



医学专业应试丛书

YIXUE ZHUANYE YINGSHI CONGSHU



生物化学考点

SHENGWUHUAXUE KAODIAN

○ 高国全 陶 莎 宋志宏 主编



 科学技术文献出版社

医学专业应试丛书

生物化学考点

主 编 高国全 陶 莎 宋志宏

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

生物化学考点/高国全等主编. -北京:科学技术文献出版社, 2007. 4

(医学专业应试丛书)

ISBN 978-7-5023-5576-0

I. 生… II. 高… III. 生物化学-医学院校-教学参考资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 015763 号

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038
图书编辑部电话 (010)51501739
图书发行部电话 (010)51501720, (010)68514035(传真)
邮 购 部 电 话 (010)51501729
网 址 <http://www.stdph.com>
E-mail: stdph@istic.ac.cn
策 划 编 辑 薛士滨
责 任 编 辑 薛士滨
责 任 校 对 唐 炜
责 任 出 版 王杰馨
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京正豪彩色印刷有限责任公司
版 (印) 次 2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
开 本 850×1168 32 开
字 数 523 千
印 张 17.25
印 数 1~8000 册
定 价 26.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书由中山大学中山医学院知名专家根据多年的教学及研究生入学考试命题经验,依据国内现行生物化学教材,并参考国内外最新文献资料,将生物化学知识体系进行梳理,以考点的形式进行归纳总结,配有考研试题讲解及大量练习题,帮助考生在较短的时间内掌握本学科知识,从而应对考试。

适合医学本科生、七年制、八年制学生复习备考,亦可供青年临床医生、生物化学教师、研究生入学考试者参考。

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干。

前 言

为了帮助读者学习、理解和记忆《生物化学》的基本内容和要点,并进行自我测试,特编写《生物化学考点》一书。该书是医学院校各专业学生学习《生物化学》的配套辅导材料。

《生物化学考点》以医学本科规划教材《生物化学》第六版为依据。全书共 23 章,其章次顺序与第六版教材相一致。每章包括五部分内容:①内容要点,突出该章基本内容,亦为该章重点。②考点及记忆方法,是该章应掌握的主要知识点并介绍理解记忆的思路。③典型试题及分析,通过对单选题、多选题和名词解释等题型典型试题的列举及解析,明确考点和掌握答题技巧。④容易答错的选择题及其分析,该部分进一步训练对考点和基本概念的准确完整认识,同时要求对跨章节相关内容的联系和区别加以总结。⑤自测题,包括选择题和论述题并提供参考答案,其中问答题为答题要点。选择题中的单选题,要求在 5 个备选答案中选择 1 个最佳答案;多项选择题,在 5 个备选答案中选择 2 个或 2 个以上的正确答案。在前四部分的基础上,通过第五部分的自我测试评估对本章要点理解和掌握的程度。

本书由工作在教学和科研一线的中山大学中山医学院生化系的教师根

据多年的教学实践编写。中山大学中山医学院生化系的罗超权教授对全书内容进行了审校,在编写过程中,我们得到科学技术文献出版社、中山大学中山医学院的热情支持,在此一并致谢。

本书的主要对象是医学院校各专业的本科生。本书可供医学专业本科生复习考试、医师职业资格考试、研究生入学考试以及青年教师、医师自学、复习或教学参考之用。

由于我们水平有限,本书可能有不当或错误之处,敬请各位读者给予批评和指正。

高国全

于中山大学

目 录

第一章	蛋白质的结构与功能·····	(1)
第二章	核酸的结构与功能 ·····	(34)
第三章	酶 ·····	(66)
第四章	糖代谢·····	(100)
第五章	脂类代谢·····	(147)
第六章	生物氧化·····	(199)
第七章	氨基酸代谢·····	(227)
第八章	核苷酸代谢·····	(270)
第九章	物质代谢的联系与调节·····	(291)
第十章	DNA 的生物合成(复制) ·····	(320)
第十一章	RNA 的生物合成(转录) ···	(339)
第十二章	蛋白质的生物合成(翻译) ·····	(353)
第十三章	基因表达调控·····	(370)
第十四章	基因重组与基因工程·····	(388)

第十五章	细胞信号转导·····	(404)
第十六章	血液的生物化学·····	(436)
第十七章	肝的生物化学·····	(450)
第十八章	维生素与微量元素·····	(465)
第十九章	糖蛋白、蛋白聚糖和细胞外基质 ·····	(479)
第二十章	癌基因、抑癌基因与生长因子 ·····	(494)
第二十一章	基因诊断与基因治疗·····	(509)
第二十二章	常用分子生物学技术的原理及其应用·····	(523)
第二十三章	基因组学与医学·····	(541)

