

第三章 物质代谢

脂代谢

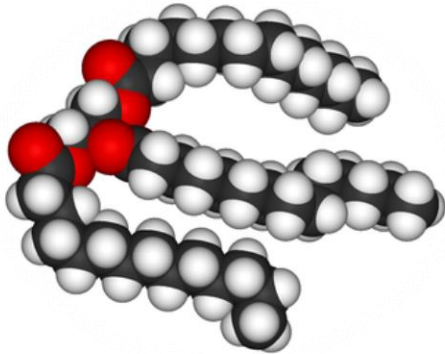
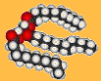
孔宇 教授

西安交通大学生命科学与技术学院

2021年10月4日



内容简介



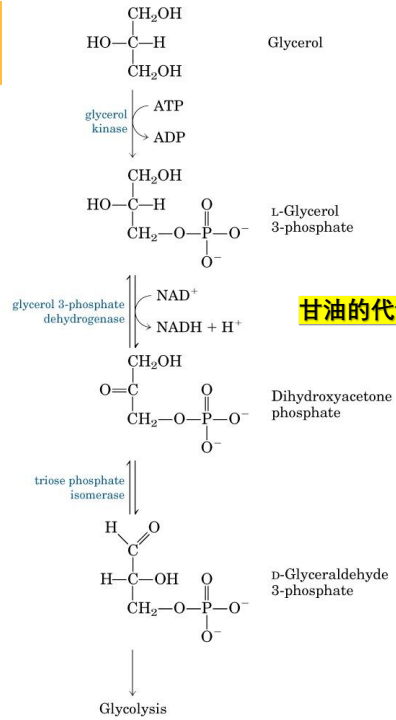
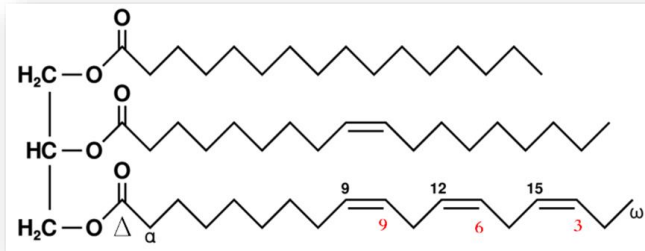
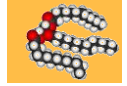
1 脂肪的分解代谢

2 脂肪的合成代谢-了解

3 其他-自学



脂代谢-三酰甘油为例



甘油的代谢-已学过



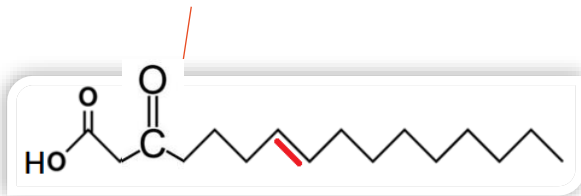
1. 脂肪的分解代谢



❖ 甘油的分解代谢

❖ 脂肪酸的分解代谢

✓ **β-氧化**



✓ α-氧化

✓ ω-氧化

✓ 不饱和FA

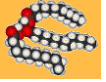
✓ 奇数碳FA

✓ 分支FA

✓ ...

