

2015 国家医师资格考试

临床执业助理医师 资格考试应试指南

北京大学医学部专家组 编

精华版

紧扣最新大纲

免费赠送60元
网上学习费用

- ▶ 最精华的考试内容
- ▶ 必须掌握的核心知识
- ▶ 便于携带，随时复习



北京大学医学出版社

国家医师资格考试

临床执业助理医师资格考试
应试指南：精华版

北京大学医学部专家组 编

北京大学医学出版社

LINCHUANG ZHIYE ZHULI YISHI ZIGE KAOSHI
YINGSHIZHINAN: JINGHUABAN

图书在版编目 (CIP) 数据

临床执业助理医师资格考试应试指南: 精华版/北京大学医学部专家组编. —北京: 北京大学医学出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5659-1012-8

I. ①临… II. ①北… III. ①临床医学—医师—资格考试—自学参考资料 IV. ①R4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 291516 号

临床执业助理医师资格考试应试指南: 精华版

编 : 北京大学医学部专家组

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumppress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 高 瑾 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 21.875 字数: 760 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-1012-8

定 价: 50.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

出版说明

临床执业助理医师资格考试科目众多，题量大。面对细目繁多的考试大纲、厚厚的应试指导、浩瀚的习题，如何在短时间内抓住大纲要求的重点，顺利通过考试？通过与参加临床执业助理医师资格考试的考生座谈，结合考生的成功经验以及复习和记忆规律，北京大学医学出版社组织北京大学医学部及附属医院的专家、教授编写了《临床执业助理医师资格考试应试指南：精华版》，本书的特色为：

考点精解：紧扣大纲，突出重点，直击考点

历年真题：在重点考点后加入最新真题，强化记忆，提示命题思路

口袋书形式：便于携带，随时复习

厚书读薄，掌握核心考点；配伍真题，学练结合，了解考试“金标准”；关注近几年考试动态，把握考试命题规律——这是众多高分通过临床执业助理医师资格考试考生的“诀窍”。本书为考生提供科学的复习策略，“精华版在手，执考复习无忧”。

编 者

第一部分 基础综合

第一篇	生物化学	(3)
第二篇	生理学	(23)
第三篇	病理学	(46)
第四篇	药理学	(76)

第二部分 医学人文综合

第一篇	医学心理学	(109)
第二篇	医学伦理学	(124)
第三篇	卫生法规	(139)

第三部分 预防医学综合

预防医学	(185)
------------	-------

第四部分 临床医学综合

第一篇	呼吸系统	(211)
第二篇	心血管系统	(251)
第三篇	消化系统	(298)
第四篇	泌尿系统(含男性生殖系统)	(360)
第五篇	女性生殖系统	(397)
第六篇	血液系统	(505)
第七篇	内分泌系统	(522)
第八篇	精神神经系统	(542)
第九篇	运动系统	(571)
第十篇	风湿免疫性疾病	(590)
第十一篇	儿科疾病	(596)
第十二篇	传染病、性传播疾病	(647)
第十三篇	其他	(664)

第一部分

基础综合

第一篇 生物化学



考点 1: 蛋白质的结构

1. 一级结构的概念 多肽链中氨基酸的排列顺序称为蛋白质的一级结构, 肽键是维系一级结构的主要化学键。蛋白质分子的一级结构是其特异空间结构及生物学活性的基础。

2. 二级结构—— α 螺旋 二级结构是指蛋白质分子中主链骨架原子的局部空间排列, 即肽链某一区段中氨基酸残基相对空间位置, 它不涉及侧链的构象及与其他肽段的关系。蛋白质二级结构的主要形式为 α 螺旋和 β 折叠。

α 螺旋的特征: ①多肽链主链围绕中心轴以顺时针方向有规律地旋转, 形成右手螺旋。②每隔 3.6 个氨基酸残基螺旋上升一圈, 螺距为 0.54nm。③每个肽键的亚氨基的 H ($>NH$) 与第四个肽键的羰基 O ($>C=O$) 形成氢键, 氢键方向与螺旋长轴基本平行, 其维持了 α 螺旋的稳定。肽链中的全部肽键都可形成氢键。④氨基酸侧链 (R 基团) 伸向螺旋外侧。

3. 三级结构的概念 蛋白质的三级结构是指整条肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置, 即整条肽链所有原子在三维空间的排列位置。三级结构的形成和稳定主要靠疏水键、盐键 (离子键)、氢键及范德华力等次级键。此外二硫键对维系三级结构也有重要作用。

