

脂类

所属类别：
有机物

脂类是人体需要的重要营养素之一，供给机体所需的能量、提供机体所需的必需脂肪酸，是人体细胞组织的组成成分。人体每天需摄取一定量脂类物质，但摄入过多可导致高脂血症、动脉粥样硬化等疾病的发生和发展。过少呢？

基本信息

- 中文名 脂类
- 外文名 Lipid
- 相关词组 脂肪 脂粉
- 分类 油脂和类脂
- 溶解性 一般不溶于水
- 物质组成 化合物

定义

脂类

英语名词:**Lipid** 不溶于水而能被**乙醚**、氯仿、苯等非极性**有机溶剂**抽提出的化合物



统称脂类。

脂类分子式，

脂类包括油脂(甘油三酯)和类脂(磷脂、固醇类)。

对脂类的理解，主要有 2 个方向：

- 1、食物中的脂类:医学、营养学、运动与健康领域较关注，主要是考虑饮食与人类/动物疾病的关联；
- 2、人体/动植物体内的脂类:生理学、病理学关注，主要是研究它们在生理/病理状态下，脂类起到何种作用。

脂类是油、脂肪、类脂的总称。食物中的油脂主要是油、脂肪，一般把常温下是液体的称作油，而把常温下是固体的称作脂肪。

脂类是人体需要的重要营养素之一，它与蛋白质、碳水化合物是**产能**的三大营养素，在供给人体能量方面起着重要作用。脂类也是人体细胞组织的组成成分，如细胞膜、神经髓鞘都必须有脂类参与。

【补充信息】脂类与脂肪、酯类的语义区别--

脂类所指代的一类物质较脂肪更广。而酯类则是从化学角度来看物质世界，有不少是化工原料。有些酯类是脂肪的构成成分。

如上所述，**脂类**包括脂肪酸(多是 4 碳以上的长链一元羧酸)和醇(包括甘油醇、硝氨醇、高级一元醇和固醇)等所组成的酯类及其衍生物。包括单纯脂类、复合酯类及衍生脂质。

脂肪是指人体或动物体内的、由一分子甘油和三分子脂肪酸结合而成的甘油三酯。

酯类是指酸(羧酸或无机含氧酸)与醇起反应生成的一类有机化合物。低分子量酯是无色、易挥发的芳香液体，如:如乙酸乙酯 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 、乙酸苯酯 $\text{CH}_3\text{COOC}_6\text{H}_5$ 、苯甲酸甲酯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3$ 等;高级饱和脂肪酸单酯常为无色无味的固体，高级脂肪酸与高级脂肪醇形成的酯为蜡状固体。所以，**酯类**与**脂类**不可替代使用。

分类

1.油脂

油脂(Fat)即甘油三酯或称之为脂酰甘油(triacylglycerol)，是油和脂肪的统称。一般将常温下（16 度）呈液态的油脂称为油，而将其呈固态时称为脂肪。

脂肪是由甘油和脂肪酸脱水合成而形成的。脂肪酸的羧基中的-OH 与甘油羟基中的-H 结合而失去一分子水，于是甘油与脂肪酸之间形成酯键，变成了脂肪分子。

脂肪中的三个酰基(无机或有机含氧酸除去羟基后所余下的原子团)一般是不同的，来源于碳十六、碳十八或其他脂肪酸。有双键的脂肪酸称为不饱和脂肪酸，没有双键的则称为饱和脂肪酸。

动物的脂肪中，不饱和脂肪酸很少，植物油中则比较多。膳食中饱和脂肪太多会引起动脉粥样硬化，因为脂肪和胆固醇均会在血管内壁上沉积而形成斑块，这样就会妨碍血流，产生心血管疾病。也由于此，血管壁上有沉淀物，血管变窄，使肥胖症患者容易患上高血压等疾病。戴维斯提出饱和脂肪酸不可超过食物总量的 7%。