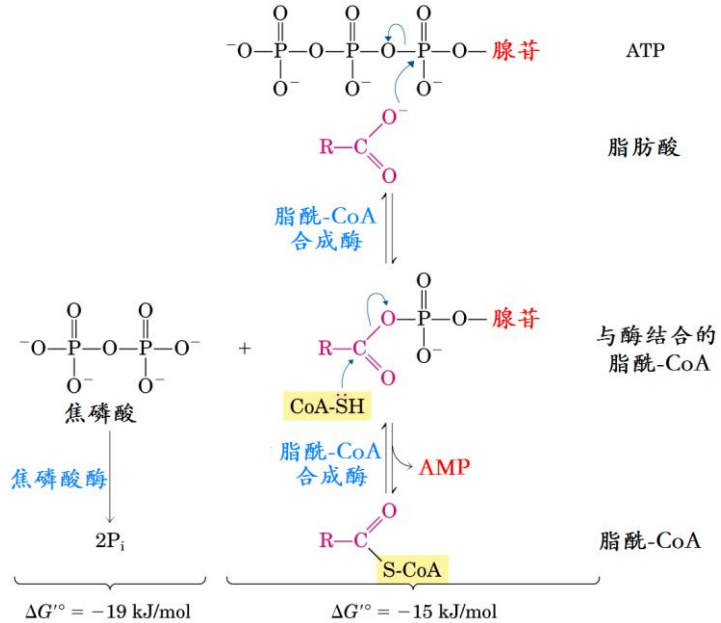


A: 活化——脂酰CoA的生成

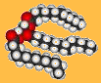


A: 活化
B: β -氧化
 ①氧化→
 ②水化→
 ③再氧化→
 ④硫解

焦磷酸 PPi 的水解
 驱动反应前进



B: 脂肪酸的 β -氧化



❖ 四步反应的重复循环

❖ 策略: 在 β -C 产生一个羰基;

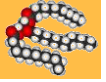
❖ 第3步产生/第4步切开: β -酮酯;

❖ 产物: 乙酰-CoA、少两个C的脂酰-CoA、

FADH_2 和 $\text{NADH}+\text{H}^+$;



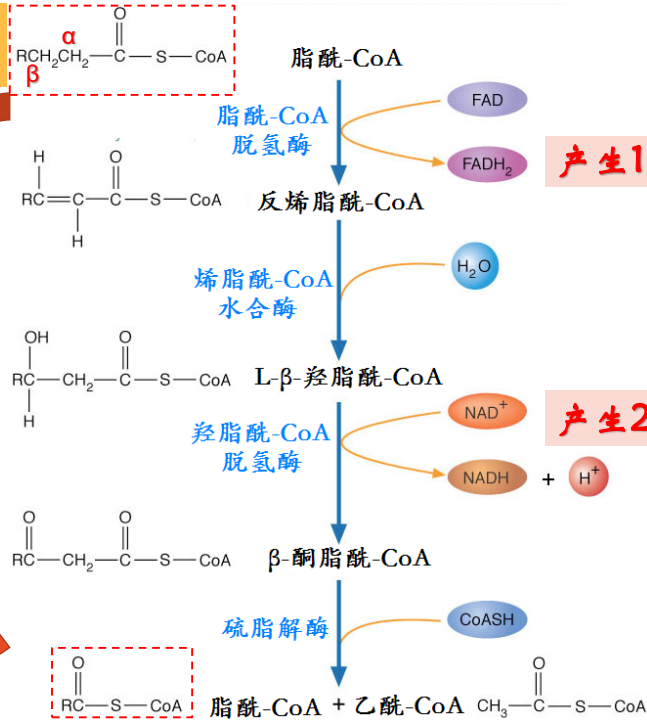
β-氧化



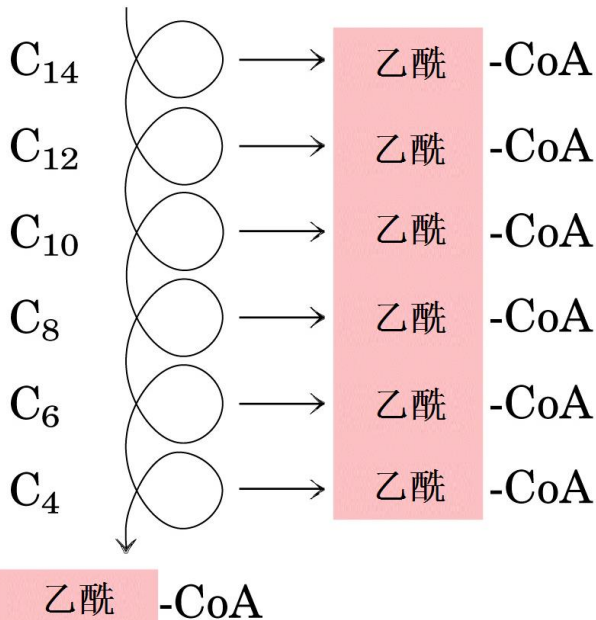
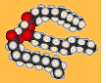
产物高度立体专一：
Δ²-反烯脂酰-CoA