4. 四级结构的概念 由两条或多条具有三级结构的肽链构成的蛋白质, 其每条肽链称为一个亚基, 通过非共价键 (氢键和离子键) 维系亚基之间的特定三维空间排布, 这就是蛋白质的四级结构。含有四级结构的蛋白质, 其单独的亚基一般没有生物学活性。

【真题举例】

1. 蛋白质二级结构是指

A. 氨基酸的排列顺序

B. 每一氨基酸侧链的空间构象

☒ C. 局部主链的空间构象

D. 亚基间相对的空间位置

E. 每一原子的相对空间位置

(2~3 题共用备选答案)

A. 二硫键破坏

B. 一级结构破坏

C. 二级结构破坏

D. 三级结构破坏

E. 四级结构破坏

2. 亚基解聚时 答案: E

3. 蛋白水解酶直接使 答案: B



考点 2: 蛋白质变性

在某些理化因素的作用下, 蛋白质的空间结构遭到破坏, 导致蛋白质若干理化性质的改变和生物学活性的丧失, 称为蛋白质的变性作用。蛋白质变性主要发生在非共价键和二硫键的破坏, 不涉及一级结构的改变。

蛋白质变性后其溶解度降低, 容易发生沉淀, 黏度增加, 结晶能力消失, 易被蛋白酶水解, 生物学活性丧失。

若蛋白质变性程度较轻, 去除变性因素后, 有些蛋白质仍可恢复或部分恢复原有构象和功能, 称为复性。但许多蛋白质变性后, 空间结构严重被破坏, 不能恢复, 称为不可逆性变性。

【真题举例】下列对蛋白质变性的描述中合适的是

- A. 变性蛋白质的溶液黏度下降
- B. 变性的蛋白质不易被消化
- ☒ C. 蛋白质沉淀不一定是变性
- D. 蛋白质变性后容易形成结晶
- E. 蛋白质变性不涉及二硫键破坏



考点 3: 核酸的基本组成单位——核苷酸

核苷酸是由碱基、戊糖和磷酸组成的。

1. 碱基 参与核苷酸组成的嘌呤碱主要有腺嘌呤 (A) 和鸟嘌呤 (G), 嘧啶碱主要有胞嘧啶 (C)、尿嘧啶 (U) 和胸腺嘧啶 (T)。嘌呤环和嘧啶环中均含共轭双键, 因此对波长 260nm 左右的紫外光有较强吸收。

2. 戊糖 主要有核糖 (R) 和 2-脱氧核糖 (dR)。

碱基与戊糖借糖苷键相连形成核苷。因戊糖的不同, 故有核苷和脱氧核苷之分。

3. 核苷酸 核苷中戊糖 C-5' 羟基与磷酸缩合成酯键即形成核苷酸, 其分为核苷酸和脱氧核苷酸。

核酸是由许多核苷酸彼此间通过 3', 5' 磷酸二酯键相连构成具有方向性的线性大分子。由许多脱氧核苷酸相连构成的, 称为多聚脱氧核苷酸, 即 DNA。由许多核苷酸构成的则称为多聚核苷酸, 即 RNA。

【真题举例】组成核酸分子的碱基主要有

- A. 2 种
- B. 3 种
- C. 4 种
- ☒ D. 5 种
- E. 6 种



考点 4: DNA 的结构

1. DNA 的一级结构 DNA 的一级结构是指脱氧核苷酸在核酸长链

上的排列顺序,称为核苷酸序列。

核苷酸链的两个末端分别称为 5' 末端 (有游离磷酸基) 和 3' 末端 (有游离羟基)。

2. DNA 双螺旋结构模型的要點

(1) DNA 分子是由两条反向平行的多核苷酸链以右手螺旋方式围绕同一个中心轴盘曲成双螺旋结构,其走向一条是 $5' \rightarrow 3'$, 另一条是 $3' \rightarrow 5'$ 。

(2) DNA 链的骨架由交替出现的亲水的脱氧核糖基和磷酸基团构成,位于双螺旋的外侧,碱基位于双螺旋的内侧。

(3) 两条多核苷酸链碱基间形成氢键配对。即 A 与 T 配对 (两个氢键), G 与 C 配对 (三个氢键)。这种氢键是横向维持双螺旋结构稳定的主要化学键。碱基配对又称碱基互补。

