

2. 细胞中的代谢

• 2.0. 代谢总论

1. 代谢的定义：生物体内发生的所有生化反应
2. 代谢特征：条件温和，高度调控，不可逆，限速，高度保守，高度分化
3. 生物系统：开放系统
4. 高能物质：反应时某个化学键变化释放能量 > ATP合成能量的分子
5. 高能化学键：-O-P-, -N-P-, -S-C-

• 2.1. 维生素与辅酶

• 2.1.1. 维生素简介

1. 定义：维持生命活动必不可少的一类小分子有机化合物
2. 特点：需求量小，人体不能合成，不构成细胞，但参与代谢
3. 分类脂溶性(), 水溶性(), 泛酸，生物素，叶酸)

• 2.1.2. 辅酶

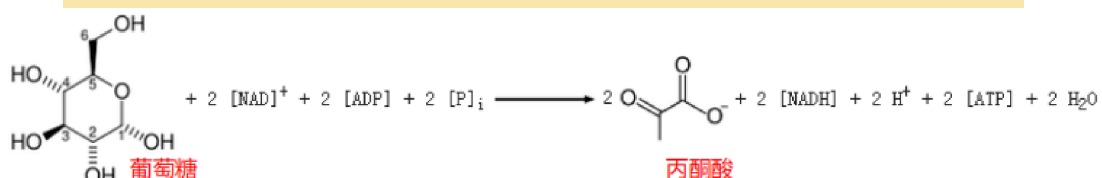
1. 定义：与酶共同催化or调控生化反应的有机非蛋白
2. 辅酶和维生素：维生素是辅酶的前体
3. 种类：辅酶A、辅酶B、NADH、FAD、NADPH

• 2.2. 糖类代谢

氧化供能，提供反应原料，作为结构物质

• 2.2.1. 糖酵解(EMP)

• 2.2.2.1. 概述：葡萄糖→丙酮酸+2ATP；细胞质中进行



• 2.2.2.2. 反应历程(中间物+能量计算)

1. 以下过程中消耗使得六碳糖裂为两分子三碳糖

2. 以下过程产生丙酮酸，，

- 2.2.2.3. 丙酮酸的去路

被还原为乳酸、脱羧变成乙醇+二氧化碳、氧化脱羧变为乙酰CoA+二氧化碳

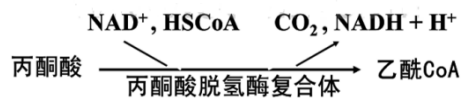
- 2.2.2. TCA(三羧酸)循环(理解概念+了解过程+熟悉中间产物)