产物只为L-羟脂酰-CoA，
而且羟基只加在β-碳上

产物：乙酰-CoA、
少两个C的脂酰-CoA、
FADH₂和NADH+H⁺



14脂肪酸-? 轮



❖ 活化：消耗2个高能磷酸键

❖ β-氧化：

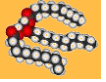
❖ 每轮循环

❖ 四个重复步骤：脱氢、水化、再脱氢、硫解
产物：1分子乙酰CoA

- 1分子少两个碳原子的脂酰CoA
- 1分子NADH+H⁺
- 1分子FADH₂



16碳软脂酸的 β -氧化



7 轮循环产物: 8分子 乙酰CoA

7分子 $\text{NADH} + \text{H}^+$

7分子 FADH_2

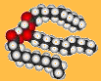
能量计算:

生成ATP $8 \times 10 + 7 \times 2.5 + 7 \times 1.5 = 108$

净生成ATP $108 - 2 = 106$



碳原子数为 C_n 的饱和偶数脂肪酸进行
 β 氧化, 试问: 净合成多少ATP?



❖ 需要作 $(n/2 - 1)$ 次循环才能完全分解为:

$n/2$ 个 乙酰CoA

$(n/2 - 1)$ 个 $\text{NADH} + \text{H}^+$

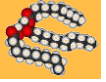
$(n/2 - 1)$ 个 FADH_2

❖ 生成的乙酰CoA通过TCA循环彻底氧化, 而 NADH 和 FADH_2 则通过呼吸链传递电子生成ATP。

❖ $[(n/2) - 1] \times (1.5 + 2.5) + [(n/2) \times 10] - 2$



β-氧化的特殊功能



😊 产生ATP

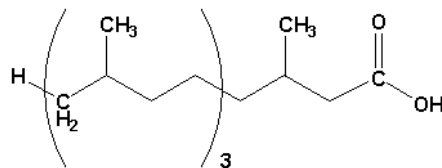
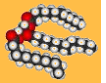
☺ 效率高于葡萄糖