(4) 碱基对处于同一平面,几乎垂直于螺旋中心轴,平面间相互重叠,形成纵向具有疏水性的碱基堆积力,这是纵向维持双螺旋结构稳定的化学键。

(5) 螺旋每旋转一周包含 10 对碱基,螺距为 0.34nm,螺旋直径为 2nm。

【真题举例】下列有关 DNA 双螺旋结构的叙述,错误的是

- A. DNA 双螺旋是核酸二级结构的重要形式
- B. DNA 双螺旋由两条以脱氧核糖-磷酸作骨架的双链组成
- C. DNA 双螺旋以右手螺旋的方式围绕同一轴有规律地盘旋
- ☒ D. 两股单链从 5' 至 3' 端走行,在空间排列相同
- E. 两碱基之间的氢键是维持双螺旋横向稳定的主要化学键

考点 5: DNA 变性和复性的概念

1. DNA 变性 在某些理化因素作用下, DNA 分子双链间的氢键断裂,双螺旋解开成单链,此现象称为 DNA 变性。

引起 DNA 变性的因素有:加热、酸碱、尿素等。变性时碱基之间的氢键断开,碱基对之间的碱基堆积力受到破坏,但不伴有共价键断裂。DNA 变性只改变其二级结构,不改变其核苷酸序列。DNA 变性后黏度降低、对波长为 260nm 的紫外光吸收增强 (称为增色效应)。

在 DNA 变性中以 DNA 的热变性意义最大。在 DNA 热变性过程中,使紫外光吸收值达到最大值的 50% 时所对应的温度称为解链温度或称变性温度 (T_m)。在 T_m 时 DNA 分子内 50% 的双链被解开。 T_m 值与 DNA 长短以及碱基的 GC 含量相关,GC 的含量越高, T_m 值越高。此外,离

子强度越高, T_m 值也越高。

2. DNA 复性 DNA 变性是可逆的, 当变性条件缓慢地除去后, 可恢复双螺旋结构, 此现象称为复性。热变性的 DNA 经缓慢冷却后可以复性, 称为退火。但如迅速冷却至 4°C 以下, DNA 不能发生复性。

伴随复性, DNA 溶液对波长 260nm 紫外光吸收减弱, 称低色效应, 其他因变性引起的性质改变也随之恢复。

【真题举例】DNA 变性时其结构变化表现为

- A. 磷酸二酯键断裂
- B. N-C 糖苷键断裂
- C. 戊糖内 C-C 键断裂
- D. 碱基内 C-C 键断裂
- ✕ 对应碱基间氢键断裂

考点 6: RNA 的结构与功能

1. mRNA mRNA 为线状单链结构, 分子量大小不一, 由几百至数千个核苷酸组成。在生物体内 mRNA 占细胞总 RNA 的 $2\%\sim 5\%$, 但种类最多。在所有 RNA 中, mRNA 的半衰期最短, 由几分钟到数小时不等。mRNA 的功能是把核内 DNA 的遗传信息, 按碱基互补原则抄录并传送到胞质, 用以翻译成蛋白质的氨基酸序列, mRNA 分子中的每 3 个核苷酸为一组决定肽链上某一个氨基酸, 称三联体密码 (遗传密码)。mRNA 是由细胞核内合成的初级产物不均一核 RNA (hnRNA) 经剪接成为成熟 mRNA。hnRNA 在核内存在时间极短, 剪接成 mRNA 后依靠特殊机制转移到细胞质中。

2. tRNA tRNA 由 $70\sim 90$ 个核苷酸构成。分子中含有稀有碱基 (占 $10\%\sim 20\%$), 包括双氢尿嘧啶 (DHU)、甲基化的嘌呤 (^mG 、 ^mA) 及假尿苷 (ψ)。tRNA 中的稀有碱基均是转录后修饰而成的。所有 tRNA $3'$ -末端均为 CCA-OH, 其二级结构呈三叶草形, 在 tRNA 单链上有一些能配对的区域, 可形成局部双链构成茎状, 中间不能配对的碱基则膨出成环状, 称为茎环或发夹结构, 其可大致分为: ①氨基酸臂, 包含 $5'$ 及 $3'$ 末端。 $3'$ 末端 CCA-OH 的羟基的作用是连接活化的相应氨基酸; ②DHU 环; ③反密码环, 环中间的 3 个碱基为反密码子, 与 mRNA 上相应的密码子呈反向互补; ④T ψ C 环。tRNA 的三级结构为倒 L 型。tRNA 的功能是在蛋白质生物合成中起运输氨基酸的作用。