油脂分布十分广泛，各种植物的种子、动物的组织和器官中都存有一定数量的油脂，特别是油料作物的种子和动物皮下的脂肪组织，油脂含量丰富。人体内的脂肪约占体重的 10%~20%。人体内脂肪酸种类很多，生成甘油三酯时可有不同的排列组合方式。因此，甘油三酯具有多种存在形式。

贮存能量和供给能量是脂肪最重要的生理功能。1克脂肪在体内完全氧化时可释放出 38kJ(9.3kcal)的能量，比 1 克糖原或蛋白质所释放的能量多两倍以上。脂肪组织是体内专门用于贮存脂肪的组织，当机体需要能量时，脂肪组织细胞中贮存的脂肪可动员出来分解供给机体的需要。此外，高等动物和人体内的脂肪，还有减少身体热量损失，维持体温恒定，减少内部器官之间摩擦和缓冲外界压力的作用。

2.类脂

类脂(lipids)包括**磷脂**(phospholipids)，**糖脂**(glycolipid)和**胆固醇及其酯**(cholesterol and cholesterol ester)三大类。

①**磷脂**是含有磷酸的脂类，包括由甘油构成的甘油磷脂(phosphoglycerides)与由鞘氨醇构成的鞘磷脂(sphingomyelin)。在动物的脑和卵中，大豆的种子中，磷脂的含量较多。

②**糖脂**是含有糖基的脂类。

③**胆固醇及甾类化合物**(类固醇)等物质主要包括胆固醇、胆酸、性激素及维生素 D 等。这些物质对于生物体维持正常的新陈代谢和生殖过程，起着重要的调节作用。

另外，胆固醇还是脂肪酸盐和维生素 D3 以及类固醇激素等的合成原料，对于调节机体脂类物质的吸收，尤其是脂溶性维生素(A, D, E, K)的吸收以及钙、磷代谢等均起着重要作用。这三大类脂是生物膜的重要组成成分，构成疏水性的"屏障"(barrier)，分隔细胞水溶性成分及将细胞划分为细胞器/核等小的区室，保证细胞内同时进行多种代谢活动而互不干扰，维持细胞正常结构与功能等。

化学组成

1.单纯脂定义:脂肪酸与醇脱水缩合形成的化合物。

蜡:高级脂肪酸与高级一元醇，一般为幼植物体表覆盖物，叶面，动物体表覆盖物，同时也是蜂蜡的主要成分。

甘油酯:高级脂肪酸与甘油，最多的脂类。

2.复合脂定义:单纯脂加上磷酸等基团产生的衍生物。

磷脂:甘油磷脂(卵磷脂、脑磷脂)、鞘磷脂(神经细胞中含量丰富)。

3.脂的前体及衍生物

萜类(音 tiē)和甾类(音 zāi)及其衍生物:不含脂肪酸，都是异戊二烯的衍生物。

衍生脂:上述脂类的水解产物，包括脂肪酸及其衍生物、甘油、鞘氨醇等。

高级脂肪酸、甘油、固醇、前列腺素。

4.结合脂定义:脂与其它生物分子形成的复合物。如糖脂、脂蛋白等。

糖脂:糖与脂类通过糖苷键连接起来的化合物(共价键)，如霍乱毒素。

脂蛋白:脂类与蛋白质在肝脏内通过非共价结合形成的产物，如血液中的几种脂蛋白，VLDL、LDL、HDL、VHDL 是脂类的运输方式。

化学结构

概括

脂质(Lipids)又称脂类,是脂肪及类脂的总称.这是一类不溶于水而易溶于脂肪溶剂(醇、醚、氯仿、苯)等非极性有机溶剂。并

能为机体利用的重要有机化合物。脂质包括的脂类分子式范围广泛，其分类方法亦有多种。通常根据脂质的主要组成成分分为：简单脂质、复合脂质、衍生脂质、不皂化脂类。

脂质包括多种多样的分子，其特点是主要由碳和氢两种元素以非极性的共价键组成。由于这些分子是非极性的，所以和水不能相容，因此是疏水的。严格地说，脂质不是大分子，因为它们的相对分子质量不如糖类、蛋白质和核酸的那么大，而且它们也不是聚合物。