😊产生大量 H_2O 。这对于某些生活在干燥缺水环境的生物十分重要，像骆驼已将 β -氧化作为获取水的一种特殊手段。



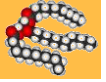
β -氧化的挑战-自学



β -C含有甲基

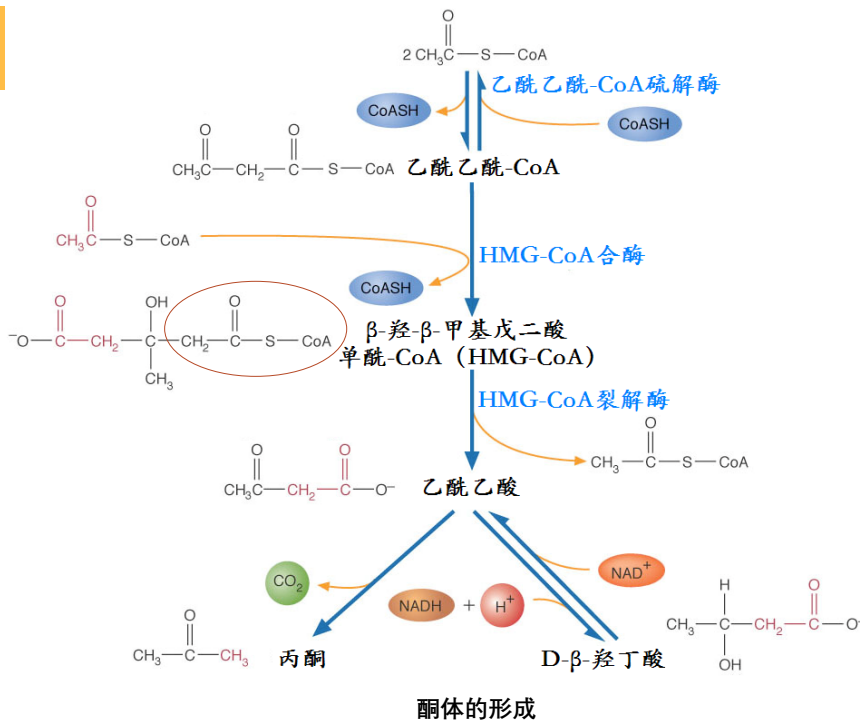


酮体-掌握

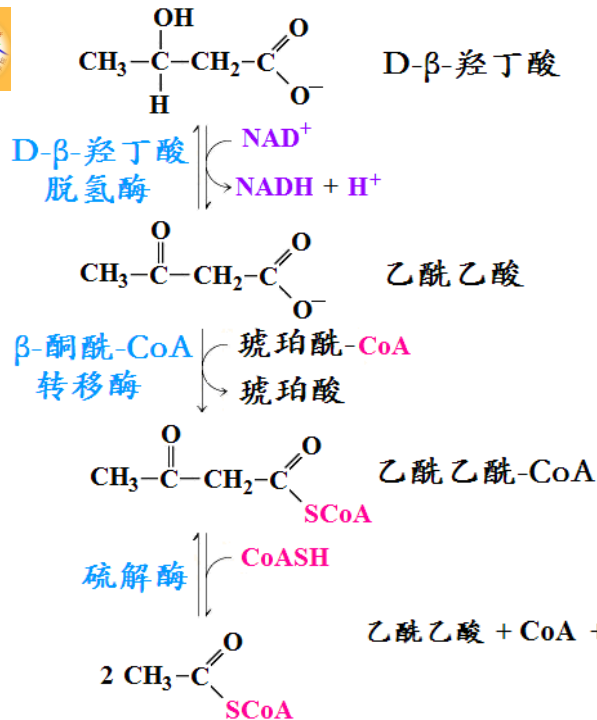


- ❖ 丙酮、乙酰乙酸和D-β-羟丁酸
- ❖ 肝细胞的线粒体基质产生，肝外氧化利用：是脑、心和肌肉的燃料。
- ❖ 是饥饿期间脑细胞的主要能源；
- ❖ 是脂肪酸可运输的形式！

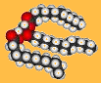
肝内产生，肝外氧化



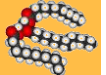
肝内产生
肝外氧化



酮体的利用



肥胖症



❖ 肥胖症：全身性脂肪堆积过多，导致系列病理生理变化

❖ 肥胖度的衡量标准：体重指数(body mass index)