3. rRNA rRNA 是细胞内含量最多的 RNA, 约占 RNA 总量的 80% 。RNA 与核蛋白体蛋白共同构成核蛋白体或称核糖体。核蛋白体由大、小两个亚基组成。当大、小亚基聚合时, 可作为蛋白质合成的场所。

【真题举例】下列有关 RNA 分类、分布及结构的叙述错误的是

A. 主要有 mRNA, tRNA 和 rRNA 三类

B. tRNA 分子量比 mRNA 和 rRNA 小

☒ C. 胞质中只有 mRNA

D. rRNA 可与蛋白质结合

E. RNA 并不全是单链结构



考点 7: 酶促反应的特点

1. 高效率 酶能显著地降低反应的活化能, 故催化效率极高。

2. 高特异性 酶对其催化的底物具有较严格的选择性。即一种酶只作用于一种或一类化合物; 或一定的化学键, 进行一种类型的反应, 产生一定的产物。各种酶所要求的特异性严格程度不同, 一般可分为绝对特异性、相对特异性、立体异构特异性。

3. 可调节性 酶促反应受多种因素调控。

【真题举例】酶的催化高效性是因为酶

A. 启动热力学不能发生的反应

☒ B. 能降低反应的活化能

C. 能升高反应的活化能

D. 可改变反应的平衡点

E. 对作用物 (底物) 的选择性



考点 8: 酶的分子结构和催化作用

1. 酶的分子组成 酶的化学本质主要是蛋白质, 也有些是核酸 (RNA)。酶按其分子组成可分为单纯酶和结合酶。仅由氨基酸构成的酶称为单纯酶, 如淀粉酶、核糖核酸酶等。由结合蛋白质构成的酶称为结合酶, 其蛋白质部分称为酶蛋白, 非蛋白质部分称为辅助因子, 二者单独存在均无催化活性, 只有二者结合成全酶 (结合酶) 才有活性。酶蛋白决定反应的特异 (专一) 性, 辅助因子决定反应的种类和性质。辅助因子可以是金属离子, 如 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 等。还有的是小分子复杂有机化合物, 如维生素 B 族衍生物及铁卟啉等, 根据其 与酶蛋白结合的牢固程度, 可分为辅酶与辅基。辅酶是通过非共价键与酶蛋白疏松结合, 可用透析或超滤方法去除。辅基则与酶蛋白共价结合, 结合紧密, 不能用透析或超滤方法去除。

2. 酶的活性中心 酶与底物特异地结合并发挥其催化作用的特定空间部位称为酶的活性中心或活性部位。辅酶或辅基参与酶活性中心的组成, 其一般处于酶分子表面或裂隙中。活性中心的化学基团如为酶活性所必需者, 称为必需基团, 按功能又分为结合基团和催化基团。酶活性中心外有些基团是维持酶空间构象或作为调节剂的结合部位所必需

的, 这些称为酶活性中心外必需基团。

考点 9: K_m 和 V_{max} 的概念

1. K_m (米氏常数) 值等于酶促反应速度为最大速度一半时的底物浓度, 单位为 mmol/L 。 K_m 值是酶的特征性常数, 它与酶的结构、底物及反应环境 (如温度、 pH 值、离子强度等) 有关, 而与酶浓度无关。同一种酶催化不同的底物 (为多底物反应的酶) 就有不同的 K_m 值, 其中 K_m 值最小的底物认为是该酶的天然底物。同工酶对同一底物的 K_m 亦不同。在一定情况下, K_m 值可用来表示酶对底物亲和力的大小, K_m 值愈大就表示酶对底物的亲和力越小。

2. V_{max} (最大反应速率) 是酶完全被底物饱和时的反应速率, 与酶浓度呈正比。

考点 10: 最适 pH 值和最适温度

1. 最适 pH 值 在其他条件恒定下, 酶促反应速度达最大时的环境 pH 值, 称为酶的最适 pH 值。

2. 最适温度 酶是蛋白质, 随温度升高会变性, 只有当温度既不过高也不过低时, 酶促反应速度最快, 此时的温度即为酶的最适温度。体内酶的最适温度一般在 37°C 左右。