简单脂质

简单脂质是脂肪酸与各种不同的醇类形成的酯，简单脂质包括酰基甘油酯和蜡。

(一)酰基甘油酯

酰基甘油酯又称脂肪是以甘油为主链的脂肪酸酯。如三酰基甘油酯的化学结构为甘油分子中三个羟基都被脂肪酸酯化，故称为甘油三酯(**triglyceride**)或中性脂肪。甘油分子本身无不对称碳原子。但它的三个羟基可被不同的脂肪酸酯化，则甘油分子的中间一个碳原子是一个不对称原子，因而有两种不同的构型(**L-构型**和 **D-构型**)。天然的甘油三酯都是 **L-构型**。酰基甘油酯分为甘

油一酯、甘油二酯、甘油三酯、烷基醚(或 α 、 β 烯基醚)酰基甘油酯。

(二)蜡

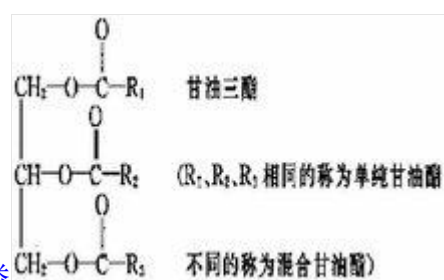
蜡(waxes)是不溶于水的固体，是高级脂肪酸和长链一羟基脂醇所形成的酯，或者是高级脂肪酸甾醇所形成的酯。常见有真蜡、固醇蜡等。

真蜡是一类长链一元醇的脂肪酸酯。

固酯蜡是固醇与脂肪酸形成的酯，如维生素 A 酯、维生素 D 酯等。

复合脂质

复合脂质(complex lipids)即含有其他化学基团的脂肪酸酯，体



内主要含磷

脂类分子式脂和糖脂两种

复合脂质。

(一)磷脂

磷脂(phospholipid)是生物膜的重要组成部分，其特点是在水解后产生含有脂肪酸和磷酸的混合物。根据磷脂的主链结构分为磷酸甘油酯和鞘磷脂。

1.磷酸甘油酯(phosphoglycerides)主链为甘油-3-磷酸，甘油分子中的另外两个羟基都被脂肪酸所酯化，磷酸基团又可被各种结构不同的小分子化合物酯化后形成各种磷酸甘油酯。体内含量较多的是磷脂酰胆碱(卵磷脂)、磷脂酰乙醇胺(脑磷脂)、磷脂酰丝氨酸、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油(心磷脂)及磷脂酰肌醇等，每一磷脂可因组成的脂肪酸不同而有若干种。

从分子结构可知甘油分子的中央原子是不对称的。因而有不同的立体构型。天然存在的磷酸甘油酯都具有相同的主体化学构型。按照化学惯例。这些分子可以用二维投影式来表示。D-和 L 甘油醛的构型就是根据其 X 射线结晶学结果确定的。右旋为 D 构型，左旋为 L 构型。磷酸甘油酯的立体化学构型及命名由此而确定。

2.鞘磷脂(sphingomyelin)鞘磷脂是含鞘氨醇或二氢鞘氨醇的磷脂，其分子不含甘油，是一分子脂肪酸以酰胺键与鞘氨醇的氨基相连。鞘氨醇或二氢鞘氨醇是具有脂肪族长链的氨基二元醇。有疏水的长链脂肪烃基尾和两个羟基及一个氨基的极性头。

