリセリド、
PL : リン脂質

リポ蛋白には、1種類から数種類のアポリポ蛋白と4種類の脂質成分（コレステロール、トリグリセリド、リン脂質、タンパク質）が上の図のようにいろいろな割合で含まれている



5. リポ蛋白の機能

小腸あるいは肝で合成された脂質を血中で運搬し、各組織に供給する

脂質の機能：

- 1) コレステロール : 細胞膜の構築、ステロイドホルモン材料
- 2) トリグリセライド : エネルギー源
- 3) リン脂質 : 細胞膜の構築、蛋白代謝の制御
- 4) 脂肪酸 : エネルギー源、アディポサイトカイン(インスリン抵抗関連物質)の一つ

(遊離脂肪酸は血清アルブミンと結合して存在)

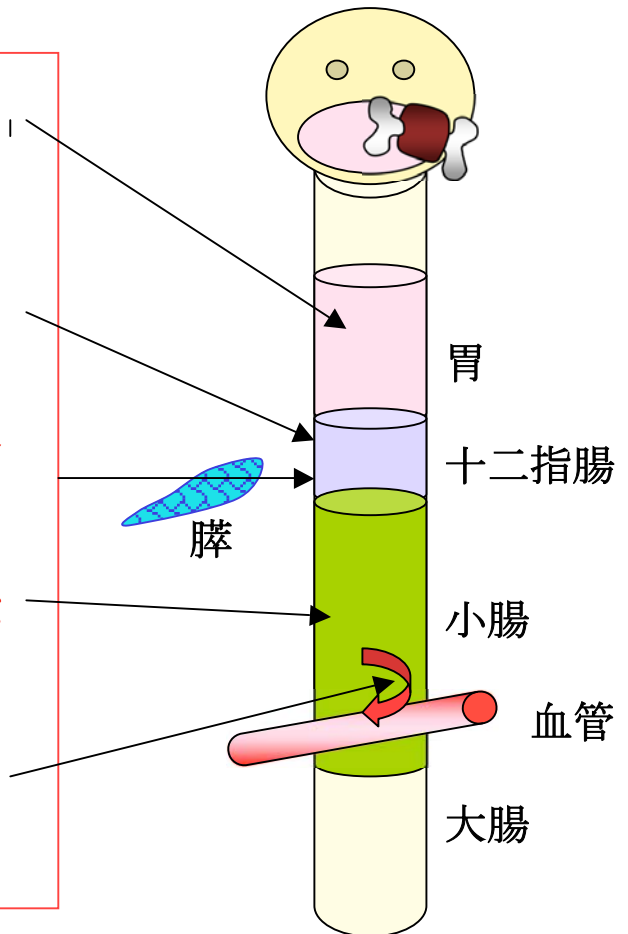
アポ蛋白の機能：

- 1) 脂質代謝関連酵素の制御
- 2) 受容体(レセプター) への結合に関与するリガンド
- 3) CMやVLDL分泌



6. 脂肪の腸内での動態

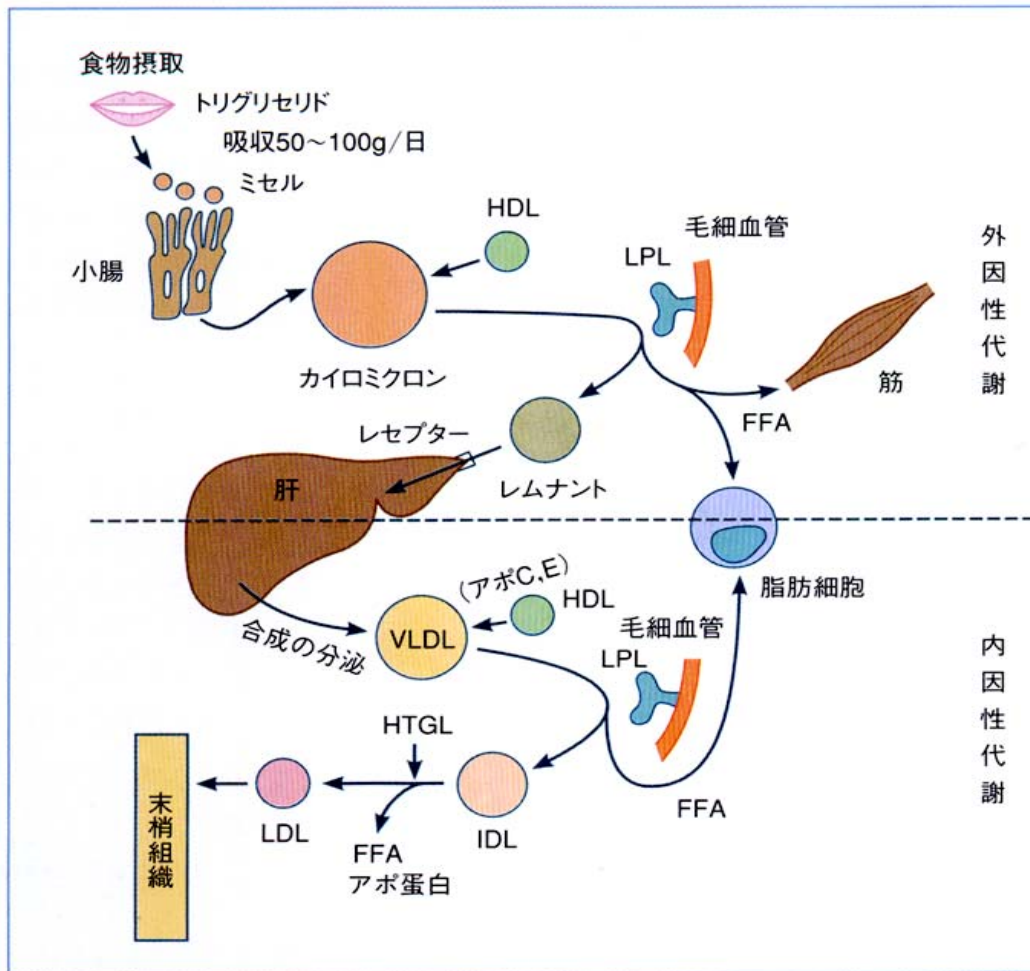
- ① 食物として摂取された脂肪は胃内で摩滅して、十二指腸に送られる
- ② 十二指腸では、胆汁酸の表面活性作用により消化液とよく混合されエマルジョンとなる
- ③ TGは膵リパーゼにより分解され、モノアシルグリセロール(MG)に消化分解。
- ④ 小腸上皮細胞で吸収され、腸粘膜上皮で再び中性脂肪 (TG)に合成される
- ⑤ リンパ管、胸管を経由し体内にカイロミクロンとして血液中に分泌される。