考点 11: 酶的不可逆性抑制作用

抑制剂以共价键与酶活性中心上的必需基团结合, 使酶失活。此种抑制剂不能用透析或超滤方法去除。

考点 12: 酶的可逆性抑制作用

抑制剂以非共价键与酶或酶底物复合物结合, 使酶活性降低或消失。用透析或超滤方法可将抑制剂去除。

1. 竞争性抑制作用 ①抑制剂与酶的底物结构相似, 能与底物竞争酶的活性中心, 从而阻碍酶与底物的结合, 使有活性的酶量减少, 这种抑制作用称为竞争性抑制作用。②其特点是抑制程度取决于底物及抑制剂的相对浓度, 随底物浓度的增加抑制作用降低甚至解除。当底物浓度足够大时, 几乎所有的酶分子均与底物相作用, 故最大反应速度 (V_{max}) 仍可达到。然而由于竞争性抑制剂的干扰, 酶与底物的亲和力降低, 即 K_m 值增大。

2. 非竞争性抑制作用 ①抑制剂与酶活性中心外的必需基团结合, 不影响底物与酶的结合。②这种抑制作用不能用增加底物浓度来消除抑制。由于抑制剂不影响酶与底物的结合, 故不影响酶对底物的亲和力, 所以 K_m 值不变; 但由于抑制剂与酶的结合抑制了酶的活性, 等于减少了

活性酶分子,使最大反应速度($V_{\max}$)降低。

【真题举例】关于酶竞争性抑制剂的叙述,错误的是

- A. 抑制剂与底物结构相似
- B. 抑制剂与底物竞争酶的底物结合部位
- ✓ C. 增加底物浓度也不能达到最大反应速度
- D. 当抑制剂存在时 K_m 值变大
- E. 抑制剂与酶非共价结合



考点 13: 同工酶的概念

同工酶是指催化相同的化学反应,而酶蛋白的分子结构、理化性质及免疫学性质不同的一组酶。



考点 14: 糖酵解的主要过程、关键酶和生理意义

1. 糖酵解的主要过程 在缺氧的情况下,葡萄糖生成乳酸的过程称为糖酵解。

糖酵解在胞液(或称胞质)中进行,其基本途径可分为两个阶段。第一阶段从葡萄糖分解成 2 分子丙酮酸。第二阶段由丙酮酸还原生成乳酸。第一阶段包括 10 个反应:①葡萄糖被磷酸化成为 6-磷酸葡萄糖。此反应由己糖激酶或葡萄糖激酶(存在肝中)催化,消耗 1 分子 ATP,反应不可逆。②6-磷酸葡萄糖转变成 6-磷酸果糖。③6-磷酸果糖转变为 1,6-二磷酸果糖。此反应由 6-磷酸果糖激酶-1 催化,消耗 1 分子 ATP。④1,6-二磷酸果糖裂解成 2 个磷酸丙糖(即磷酸二羟丙酮和 3-磷酸甘油醛)。第⑤~⑩步反应是由磷酸丙糖(3-磷酸甘油醛)转变生成丙酮酸。在此期间每 1 分子磷酸丙糖可生成 1 分子 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 和 2 分子 ATP。 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 是由 3-磷酸甘油醛脱氢酶催化 3-磷酸甘油醛转变成 1,3-二磷酸甘油酸时产生的。1,3-二磷酸甘油酸为高能化合物,其在磷酸甘油酸激酶催化下转变成 3-磷酸甘油酸时将磷酸基及能量转移到 ADP 生成一分子 ATP,这种 ATP 生成过程称为底物水平磷酸化。另外,在磷酸烯醇式丙酮酸转变成丙酮酸时又经底物水平磷酸化产生 1 分子 ATP,此反应由丙酮酸激酶催化。故每分子磷酸丙糖(3-磷酸甘油醛)经⑤~⑩步反应共生成 2 个 ATP。第二阶段是在供氧不足时,3-磷酸甘油醛脱下 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 的氢不能传递给氧生成水和能量,而由丙酮酸接受,丙酮酸接受氢则被还原成乳酸。乳酸是糖酵解的最终产物。

2. 关键酶 糖酵解中有 3 个反应不可逆,分别由己糖激酶(或葡萄糖激酶)、6-磷酸果糖激酶-1 和丙酮酸激酶催化,是该途径的 3 个调节点,这 3 个酶被称为关键酶。

3. 生理意义 糖酵解最重要的生理意义在于迅速提供能量。此外,红细胞没有线粒体,完全依赖糖酵解供应能量。神经、白细胞、骨髓等代谢极为活跃,即使不缺氧也常由糖酵解提供部分能量。