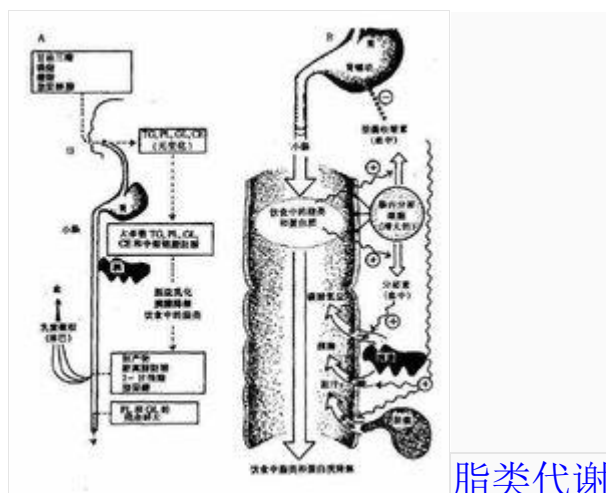
鞘磷脂含磷酸，其末端羟基取代基团为磷酸胆碱酸乙醇胺。

人体含量最多的鞘磷脂是神经鞘磷脂，由鞘氨醇、脂肪酸及磷酸胆碱构成。神经鞘磷脂是构成生物膜的重要磷脂。它常与卵磷脂并存细胞膜外侧。

(二)糖脂

糖脂(glycolipids)这是一类含糖类残基的复合脂质化学结构各不相同的脂类化合物，且不断有糖脂的新成员被发现。糖脂亦分为两大类:糖基酰甘油和糖鞘脂。糖鞘脂又分为中性糖鞘脂和酸性糖鞘脂。

1.糖基酰基甘油(glycosylacylglycerids),糖基酰甘油结构与磷脂相类似，主链是甘油，含有脂肪酸，但不含磷及胆碱等化合物。糖类残基是通过糖苷键连接在 1, 2-甘油二酯的 C-3 位上构成糖基甘油酯分子。已知这类糖脂可由各种不同的糖类构成它的极性头。不仅有二酰基油酯，也有 1-酰基的同类



脂类代谢物。

自然界存在的糖脂分子中的糖主要有葡萄糖、半乳糖，脂肪酸多为不饱和脂肪酸。根据国际生物化学名称委员会的命名:单半乳糖基甘油二酯和二半乳糖基甘油二酯的结构分别为 1, 2-二酰基-3-O- β -D-吡喃型半乳糖基-甘油和 1, 2-二酰基-3-O-(α -D-吡喃型半乳糖基(1 $\rightarrow$ 6)-O- β -D 吡喃型半乳糖基)-甘油。

此外，还有三半乳糖基甘油二酯，6-O-酰基单半乳糖基甘油二酯等。

2.糖鞘脂(glycosphingolipids) 有人将此类物质列为鞘脂和鞘磷脂一起讨论，故又称鞘糖脂。糖鞘脂分子母体结构是神经酰胺。脂肪酸连接在长链鞘氨醇的 C-2 氨基上，构成的神经酰胺糖类是糖鞘脂的亲水极性头。含有一个或多个中性糖残基作为极性头的糖鞘脂类称为中性糖鞘脂或糖基神经酰胺，其极性头带电荷，最简单的脑苷脂是在神经基上，以 β 糖苷链接一个糖基(葡萄糖或半乳糖)。

重要的糖鞘脂有脑苷脂和神经节苷脂。脑苷在脑中含量最多，肺、肾次之，肝、脾及血清也含有。脑中的脑苷脂主要是半乳糖苷脂，其脂肪酸主要为二十四碳脂酸;而血液中主要是葡萄糖脑苷脂神经节苷脂是一类含唾液酸的酸性糖鞘酯。唾液酸又称为 N-乙酰神经氨酸它通过 α -糖苷键与糖脂相连。神经节苷脂分子由半乳糖(Gal)、N-乙酰半乳糖(GalNAc)、葡萄糖(Glc)、N-脂酰硝