- 2.2.2.1. TCA表达式

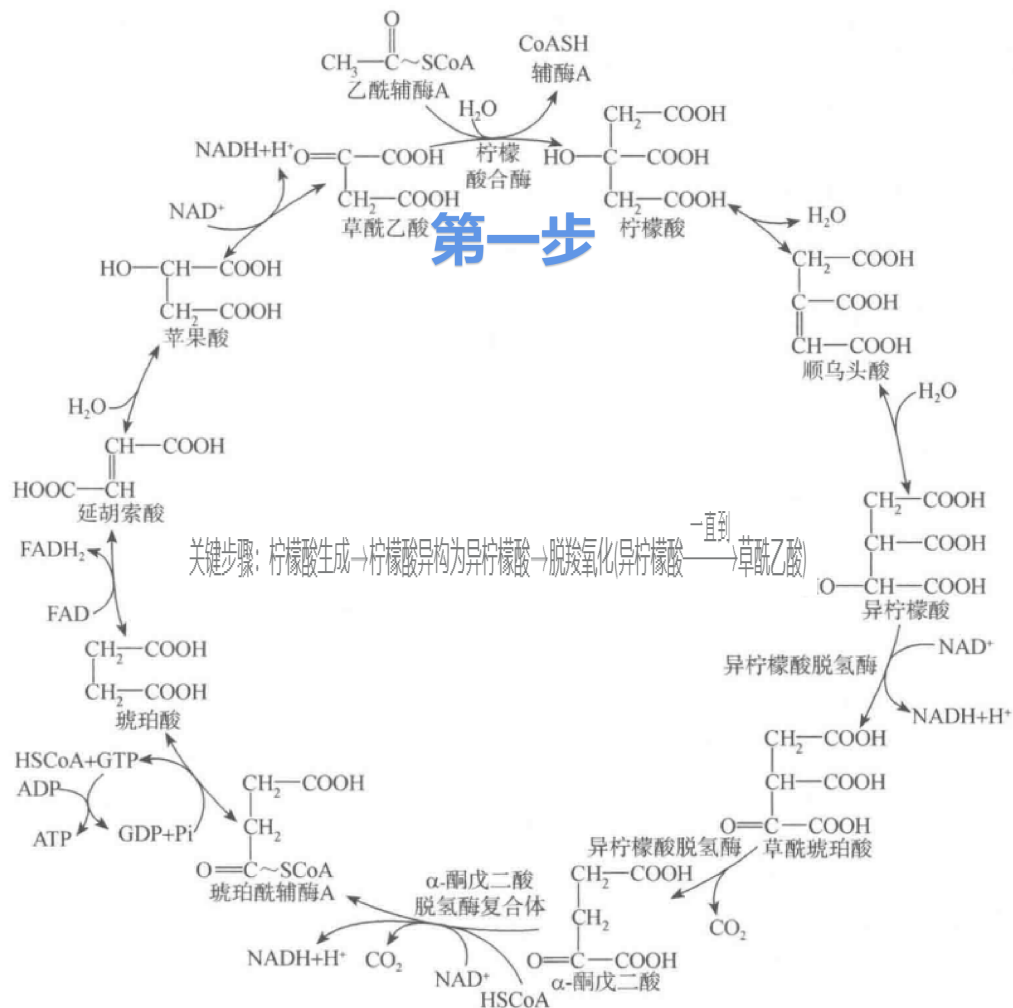
-+++++

- 2.2.2.2. TCA详细过程(三羧酸循环)

- (1)准备阶段：丙酮酸 $\xrightarrow{\text{氧化脱羧}}$ 乙酰CoA(第二阶段)



- (2)进入循环



2.2.2.3. TCA小结

1. 乙酰基彻底氧化：每循环一次消耗一个乙酰，脱四次每次一个，两次脱羧，一次底物磷酸化
2. 循环不可逆，因为酶不可逆，最重要的酶是异柠檬酸脱氢酶

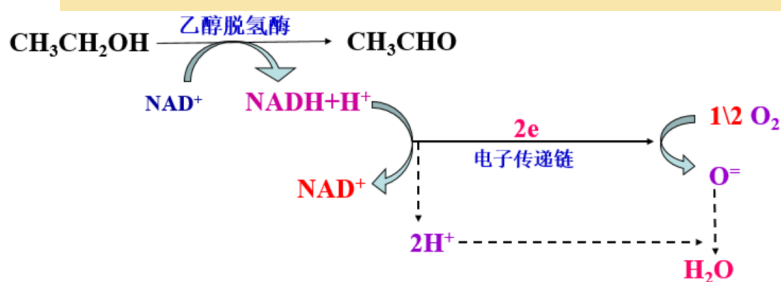
2.2.4. 生物氧化：有机物 $\xrightarrow{\text{氧化分解}}$ $CO_2 + H_2O$

2.2.4.0. 氧化&底物水平磷酸化

氧化：线粒体中，底物脱氢传给氧ADP转化ATP

底物水平磷酸化：磷酸基团转给ADP合成ATP

2.2.4.1. 脱氢&电子传递链(呼吸链) (了解即可)



1. 脱氢：通过分子失去氢原子，进行能量释放和氧化
2. 电子传递链：代谢物脱下的氢系氧分子水

2.2.4.2. 一对电子传递所能产生的ATP数目

1. , ,
2. ,

2.2.5. 小结：有氧ATP统计(第一阶段5/7个，第二阶段5个，第三阶段20个)

	反 应	辅 酶	ATP
第 一 阶 段	葡萄糖 → 6-磷酸葡萄糖		-1
	6-磷酸果糖 → 1,6-双磷酸果糖		-1
	2×3-磷酸甘油醛 → 2×1,3-二磷酸甘油酸	NAD ⁺	2×2.5 或 2×1.5*
	2×1,3-二磷酸甘油酸 → 2×3-磷酸甘油酸		2×1
	2×磷酸烯醇式丙酮酸 → 2×丙酮酸		2×1
第二阶段	2×丙酮酸 → 2×乙酰CoA	NAD ⁺	2×2.5
第 三 阶 段	2×异柠檬酸 → 2×α-酮戊二酸	NAD ⁺	2×2.5
	2×α-酮戊二酸 → 2×琥珀酰CoA	NAD ⁺	2×2.5
	2×琥珀酰CoA → 2×琥珀酸		2×1
	2×琥珀酸 → 2×延胡索酸	FAD	2×1.5
	2×苹果酸 → 2×草酰乙酸	NAD ⁺	2×2.5