$$\text{BMI} = \text{体重(kg)} / \text{身高}^2(\text{M}^2)$$

24~26：轻度肥胖

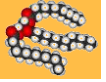
26~28：中度肥胖

>28：重度肥胖

❖ 肥胖症常伴有高血糖、高血脂、高血压、高胰岛素血症

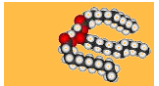
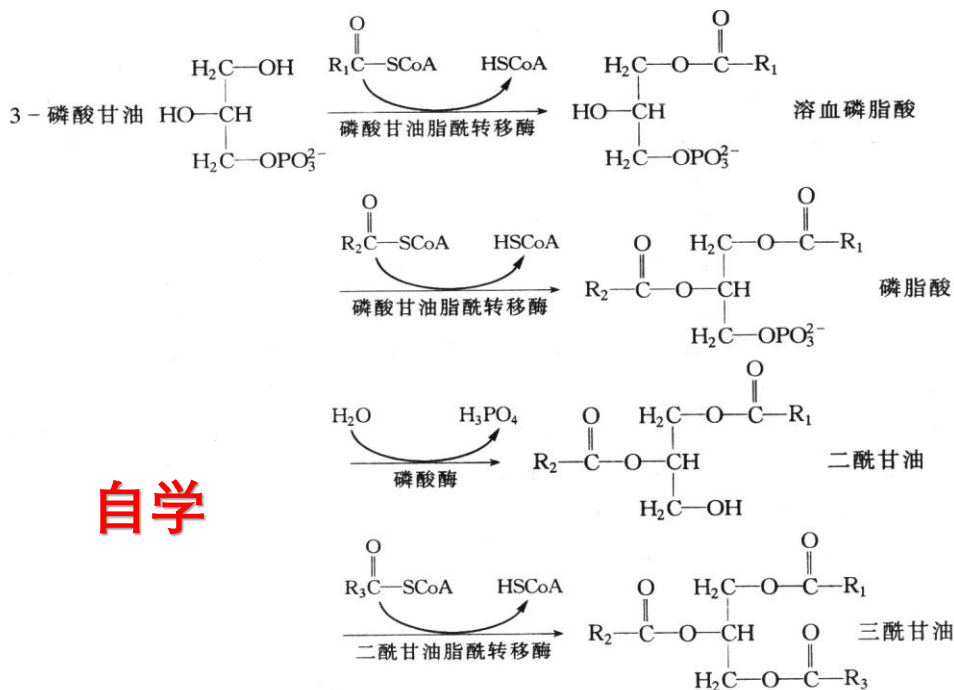