氨醇(Cer)、唾液酸(NeuAc)组成。神经节苷脂广泛分布于全身各组织的细胞膜的外表面，以脑组织最丰富。

衍生脂质

1.脂肪酸及其衍生物前列腺素等。

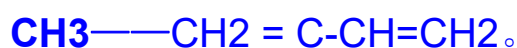
2.长链脂肪醇，如鲸蜡醇等。

不皂化的脂质

不皂化的脂质是一类不含脂肪酸的脂质。主要有类萜及类固醇。

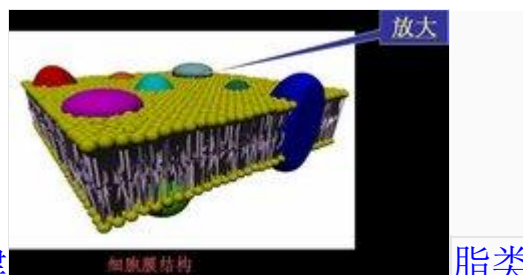
(一)类萜(terpens)

类萜亦称异戊烯脂质。异戊烯是具有两个双键的五碳化合物，也叫做"2-甲基-1.3-丁二烯"。其结构式为:



烯萜类化合物就是很多异戊二烯单位缩合体。两个异戊二烯单位头尾连接就形成单萜;含有 4 个、6 个和 8 个异戊二烯单位的萜类化合物分别称为双萜、三萜或四萜。异戊二烯单位以头尾

连接排列的是规则排列;相反尾尾连接的是不规则排列。两个一个半单萜以尾尾排列连接形成三萜,如鲨烯;两个双萜尾尾连接四萜,如 β -胡萝卜素。还有些类萜化合物是环状化合物,有遵循



头尾相连的规律脂类,也有不遵循头尾相连的规律。另外还有一些化合物尽管与类萜有密切有关系,但其结构式并不是五碳单位的偶数倍数;例如茨稀是具有二环结构的单萜,结构相似的檀烯却缺少一个碳原子。异戊烯脂质包括多种结构不同物质,对这些自然界存在的复杂结构的物质给予系统的命名是困难的。现习惯上沿用的名称多来自该化合物的原料来源,更显得杂乱无章。

天然的异戊烯聚合物与其他多聚物的共同点为:①由具有通用结构的重复单位所组成(异戊烯骨架相当于糖,氨基酸或核苷酸单位);②此单位的结构在细节上可有所变动(例如在类异戊二烯中的双键)并按顺序排列;③链长变化极大,小到两个单位聚合而成单萜,多至数百倍的单位聚合而成的橡胶。不同点为:①重复单位以 C-C 键连接在一起;②相对地说它们是非极性的,属于脂质。异戊烯脂质一旦聚合,就不能再裂解回复到单体形式。

(二)类固醇

类固醇(steroid)是环戊稠全氢化菲的衍生物。天然类固醇分子中的双键数目和位置，取代基团的类型、数目和位置，取代基团与环状核之间的构型，环与环之间的构型各不相同。其化学结构是由三个六碳环己烷(A、B、C)和一个五碳环(D)组成的稠和回环化合物。类固醇分子中的每个碳原子都按序编号，且不管任一位置有没有碳原子存在，在类固醇母体骨架结构中都保留该碳原子的编号。存在于自然界的类固醇分子中的六碳环 A、B、C 都呈"椅"式构象(环己结构)，这也是最稳定的构象。唯一的例外是雌激素分子内的 A 环是芳香环为平面构象。类固醇的 A 环和 B 环之间的接界可能是顺式构型，也可能是反式构型;而 C 环与 D 环接界一般都是反式构型，但强心苷和蟾毒素是例外。

功能

能量储存

是能量储存的最佳方式，如动物、油料种子的甘油三酯。通过如下数据对照，可以得出结论：

体内的两种能源物质比较(糖类、脂类)