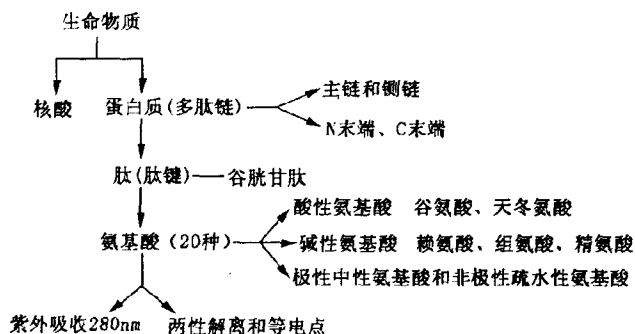
第一章 蛋白质的结构与功能

一、内容提要

①蛋白质的分子组成。②蛋白质的分子结构。③蛋白质结构与功能的关系。④蛋白质的理化性质及其分离纯化。

二、考点及记忆方法

(一)蛋白质的分子组成



1. 组成蛋白质的元素:主要有碳、氢、氧、氮、硫、磷、铁、铜、锌和碘等。一切蛋白质皆含有氮,各种蛋白质的含氮量很接近,平均为16%。

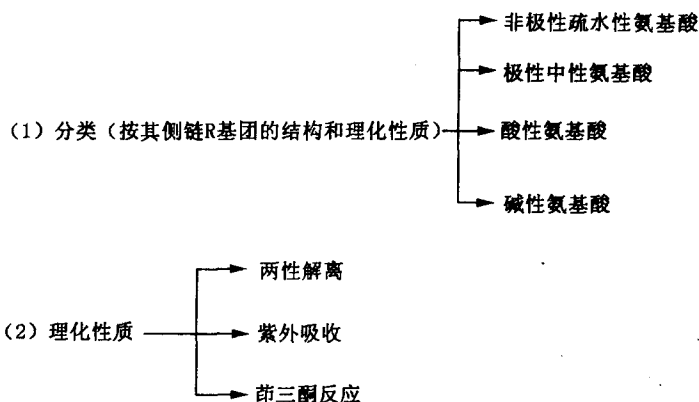
考点之一 蛋白质含氮量平均为16%,用于蛋白质定量。

记忆方法:“蛋”白质含氮(氮与蛋同音),样品的蛋白质含量(g%)=每克样品含氮克数 $\times 6.25 \times 100$ 。

注意事项:在组成蛋白质的元素中,碳占一半、氧占1/5,所以碳和氧是蛋白质的主要组成元素,但不能说它们是最重要的元素。

2. 氨基酸:是组成蛋白质的基本单位,组成人体的氨基酸共20种,其

特点均为 L- α 氨基酸(除甘氨酸外)。



考点之二 20 种氨基酸的中、英文缩写都应记清。

记忆方法: 可结合氨基酸的化学结构、分类及其分子中的特征基团加以记忆。

考点之三 一些具有特殊结构和意义的氨基酸:

(1) 酸性氨基酸种类: 2 种, 谷氨酸(Glu)和天冬氨酸(Asp)。

记忆方法: 其侧链含有 $-\text{COOH}$, 易解离出 H^+ 而具酸性。

(2) 碱性氨基酸种类: 3 种, 赖氨酸(Lys)、精氨酸(Arg)和组氨酸(His)。

记忆方法: 侧链带有易接受 H^+ 的基团而具有碱性, 如 $\epsilon\text{-NH}_2$ 、胍基和咪唑基。

(3) 可以形成二硫键的氨基酸: 半胱氨酸。二硫键是由两分子的半胱氨酸的巯基之间脱氢形成的, 二硫键在蛋白质结构的形成中起重要作用。

(4) 含硫氨基酸: 包括甲硫氨酸(Met)、半胱氨酸(Cys)及胱氨酸。两分子半胱氨酸通过二硫键, 形成一分子胱氨酸。

(5) 亚氨基酸: 脯氨酸(Pro)。

(6) 芳香族氨基酸: 包括苯丙氨酸(Phe)、酪氨酸(Tyr)和色氨酸(Trp)。

记忆方法: 芳香族氨基酸含有苯环, 苯环有共轭双键, 在波长 280nm 处有最大吸收。

(7)支链氨基酸:包括缬氨酸(Val)、亮氨酸(Leu)和异亮氨酸(Ile)。

记忆方法:它们都含有分支结构。

(8)含有羟基的氨基酸:包括丝氨酸(Ser)、苏氨酸(Thr)和酪氨酸(Tyr)。

(9)必需氨基酸:8种,即缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、色氨酸、甲硫氨酸、赖氨酸和苏氨酸。