【真题举例】

1. 下列关于己糖激酶叙述正确的是
 - A. 己糖激酶又称为葡萄糖激酶
 - B. 它催化的反应基本上是可逆的
 - ☒ C. 使葡萄糖活化以便参加反应
 - D. 催化反应生成 6-磷酸果酸
 - E. 是酵解途径的唯一的關鍵酶
2. 在酵解过程中催化产生 NADH 和消耗无机磷酸的酶是
 - A. 乳酸脱氢酶
 - ☒ B. 3-磷酸甘油醛脱氢酶
 - C. 醛缩酶
 - D. 丙酮酸激酶
 - E. 烯醇化酶
3. 下列属于糖酵解途径关键酶的是
 - A. 6-磷酸葡萄糖酶
 - ☒ B. 丙酮酸激酶
 - C. 柠檬酸合酶
 - D. 苹果酸脱氢酶
 - E. 6-磷酸葡萄糖脱氢酶



考点 15: 糖有氧氧化的基本途径、供能

在有氧条件下,葡萄糖彻底氧化成水和二氧化碳的过程称为糖有氧氧化。

1. 糖有氧氧化的基本途径 糖有氧氧化在线粒体和胞液中进行。可分为三个阶段。

(1) 葡萄糖转变成丙酮酸: 在胞液中进行,过程同糖酵解。

(2) 丙酮酸氧化脱羧: 丙酮酸透过线粒体内膜,进入线粒体内,经丙酮酸脱氢酶复合体催化进行脱氢、脱羧反应转变成乙酰 CoA 和 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 。丙酮酸脱氢酶复合体是由 3 个酶和 5 个辅酶或辅基组成的。3 个酶为: 丙酮酸脱氢酶、二氢硫辛酰胺转乙酰酶、二氢硫辛酰胺脱氢酶。5 种辅酶或辅基为: 焦磷酸硫胺素、FAD、 NAD^+ 、辅酶 A 及硫辛酸(属于水溶性维生素)等。该反应不可逆。

(3) 三羧酸循环: 三羧酸循环也称柠檬酸循环,在线粒体内进行。由丙酮酸转变成的乙酰 CoA 进入三羧酸循环可氧化成 CO_2 , 释放出的氢经氧化磷酸化而生成水并释放能量。循环起始由乙酰 CoA 与 4 碳的草酰乙酸经柠檬酸合酶催化生成柠檬酸。柠檬酸转变成异柠檬酸。后者经异柠檬酸脱氢酶催化,脱氢、脱羧转变成 α -酮戊二酸。 α -酮戊二酸再经 α -酮戊二酸脱氢酶复合体催化,再一次脱氢、脱羧变成琥珀酰 CoA。琥

珀酰 CoA 继而转变成琥珀酸，同时经底物水平磷酸化产生 1 分子 GTP。然后琥珀酸脱氢生成延胡索酸，后者加水生成苹果酸。苹果酸脱氢则再生成循环开始的草酰乙酸。草酰乙酸将与另 1 分子乙酰 CoA 结合，开始了新一轮的循环。

2. 供能 每次三羧酸循环是使 1 分子乙酰 CoA 被彻底氧化。其需经两次脱羧，产生 2 个 CO_2 ，4 次脱氢，产生 3 分子 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 和 1 分子 FADH_2 ，这 4 对氢通过呼吸链传给氧生成水的过程中，释放能量可合成 9 个 ATP。还有 1 个经底物水平磷酸化产生的 GTP，故总共产生 10 个 ATP。

1 分子葡萄糖经有氧氧化时，总共生成 32（或 30）分子 ATP。

【真题举例】进行底物水平磷酸化的反应是

- A. 葡萄糖 $\rightarrow$ 6-磷酸葡萄糖
- B. 6-磷酸果糖 $\rightarrow$ 1, 6-二磷酸果糖
- C. 3-磷酸甘油醛 $\rightarrow$ 1, 3-二磷酸甘油酸
- ☒ D. 琥珀酸 CoA $\rightarrow$ 琥珀酸
- E. 丙酮酸 $\rightarrow$ 乙酰 CoA