单位重量的供能:糖 4.1 千卡/克，脂 9.3 千卡/克。

储存体积:1 糖元或淀粉:2 水，脂则是纯的，体积小得多。

动用先后:糖类优先被消耗，然后是脂类。因此，很多减肥/瘦身原理、辟谷等，皆源于此。

生物膜的骨架

细胞膜的液态镶嵌模型:磷脂双酯层，胆固醇，蛋白质，糖脂，甘油磷脂和鞘磷脂。

电与热的绝缘体

动物的脂肪组织有保温，防机械压力等保护功能，植物的蜡质可以防止水分的蒸发。

电绝缘:神经细胞的鞘细胞，电线的包皮，神经短路。

热绝缘:冬天保暖，企鹅、北极熊等。

其他

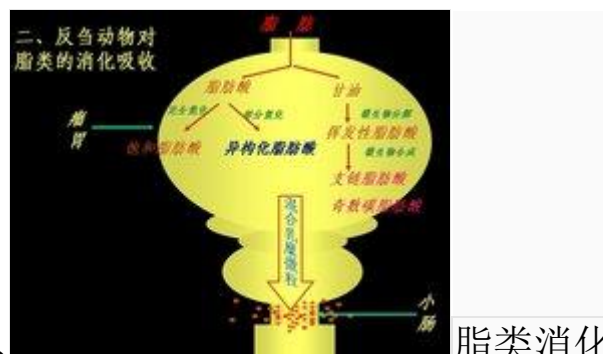
- 信号传递:固醇类激素。
- 酶的激活剂:卵磷脂激活 β -羟丁酸脱氢酶。
- 糖基载体:合成糖蛋白时，磷酸多萜醇作为羰基的载体。

- 激素、维生素和色素的前体(萜类、固醇类)。
- 生长因子与抗氧化剂。
- 参与信号识别和免疫(糖脂)。

生物合成

脂肪酸

脂肪酸的生物合成 **biosynthesis of fatty acids** 高级脂肪酸的合成，以乙酰 CoA 为基础，通过乙酰辅酶 A 羧化酶的作用，在 ATP 的分解的同时与 CO₂ 结合，产生丙二酸单酰 CoA，开始这一阶段是控速步骤，为柠檬酸所促进。丙二酸单酰 CoA 与乙酰 CoA 一起，在脂肪酸合成酶的催化下合成 C₁₆ 的软脂酸(或 C₁₈ 的硬脂酸)，但这是包括在酰基载体蛋白(ACP)参与下的脱羧、



C₂ 单位缩合、脂类消化以及由 NADPH 还原过程在内的反复进行的复杂过程。产生的脂肪酸作为 CoA 衍生物，在线粒体中与乙酰 CoA，在微粒体中与丙二酸单酰 CoA 缩合，每次增加两个碳，不断延长碳链。而单不饱和脂肪酸，由饱和酰基 CoA(或 ACP)的好氧的不饱和化(微粒体，微生物等。

必须有 O_2 和 $NADH$)而产生,或由脂肪酸生物合成途中的 β -羟酰 ACP 的脱水反应(及碳键延长)而产生。多聚不饱和脂肪酸在高等动物不一定产生,可以从摄取的不饱和酸的碳素链的延长等而转变成。另外环丙烷脂肪酸由 S-腺苷甲硫氨酸的 C1, 结合于不饱和酸的双键上而产生。脂肪酸作为 CoA 衍生物, 用于合成各种底物。

其他脂类

磷脂的生成

磷脂酸是最简单的磷脂, 也是其他甘油磷脂的前体。磷脂酸与 CTP 反应生成 CDP-二酰甘油, 在分别与肌醇、丝氨酸、磷酸甘油反应, 生成相应的磷脂。磷脂酸水解成二酰甘油, 再与 CDP-胆碱或 CDP-乙醇胺反应, 分别生成磷脂酰胆碱和磷脂酰乙醇胺。

消化和吸收

正常人一般每日每人从食物中消化的脂类, 其中甘油三脂占到 90%以上, 除此以外还有少量的磷脂、胆固醇及其酯和一些游离脂肪酸(**free fatty acids**)。食物中的脂类在成人口腔和胃中不能被消化, 这是由于口腔中没有消化脂类的酶, 胃中虽有少量脂