*カイロミクロンは食餌由来脂質のリポ蛋白(外因性リポ蛋白)である。



7. リポ蛋白の代謝



VLDL : 超低比重リポ蛋白、 LDL : 低比重リポ蛋白
 HDL : 高比重リポ蛋白、 IDL : 中間比重リポ蛋白
 LPL : リポ蛋白リパーゼ、 FFA : 遊離脂肪酸
 HTGL : 肝性リパーゼ、 TG : トリグリセリド
 CM : カイロミクロン、 Chol : コレステロール

- ★食事由来(外因性)のTGは小腸で吸収され、CMを形成して血中に入り、LPLやHTGLの作用を受けて最終的には肝においてアポEレセプターを介して処理される
- ★LPLの作用を受けたCMは脂肪酸を放出し、これは筋や脂肪組織に取り込まれてエネルギー源として利用されたり、脂肪として貯蔵される
- ★肝で合成されたVLDLは血中で同様にLPLやHTGLの作用を受けてLDLにまで変化し、LDLレセプターを介して肝および末梢組織において処理される
- ★VLDLは主に肝臓で合成された内因性TGとCholを末梢組織へ運搬する
- ★HDLは末梢組織よりCholを取り込み、LCAT*1あるいはChol輸送蛋白(CETP)の働きにより、そのCholをVLDLあるいはLDLへと再分配してCholを肝で処理される経路へと運搬する

*1 LCAT (lecithin-cholesterol acyltransferase) 遊離型コレステロールとレシチンからエステル型コレステロールとリゾレシチを合成する



理解度確認小テスト(Ⅲ-D)

Q. 1 : リポ蛋白の構造の説明で間違っているのはどれか？ 2つ選択しなさい。

- 1) リポ蛋白は細胞膜に存在する脂質と蛋白の複合体である。
- 2) リポ蛋白には脂肪酸は単体 (遊離脂肪酸として) で結合して存在する
- 3) リン脂質はリポ蛋白の表面側に存在する
- 4) リポ蛋白は球状の形態をとっている
- 5) エステル型コレステロールはリポ蛋白の内部(核の部分)に存在する。

Q. 2 : トリグリセライドを豊富に含むリポ蛋白はどれか？ 2つ選択しなさい。

- 1) 超低比重リポ蛋白 (VLDL)
- 2) カイロミクロン (CM)
- 3) 低比重リポ蛋白 (LDL)
- 4) 遊離脂肪酸 (FFA)
- 5) 高比重リポ蛋白 (HDL)

Q. 3 : リポ蛋白の機能の説明で間違っているのはどれか？ 2つ選択しなさい。

- 1) リポ蛋白は細胞を構築するのに必要な脂質と蛋白の複合体である。
- 2) リポ蛋白は血漿中をアルブミンを輸送するのに必要な運搬体である
- 3) リポ蛋白は小腸あるいは肝で合成された脂質を血中で運搬し、各組織に供給する
- 4) 食餌性の脂質は、カイロミクロンとして血液中に分泌され、肝臓に運搬される
- 5) 超低比重リポ蛋白 (VLDL) は肝臓で合成され血液中に分泌されて脂質を運搬する。