净生成32(或30)ATP

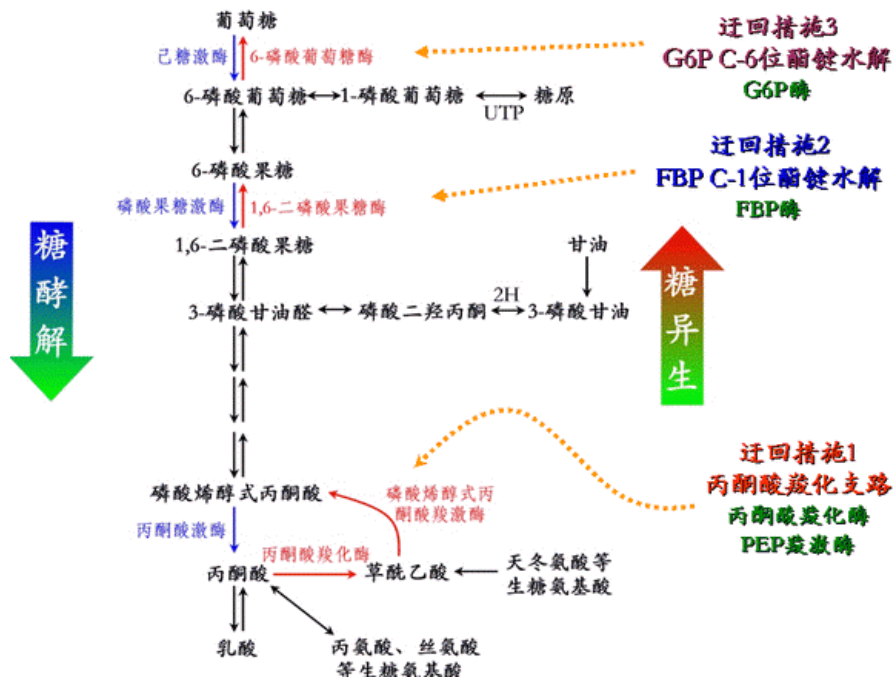
2.2.6. 糖类合成代谢(糖异生)

2.2.6.1. 糖异生的概述：非糖(乳酸/甘油/氨基酸)

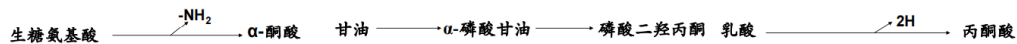
肝/肾的线粒体/胞浆

→葡萄糖/糖原→血糖稳定

2.2.6.2. 过程：丙酮酸→葡萄糖(大致糖酵解逆过程，除了图中三个点都可逆)



2.2.6.3. 非糖物质进入糖异生的途径



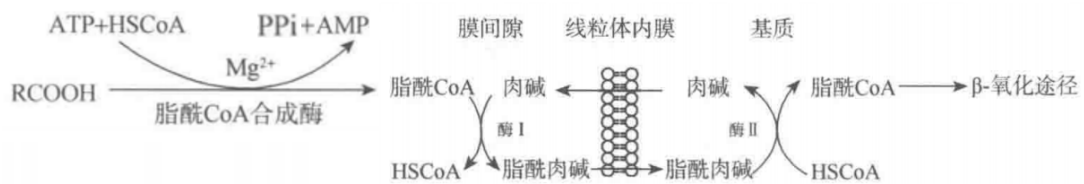
2.3. 脂类代谢(脂肪的分解代谢)

2.3.1 脂肪动员：脂肪 $\xrightarrow{\text{逐步水解}}$ 脂肪酸+甘油 $\xrightarrow{\text{释放入}}$ 血液
三酰 \rightarrow 二酰 \rightarrow 一酰甘油