记忆方法:必需氨基酸包括三种支链氨基酸、两种芳香族氨基酸、一种含硫氨基酸、一种碱性氨基酸和苏氨酸。

考点之四 氨基酸的两性解离:氨基酸是一种两性电解质,具有两性解离的特性。其解离程度取决于所处溶液的酸碱度。改变溶液 pH 值,可使一种氨基酸呈电中性(兼性离子)、或带正电荷、或带负电荷。

记忆方法:所有氨基酸都含有碱性的 α -氨基($-\text{NH}_2$)和酸性的 α -羧基($-\text{COOH}$),在酸性溶液中 $-\text{NH}_2$ 与 H^+ 结合而呈现带正电荷的阳离子($-\text{NH}_3^+$);在碱性溶液中 $-\text{COOH}$ 与 OH^- 结合,失去 H^+ 变成带负电荷的阴离子($-\text{COO}^-$)。

氨基酸的等电点(pI):在某一 pH 溶液中,氨基酸解离成正、负离子的趋势相等,即成为兼性离子,此溶液的 pH 值称为该氨基酸的等电点。

记忆方法:等电点时,氨基酸所带的正电荷和负电荷相等,净电荷为零。

考点之五 氨基酸的紫外吸收:色氨酸、酪氨酸在 280nm 波长附近具有最大吸收峰,而绝大多数蛋白质都含有这些氨基酸,故在 280nm 测定蛋白质溶液的光吸收值,是定量测定溶液中蛋白质含量的一种快速简便的方法。

记忆方法:①芳香族氨基酸含有苯环结构,具有共轭双键,所以具有紫外吸收的特性。②对比记忆,核酸含有的碱基也具有共轭双键,所以核酸也具有紫外吸收的性质。但是核酸的紫外吸收峰值是 260nm。

3. 肽:是由氨基酸通过肽键缩合而形成的化合物。两分子氨基酸缩合形成二肽,三分子氨基酸缩合则形成三肽……,由少于 10 个以内氨基酸相连而成的肽称为寡肽(oligopeptide),由更多的氨基酸相连形成的肽称多肽(polypeptide)。

(1)氨基酸在蛋白质分子中的连接方式:肽键。

(2)生物活性肽:如谷胱甘肽。

考点之六 肽键和肽链:肽键是由一个氨基酸的 α -羧基与另一个氨基酸的 α -氨基脱水缩合而形成的化学键(酰胺键)。肽键的组成:($-\text{CO}-\text{NH}-$)。肽链是指多个氨基酸通过肽键相连而成的多聚体。

记忆方法:深刻领会生化知识之间的内在规律,多肽“链”借肽“键”连接。“链”是结构的基础,“键”是结构的维系力,没有“键”,无所谓“链”;组成“链”的每一个环节是氨基酸,而氨基酸之间通过某些基团形成“键”。推而广之,核酸、多糖亦一样。这些“链”上的基团,与结构和功能息息相关。

注意事项:肽链中的氨基酸分子因为脱水缩合而基团不全,被称为氨基酸残基(residue)。多肽链由主链骨架和侧链所组成。多肽链(polypeptide chain)有两端,N末端:多肽链中有自由氨基的一端;C末端:多肽链中有自由羧基的一端。

考点之七 谷胱甘肽:由谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸组成的三肽,第一个肽键不是 α 肽键,而是由谷氨酸的 γ -羧基与半胱氨酸的氨基所组成。GSH的 $-\text{SH}$ 代表半胱氨酸残基上的巯基,是该化合物的主要功能基团,GSH是细胞内十分重要的还原剂。

记忆方法:“谷”“胱”“甘”肽中的前三个字分别代表谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸,它是一个三肽化合物。因为半胱氨酸位于三肽的中间,所以非常重要,其特征性的基团——巯基($-\text{SH}$)即是谷胱甘肽的功能基团,故谷胱甘肽的英文缩写为“GSH”。 $-\text{SH}$ 具有还原性,故GSH具有解毒功能、清除体内的过氧化氢和对抗体内氧化剂的功能,以保护蛋白质分子中的SH基团免遭氧化,使蛋白质或酶处于活性状态。