肪酶，但此酶只有在中性 PH 值时才有活性，因此在正常胃液中此酶几乎没有活性(但是婴儿时期，胃酸浓度低，胃中 PH 值接近中性，脂肪尤其是乳脂可被部分消化)。脂类的消化及吸收主要在小肠中进行，首先在小肠上段，通过小肠蠕动，由胆汁中的胆汁酸盐使食物脂类乳化，使不溶于水的脂类分散成水包油的小胶体颗粒，提高溶解度增加了酶与脂类的接触面积，有利于脂类的消化及吸收。在形成的水油界面上，分泌入小肠的胰液中包含的酶类，开始对食物中的脂类进行消化，这些酶包括胰脂肪酶(pancreatic lipase)，辅脂酶(colipase)，胆固醇酯酶(pancreatic cholesteryl ester hydrolase or cholesterol esterase)和磷脂酶 A2(phospholipase A2)。

食物中的脂肪乳化后，被胰脂肪酶催化，水解甘油三酯的 1 和 3 位上的脂肪酸，生成 2-甘油一酯和脂肪酸。此反应需要辅脂酶协助，将脂肪酶吸附在水界面上，有利于胰脂肪酶发挥作用。食物中的磷脂被磷脂酶 A2 催化，在第 2 位上水解生成溶血磷脂和脂肪酸，胰腺分泌的是磷脂酶 A2 原，是一种无活性的酶原形成，在肠道被胰蛋白酶水解释放一个 6 肽后成为有活性的磷脂酶 A 催化上述反应。食物中的胆固醇酯被胆固醇酯酶水解，生成胆固醇及脂肪酸。食物中的脂类经上述胰液中酶类消化后，生成甘油一酯、脂肪酸、胆固醇及溶血磷脂等，这些产物极性明显增强，

与胆汁乳化成混合微团(mixed micelles)。这种微团体积很小(直径 20nm)，极性较强，可被肠粘膜细胞吸收。

脂类的吸收主要在十二指肠下段和盲肠。甘油及中短链脂肪酸($\leq 10C$)无需混合微团协助，直接吸收入小肠粘膜细胞后，进而通过门静脉进入血液。长链脂肪酸及其它脂类消化产物随微团吸收入小肠粘膜细胞。长链脂肪酸在脂酰 CoA 合成酶(fattyacyl



CoA synthetase)催化下，生成脂酰 C

脂类代谢 oA，此反应消耗 ATP。脂酰 CoA 可在转酰基酶 (acyltransferase)作用下，将甘油一酯、溶血磷脂和胆固醇酯化生成相应的甘油三酯、磷脂和胆固醇酯。体内具有多种转酰基酶，它们识别不同长度的脂肪酸催化特定酯化反应。这些反应可看成脂类的改造过程，在小肠粘膜细胞中，生成的甘油三酯、磷脂、胆固醇酯及少量胆固醇，与细胞内合成的载脂蛋白(apolipoprotein)构成乳糜微粒(chylomicrons)，通过淋巴最终进入血液，被其它细胞所利用。可见，食物中的脂类的吸收与糖的吸收不同，大部分脂类通过淋巴直接进入体循环，而不通过肝脏。因此食物中脂类主要被肝外组织利用，肝脏利用外源的脂类是很少的。

脂类的水解产物，如脂肪酸、甘油一酯和胆固醇等，都不溶解于水。它们与胆汁中的胆盐形成水溶性微胶粒后，才能通过小

肠粘膜表面的静水层而到达微绒毛上。在这里，脂肪酸、甘油一酯等从微胶粒中释出，它们通过脂质膜进入肠上皮细胞内，胆盐则回到肠腔。进入上皮细胞内的长链脂肪酸和甘油一酯，大部份重新合成甘油三酯，并与细胞中的载脂蛋白合成乳糜微粒，若干乳糜微粒包裹在一个囊泡内。当囊泡移行到细胞膜侧时，便以出胞作用的方式离开上皮细胞，进入淋巴循环。然后归入血液。中、短链甘油三酯水解产生的脂肪酸和甘油一酯是水溶性的，可直接进入门静脉而不入淋巴。