甘油和脂酸合成三酰甘油-自学



活化：甘油磷酸、脂酰CoA

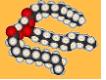
缩合：→二酰甘油、→三酰甘油



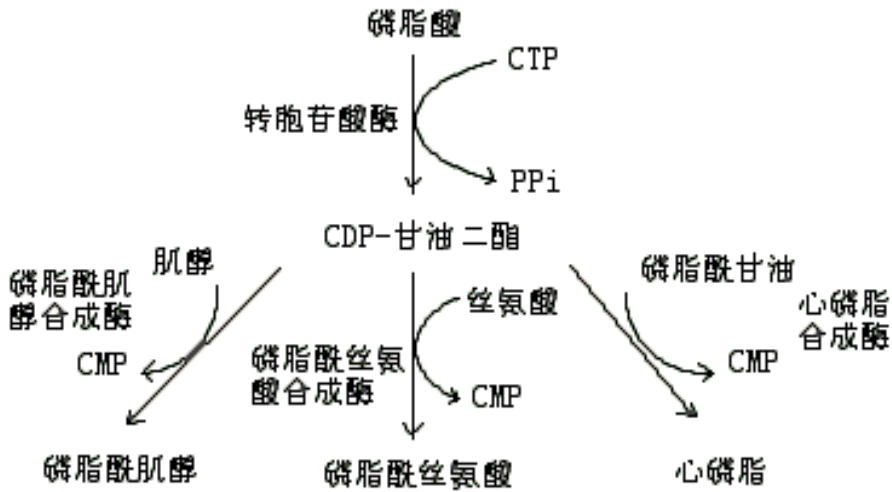
自学



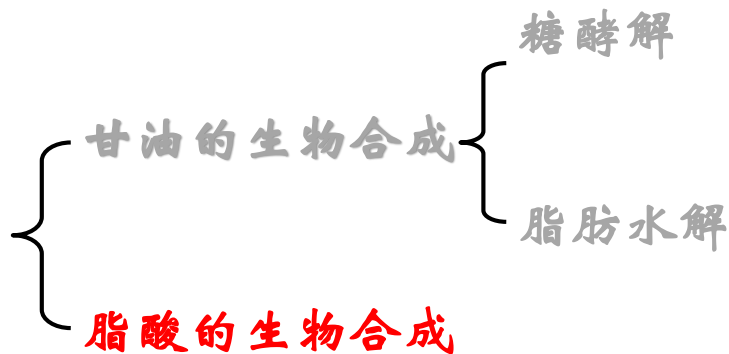
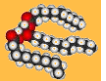
磷脂的合成-----CDP-甘油二酯合成途径



自学



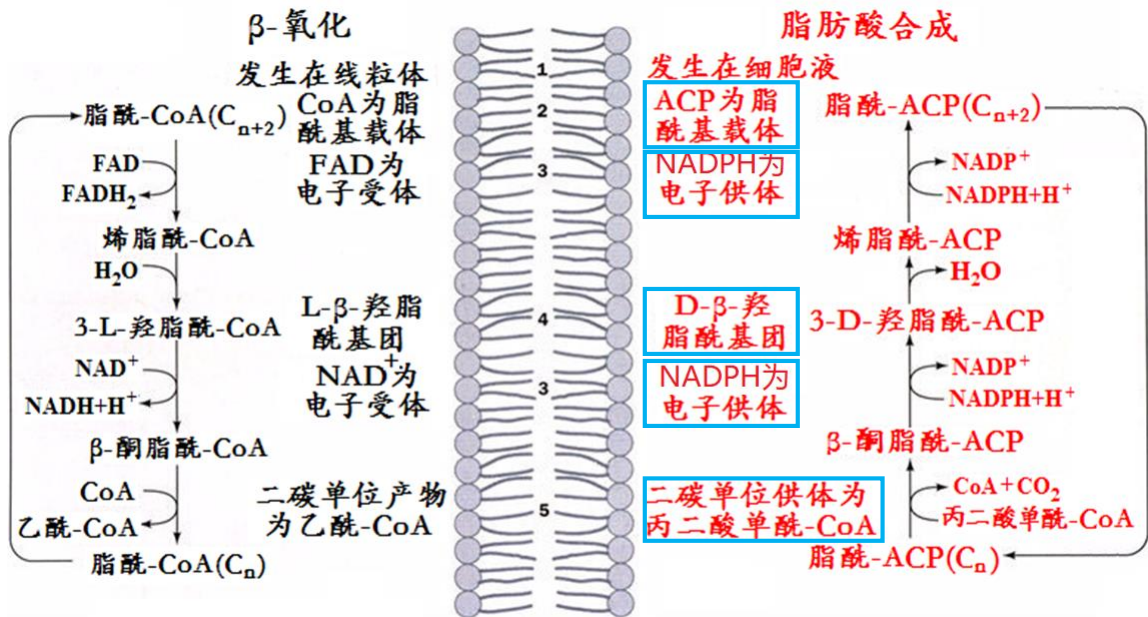
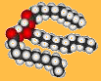
2. 脂肪的生物合成-自学了解



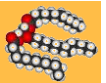


脂肪酸分解与合成的比较

自学



软脂酸合成与分解的区别-熟悉

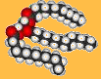


自学

区别点	合成	分解
亚细胞部位		
酰基载体		
转运机制		
二碳片段		
还原当量		
HCO ₃ ⁻ 和柠檬酸		
能量变化		



小结



- ❖ 熟悉乙酰辅酶A的来源去路
- ❖ 了解FA合成和代谢的异同
- ❖ **掌握 β 氧化过程，能量**
- ❖
- ❖



作业



1. 计算线粒体中 C_{10} 的饱和脂肪酸经 β 氧化+彻底生物氧化后产生的ATP的数目。
2. 举例说明乙酰辅酶A在物质代谢中的地位。