(二)蛋白质的分子结构

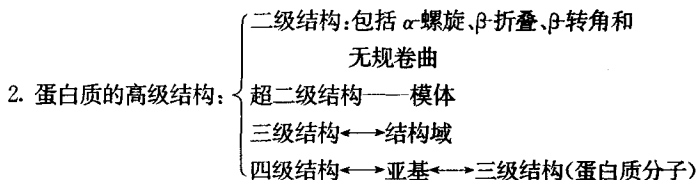
1. 蛋白质的一级结构:一级结构是蛋白质空间结构的基础,但并不是决定蛋白质空间构象的惟一因素。

考点之八 蛋白质的一级结构:多肽链中氨基酸的排列顺序。其主要化学键为肽键(共价键),有些还包含二硫键,如胰岛素。蛋白质的一级结构可以追溯到DNA的排列顺序,即蛋白质的一级结构决定于遗传信息。

记忆方法:①多肽链骨架就是蛋白质的一级结构(蛋白质分子中氨基酸自N端至C端的排列顺序),主要靠肽键维系。②因为一级结构是高级结

构的基础,所以可以把一级结构比喻为一幢大楼坚实的地基,稳定一级结构的主要化学键是牢固的共价键——肽键。而高级结构都是在一级结构基础上形成的(如大楼是在坚实的地基上建起来的),稳定高级结构的化学键主要是非共价键(二硫键也有重要的作用),非共价键没有共价键牢固,所以高级结构易被破坏,但只要一级结构完好无损(地基没有被破坏),高级结构还可以恢复(还可以建成与原先一模一样的大楼)。但如果地基破坏了,整个大楼就不存在了。

注意事项:①蛋白质的一级结构中,肽键不是氨基酸残基之间惟一的化学键(有些蛋白质还有二硫键)。②一级结构是高级结构的基础,但不是惟一因素。(参见考点之十四——分子伴侣的作用)。③理解 N 端、C 端的概念。



考点之九 肽单元:参与组成肽键相关的 6 个原子($-\text{C}_\alpha-\text{CO}-\text{NH}-\text{C}_\alpha-$)位于同一平面,又称酰胺平面或肽键平面。它是蛋白质构象的基本结构单位。肽单元结构有以下特点:①肽键的 $\text{C}-\text{N}$ 键长介于单键和双键之间,具有部分双键性质,不能自由旋转。②肽键的 $-\text{C}=\text{O}$ 和 $-\text{N}-\text{H}$ 及两个 C_α 均为反式构型。③与 C_α 相连的单键可自由旋转, $\text{C}_\alpha-\text{C}$ 旋转角度以 ψ 表示, $\text{C}_\alpha-\text{N}$ 旋转角度以 ϕ 表示,即两面角。这样两个相邻肽单元可以围绕一个共用的 C_α 自由旋转,而造成两个肽单元在空间的不同位置。这就是肽链折叠、盘曲的基础。

记忆方法:肽单元是以肽键为中心,以 C_α 为界 $[\text{C}_\alpha-\text{CO}-\text{NH}-\text{C}_\alpha]$ 。所以可以将肽平面想像成一个平行四边形,两个 C_α 位于长对角的两个角上,两个短对角分别是羰基碳的氧和亚氨基的氢。由此,主链骨架即是一系列通过 C_α 原子衔接的肽键平面所组成。即主链骨架是由 $[\text{N}-\text{C}_\alpha-\text{CO}]$ 单位构成的。

考点之十 蛋白质的二级结构:多肽链主链原子的局部空间结构,

不涉及氨基酸残基侧链的构象。稳定二级结构的因素为在肽键的羰基氧和亚氨基氢之间形成的氢键。肽单元是形成二级结构的基础。二级结构主要有以下几种形式,即 α -螺旋、 β -折叠、 β -转角和无规卷曲。

记忆方法:二级结构的关键词是“主链原子”、“局部空间结构”,二级结构是周期性出现的结构。氢键是其主要化学键。

考点之十一 α -螺旋结构:①多肽链主链围绕中心轴形成右手螺旋(顺时针方向),侧链伸向螺旋外侧。②每圈螺旋含 3.6 个氨基酸,螺距为 0.54 nm。③每个肽键的亚氨基氢和第四个肽键的羰基氧形成的氢键保持螺旋稳定。④氢键与螺旋长轴基本平行。 α -螺旋的例子:角蛋白、肌球蛋白和纤维蛋白等。