酶促水解

1.脂肪酶广泛存在于动物、植物和微生物中。在人体内，脂肪的消化主要在小肠，由胰脂肪酶催化，胆汁酸盐和辅脂肪酶的协助使脂肪逐步水解生成脂肪酸和甘油。

2.磷脂酶有多种，作用于磷脂分子不同部位的酯键。作用于 1 位、2 位酯键的分别称为磷脂酶 A1 及 A2，生成溶血磷脂和游离脂肪酸。作用于 3 位的称为磷脂酶 C，作用磷酸取代基间酯键的酶称磷脂酶 D。作用溶血磷脂 1 位酯键的酶称磷脂酶 B1。

3.胆固醇酯酶水解胆固醇酯生成胆固醇和脂肪酸。

4.小肠可吸收脂类的水解产物。胆汁酸盐帮助乳化，结合载脂蛋白(apoprotein,apo)形成乳糜微粒经肠粘膜细胞吸收进入血液循环。所以乳糜微粒(chylomicron,CM)是转运外源性脂类(主要是TG)的脂蛋白。

脂类检验

1.甘油三脂(TG)

正常参考值:0.3-1.7 mmol/L

临床意义:甘油三脂升高与冠心病的发生有着重要意义。原发性高脂血症、肥胖症、动脉硬化、阻塞性黄疸、糖尿病、极度贫血、肾病综合症、胰腺炎、甲状腺功能减退、长期饥饿及高脂饮食后均可增高。饮酒后可使甘油三脂即性升高。降低见于甲状腺功能亢进、肾上腺皮质功能减退，肝功能严重损伤等。

注意:样品采集后尽快分离血清，防止甘油三脂水解。

2.总胆固醇(CHOL)

正常参考值:2.33-5.69 mmol/L

临床意义:胆固醇增加见于动脉粥样硬化、肾病综合症、总胆固醇阻塞及黏液性水肿。在恶性贫血、溶血性贫血以及甲状腺功能亢进时，血清胆固醇含量降低。其他如感染、营养不良等情况下胆固醇总量常见于降低。

注意事项:最佳采样条件是固定膳食和稳定体重 3 周，取血前空腹 12 小时，禁食不禁水。

3.高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)

正常参考值:1.0-1.7 mmol/L

临床意义:高密度脂蛋白降低可见于急慢性肝病，急性应急反应(心肌梗塞、外科手术、损伤)，糖尿病、甲状腺功能亢进或减低，慢性贫血等。

4.低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)

正常参考值:1.3-4.0 mmol/L

临床意义:低密度脂蛋白胆固醇增高常见于高脂血症、低甲状腺素血症、肾病综合症、慢性肾功能衰竭、肝脏疾病、糖尿病综合症、动脉硬化症等。低密度脂蛋白胆固醇降低见于营养不良、

骨髓瘤、急性心肌梗死、创伤、严重肝脏疾病、高甲状腺素血症等。

注意事项:采样前 4 周稳定体重，保持原有饮食习惯和生活习惯，采血前空腹 12-14 小时。

亚油酸能预防及治疗缺乏 B 族维生素所引起的湿疹，甚至顽固湿疹类似的干癣，只要在饮食加入足够的色拉油及卵磷脂，也能很快痊愈。摄入足够的脂肪性欲增加；月经不调及不孕的情形也消失了。**没有脂肪不能产生胆汁及分解脂肪酶的分泌，容易引起胆结石，缺乏脂肪及胆汁自然产生的维生素 A、D、E、K 无法在胃肠所吸收而进入血液中造成维生素不足的原因。**

卵磷脂是胆碱及肌醇两种维生素 B 的最佳来源。冠状动脉血栓已经证实是亚油酸及胆盐、肌醇维生素缺乏所致，也可能缺乏卵磷脂。

酸腐的食物脂肪将导致维生素严重缺乏，迅速摧毁维 E。

酸腐脂肪来源：过期的罐头、油脂经过氢化之后的食品。