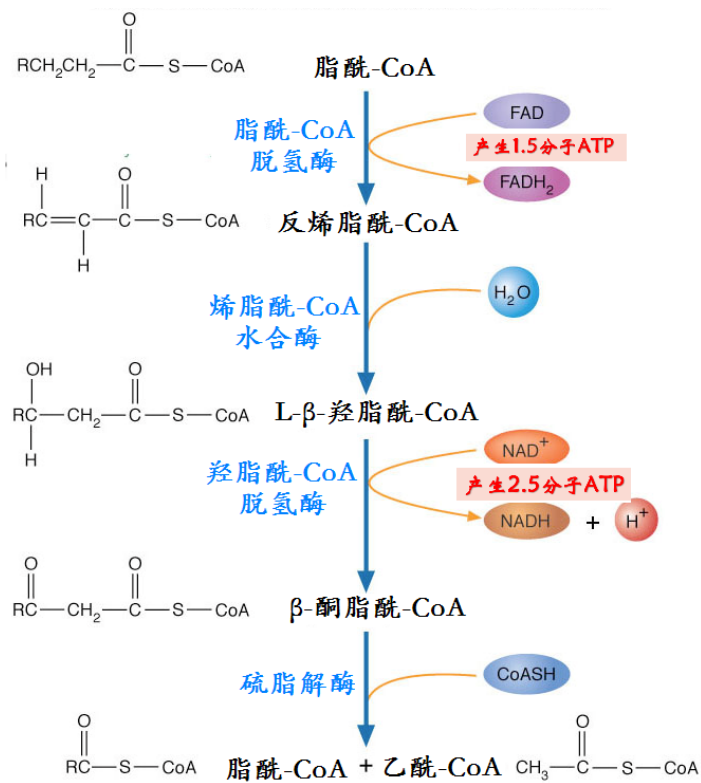
2.3.2. 甘油代谢：甘油 \rightarrow 被氧化成丙酮酸进入TCA

2.3.3. 脂肪酸代谢： β 氧化

2.3.3.1. 准备：脂肪酸活化(生成 $C\sim S$ 消耗两ATP \rightarrow 线粒体中脂酰CoA转运系统)



2.3.3.2. 脂肪酸 β 氧化：氧化、水化、再氧化，硫解 \rightarrow 生成



2.3.3.3. C 碳原子数量 脂肪酸 β 氧化能量统计

1. 重要数据统计

经历，生成

2. 消耗生成ATP数目统计

活化消耗：

氧化一共产生

彻底氧化生成：

3. 总共ATP统计：

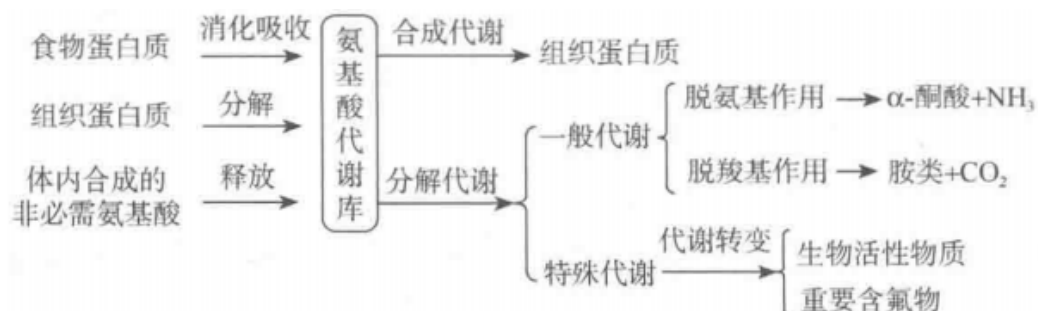
- 2.3.4. 酮体：丙酮+乙酰乙酸+D- β -羟丁酸，脂肪酸可运送形式，肝内产生与氧化
- 2.3.5. 脂酸合成与分解的区别

区别点	合成	分解
亚细胞部位	胞液	线粒体
酰基载体	ACP	CoA
转运机制	三羧酸转运机制	肉碱载体系统
二碳片段	丙二酰CoA	乙酰CoA
还原当量	NADPH	FAD、NAD ⁺
HCO ₃ ⁻ 和柠檬酸	需要	不需要
能量变化	耗 7ATP+14NADPH	产生106ATP 31