记忆方法:想像记忆法,想像右手拿一根麻花,一口吃掉 3.6 个节,即相当于 3.6 个氨基酸。

注意事项:虽然多肽链的侧链原子不参与 α -螺旋的形成,但其对 α -螺旋的形成有重要影响:①氨基酸侧链所带电荷遵循同性相斥、异性相吸的原则,如 Asp 和 Glu 带有相同电荷,它们相遇就影响 α -螺旋的形成。②氨基酸侧链太大会由于空间位阻而影响 α -螺旋的形成。③氨基酸侧链的形状:如遇到 Pro 就不能形成 α -螺旋。

考点之十二 β -折叠结构:①多肽链充分伸展,相邻肽单元之间折叠成锯齿状结构,侧链位于锯齿结构的上下方。②两段以上的 β -折叠结构平行排列,两链间可顺向平行,也可反向平行。③两链间的肽键之间形成氢键,以稳固 β -折叠结构。氢键与 β -折叠长轴垂直。 β -折叠的例子:蚕丝蛋白等。

记忆方法:想象记忆法,想象把一张纸折成好多的折。

注意事项: β -折叠的形成条件要求氨基酸侧链较小。

考点之十三 模体:在许多蛋白质分子中,几个相邻的二级结构单元相互聚集,形成更高一级的有规则的、具有特殊功能的二级结构组合体,充当三级结构的构件。此空间结构称为模体(motif)。一个模体总有其特征性的氨基酸序列,并发挥特殊的功能,如锌指结构、钙结合蛋白(α -螺旋-环- α -螺旋)。模体的形式主要有:① β - β 。② β - α - β 。

记忆方法:模体是以蛋白质二级结构单元为单位形成的,所以是在二级

结构之上的超二级结构。凡是具有同样模体的结构都有同样的氨基酸排列。

考点之十四 分子伴侣(chaperon):是指帮助新生多肽链正确折叠的一类蛋白质。其作用如下:①可逆地与未折叠肽段的疏水部分结合,防止错误折叠。②与错误折叠的肽段结合,诱导其正确折叠。③对蛋白质分子中的二硫键的正确形成起重要作用。分子伴侣通过提供一个保护环境从而加速蛋白质折叠成天然构象或形成四级结构。

记忆方法:伴侣就是陪伴你的那个人,蛋白质形成后需要分子伴侣来帮助形成正确的结构,就像生活中需要伴侣来完善自己一样。

注意事项:蛋白质空间构象的正确形成,除一级结构为决定因素外,还需分子伴侣参与。

考点之十五 蛋白质的三级结构:是指蛋白质多肽链在二级结构基础上,侧链基团相互作用,使多肽链进一步盘绕、折叠,形成以次级键维系的紧密的球状构象。即整条肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置。蛋白质三级结构的稳定因素有非共价键和二硫键。

记忆方法:对比二级结构的“局部”、“主链”,三级结构是“全部”、“主链和侧链”。因为它涉及的范围比二级结构更广,所以形成和稳定三级结构的主要化学键是包括二级结构的“氢键”在内的“非共价键”。

注意事项:①具备三级结构的蛋白质,其分子或亚基都有近似球状外形,通常称球状蛋白。②蛋白质分子与亚基的区别:蛋白质分子:可由一条或多条多肽链组成,这些多肽链通过折叠、缠绕,形成特定的空间构象。许多具有特定生物学活性的蛋白质分子仅由一条具有三级结构的多肽链组成;亚基:有的蛋白质肽链,在结构上虽然具有三级结构构象,但并不显示生物学活性。通常把这样的一条肽链称为亚基。它是蛋白质四级结构的构件。