考点 16：糖原的合成与分解

糖原是体内糖的储存形式，主要存在于肝和肌肉，分别称为肝糖原和肌糖原。

1. 肝糖原的合成 葡萄糖经己糖激酶（肝中为葡萄糖激酶）作用生成 6-磷酸葡萄糖，后者再转变成 1-磷酸葡萄糖。1-磷酸葡萄糖与尿苷三磷酸（UTP）反应生成尿苷二磷酸葡萄糖（UDPG）。UDPG 可看做“活性葡萄糖”，最后在糖原合酶作用下，UDPG 分子中的葡萄糖基转移至糖原引物的糖链末端。上述反应反复进行，可使糖链不断延长，另外尚需经分支酶作用形成多分支的糖原。糖原合成是耗能的过程（消耗 2 个高能磷酸键）。糖原合酶是糖原合成的关键酶。

2. 肝糖原的分解 糖原分解习惯上是指肝糖原分解为葡萄糖。肝糖原的非还原端经磷酸化酶作用加磷酸分解释出 1-磷酸葡萄糖，后变成 6-磷酸葡萄糖再水解成游离葡萄糖，释放入血，此反应由葡萄糖-6-磷酸酶催化，此酶只存在于肝、肾，不存在于肌肉中。所以只有肝和肾的糖原分解可分解为葡萄糖，肌糖原分解不能直接补充血糖。磷酸化酶是糖原分解的关键酶。

考点 17：糖异生的概念、关键酶

从丙酮酸生成葡萄糖的具体反应过程为糖异生途径（即糖酵解的逆行）。糖酵解中的 3 个不可逆反应，在糖异生中需由另外的反应和酶替代。

①丙酮酸转变成磷酸烯醇式丙酮酸：由丙酮酸羧化酶及磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶催化，此过程共消耗 2 个 ATP（ATP 和 GTP）。②1,6-二磷酸果糖转变为 6-磷酸果糖：由果糖双磷酸酶-1 催化。③6-磷酸葡萄糖水解为葡萄糖：由葡萄糖-6-磷酸酶催化。以上 4 个酶即为糖异生的关键酶。



考点 18: ATP 的利用

1. ATP 是生命活动的直接能源物质。

2. ATP 可在核苷二磷酸激酶作用下将能量与磷酸基转移给尿苷二磷酸（UDP）、胞苷二磷酸（CDP）、鸟苷二磷酸（GDP）以生成 UTP、胞苷三磷酸（CTP）及鸟苷三磷酸（GTP）。分别用于糖原、磷脂、蛋白质合成。

3. 经酶催化 2 分子腺苷二磷酸（ADP）可转变为腺苷三磷酸（ATP）和腺苷一磷酸（AMP）。当 ATP 需要降低时 AMP 又从 ATP 中获取 P 生成 ADP。

4. ATP 可将能量转移给肌酸生成磷酸肌酸（高能磷酸化合物），反应由肌酸激酶催化，磷酸肌酸是肌肉及脑中能量的储存形式，当需要时，磷酸肌酸再将能量和磷酸基转移至 ADP 生成 ATP 被利用。

【真题举例】生命活动中能量的直接供体是

A. 腺苷三磷酸

B. 脂肪酸

C. 氨基酸

D. 磷酸肌酸

E. 葡萄糖



考点 19: 两条呼吸链的组成

1. 主要组成成分

(1) NAD^+ （烟酰胺腺嘌呤二核苷酸）亦称辅酶 I：为体内很多脱氢酶的辅酶。为双电子传递体（或称递氢体）。

(2) 黄素蛋白：有多种，以黄素单核苷酸（FMN）或黄素腺嘌呤二核苷酸（FAD）为辅基。为单、双电子传递体。FMN 接受 NADH 传出的质子和 e^- ，将其传出给泛醌，FAD 接受代谢物脱下的氢，传出给泛醌。

(3) 铁硫蛋白：有多种，辅基为铁硫簇（Fe-S），其含有等量的铁原子和硫原子（如 Fe_2S_2 ， Fe_4S_4 ）。铁硫蛋白多与 FMN、FAD 及细胞色素（Cyt）b 形成复合体存在，分别参与它们传递电子的作用。

(4) 泛醌（又称辅酶 Q，CoQ）：是一种脂溶性醌类化合物。泛醌作为内膜中可移动电子载体，其重要功能是在各复合体间募集并穿梭传递还原当量和电子。

(5) 细胞色素（Cyt）：是一类含血红素样辅基的电子传递蛋白（即以铁卟啉为辅基的催化电子传递的酶类）。参与呼吸链组成的细胞色素