2.4. 蛋白质代谢

2.4.1. 蛋白质消化: 蛋白质/多肽 $\xrightarrow[\text{寡肽酶}]{\text{小肠粘膜细胞}}$ 氨基酸

2.4.2. 概况



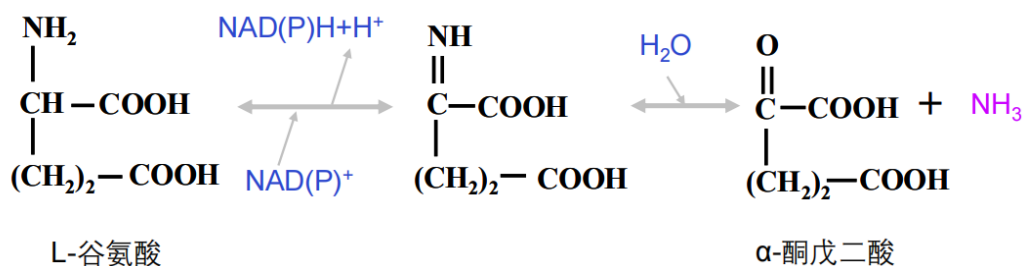
2.4.3. 氨基酸代谢: 氨基酸 $\xrightarrow{\text{脱氨基}}$ 氨 + α-酮酸

2.4.3.1. 脱氨反应

(1) 转氨基作用 (可简单理解为换妻游戏)



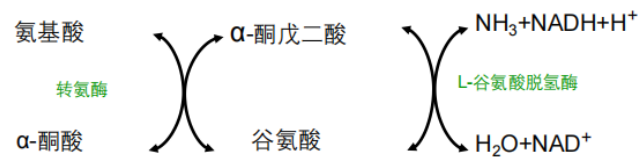
(2) 氧化脱氨: 氨基酸 $\xrightarrow[\text{酮戊二酸}]{\text{氨基酸氧化酶/氨基酸脱氢酶} \text{ 水解}}$



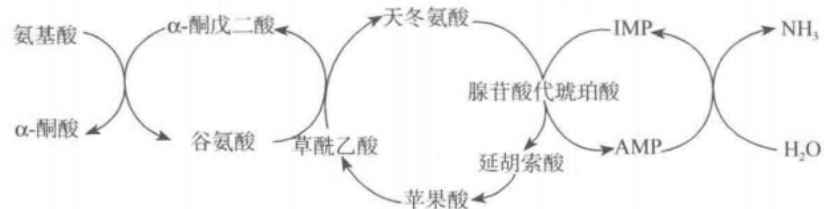
核心在于氨基边羰基

- (3)联合脱氨：脱氨与转氨联合进行

- ①方式一：转氨基联合氧化脱氨基作用(肝脏脾脏)



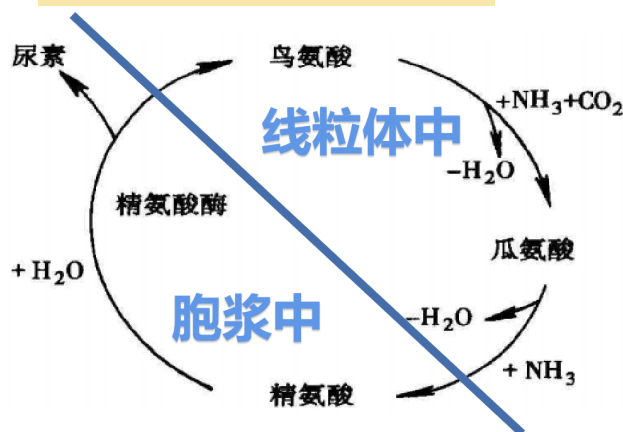
- ④方式二：腺苷酸循环脱氨



- 2.4.3.2. 氨的排泄

- (1)氨的转运

- (2)尿素的合成(鸟苷酸循环)



需要两分子(游离+源于天冬氨酸); 耗能, 四个高能磷酸键

- 2.5. 核酸代谢

- 2.5.1. 嘌呤核苷酸的代谢

1. 合成代谢：发生于肝/小肠粘膜/胸腺细胞质基质，原料为氨基酸//一碳单元(如甲基)/5-磷酸核糖

2. 分解代谢：尿素；氨

- 2.5.2. 嘧啶核苷酸的合成代谢

1. 合成代谢：发生于肝/小肠粘膜/胸腺细胞质基质&线粒体，先合成嘧啶环再与磷酸核糖相连

2. 分解代谢：是一个还原降解过程，特点是开环