考点之十六 结构域:分子量大的蛋白质的三级结构常可分割成1个和数个球状或纤维状,折叠得较为紧密,具有独立的生物学功能的区域。如纤连蛋白含有六个结构域。

记忆方法:①想象记忆法,如将学校的校园比喻为一个具有三级结构的球状蛋白质,俯视整个校园,有很多致密的部分,如一些教研室大楼、图书馆

大楼、教学大楼等,它们都有各自的功能,相当于结构域。②比较记忆法:模体较小、是连续的、可能是结构域的一部分;而结构域较大、分隔、可含有模体。③另外模体、结构域和亚基(四级结构的构成单位)是蛋白质的空间构象中较难理解的三个概念,极易混淆,如果不能正确掌握,势必影响对整个空间结构的把握。因此引入恰当的比喻加以理解记忆是必要的:模体是“两个或更多具有二级结构的肽段在空间上相互接近,形成的具有特殊功能的空间结构”,锌指是一个常见的例子,可以和 DNA 结合的蛋白质具有这一结构。因此,可以将锌指比喻为人的一个手指,它可以嵌入 DNA 分子的大沟中。但是,正如抓东西一样,仅一个手指显然不能使蛋白质和核酸准确而牢固地结合,于是,多个锌指结构并排在一起来完成这一功能,就像我们的手掌一样,这样一个结构和功能都相对独立的单位就是结构域。若人是一条多肽链盘曲折叠而形成的三维空间结构,就是亚基,亚基中可能含有多个结构域,如人的四肢。这样比喻,对三个概念在层次上就会有一个清晰的认识。

考点之十七 蛋白质的四级结构:由两条或两条以上多肽链组成的蛋白质,每一条多肽链都有其完整的三级结构,称为蛋白质亚基。亚基和亚基之间呈特定的三维空间排布,并以非共价键相连接,这种蛋白质分子中各个亚基的空间排布及亚基接触部位的布局 and 相互作用,称为蛋白质的四级结构。

记忆方法:可以形象地将蛋白质一、二、三、四级结构比喻为女孩子的发型,一根头发视为一条多肽链,将头发烫弯曲就是二级结构,弯曲的头发在头上盘成不同的发髻即为三级结构,不同的发髻在不同部位形成不同的发型即为四级结构。其中二、三、四级结构都是在一级结构(一根头发)的基础上形成的,如果没有一根根的头发,就不可能形成各种发型。且头发比较牢固(比喻一级结构的肽键),而各种不同的发型很容易变化(比喻稳定高级结构的非共价键),所以除了一级结构以外,维持高级结构的主要化学键都是非共价键。

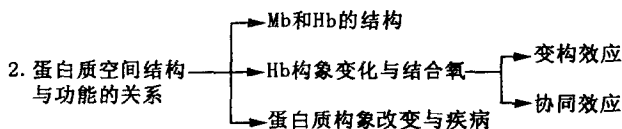
注意事项:①并非所有的蛋白质都有四级结构。②含有四级结构的蛋白质,单独的亚基一般没有生物学功能。③具有四级结构的蛋白质有血红蛋白、乳酸脱氢酶等,肌红蛋白不具有四级结构。

(三)蛋白质结构与功能的关系

1. 蛋白质一级结构与功能的关系:一级结构决定空间结构。分子病的发病机制。

考点之十八 分子病:基因突变可导致蛋白质一级结构的变化,使蛋白质生物学功能降低或丧失,甚至引起生理功能的改变而发生疾病。这种分子水平上的微观差异而导致的疾病,称分子病。典型例子:镰刀型红细胞性贫血,其发生的根本原因是 Hb(HbA)的一级结构发生了差错,人 Hb β -亚基的第六位氨基酸应该是谷氨酸,而在镰刀型贫血的 Hb 中却是缬氨酸,本是水溶性的血红蛋白,就会聚集成丝,相互粘着,导致红细胞变形成为镰刀型而极易破裂,产生贫血。

记忆方法:镰刀本是用来割谷子(谷 AA),却歇了(缬 AA),故得了镰刀型红细胞贫血。



考点之十九 协同效应:是指一个亚基与其配体结合后,能影响此寡聚体中另一个亚基与配体的结合能力,这种效应称为协同效应。如果是促进作用,称为正协同,反之为负协同效应。例如血红蛋白结合氧具有正协同效应。Hb 有四个亚基组成,当 Hb 的第一个亚基与氧结合后可引起构象变化,促进了第二及第三个亚基与氧的结合,又大大地促进了第四个亚基与氧结合。这种带氧的亚基协助不带氧的亚基去结合氧的现象就是协同效应。

记忆方法:协同相当于帮助或者促进的意思。Hb 结合氧的协同效应可用“撕邮票”方法加以记忆:从邮局买来四张连在一起的邮票,当撕下第一张时比较困难,需要撕下两条边;当第一张邮票撕下来以后,第二和第三张邮票就容易撕多了,只需撕一条边即可;当第二和第三张邮票撕下来以后,就只剩下第四张了,不用撕就可用了。

注意事项:血红蛋白由四个亚基组成,其结合氧具有协同效应。而肌红