

高等院校护理专业主干课精析精练

于公元 主编

生物化学

Biochemistry

清华大学出版社

高等院校护理专业主干课
精析精练

于公元 主编

生物化学

Biochemistry

清华大学出版社
北 京

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/于公元主编. —北京:清华大学出版社,2007.4

(高等院校护理专业主干课精析精练)

ISBN 978-7-302-13721-4

I. 生… II. 于… III. 生物化学—高等学校—教学参考资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 108403 号

责任编辑:王 华

封面设计:色朗图文设计

责任校对:赵丽敏

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:13.25 字 数:296 千字

版 次:2007 年 4 月第 1 版 印 次:2007 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:22.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:020635-01

编
委
会
名
单

主任委员 刘纯艳

委 员 (按姓氏笔画排序)

于公元	王席伟	王 跃
王春梅	刘纯艳	孙保存
孙 荣	李云生	张 清
张 蕴	娄建石	姚 智

编者名单

主 编 于公元

副主编 张艳君 朱 宁 康英姿

编 者 (按姓氏笔画排序)

于公元 朱 宁 张艳君

刘新宇 康英姿 解用虹

总前言

近年来,随着社会进步和人民群众对健康需求的日益增强,我国高等护理教育得到了长足发展,提高本专科层次护理教育水平是满足社会对高素质护理人才和加强护士队伍建设的基础,辅助本专科层次学生系统学习护理专业各科目是我们编写这套丛书的根本目的。

这套丛书是由我国第一所开办本科高等护理教育专业的天津医科大学护理学院牵头,组织具有多年高等护理教育专业办学经验院校的教师和临床一线护理人员共同编写的。

丛书共 13 册,涵盖了护理专业教育的主要科目,包括临床护理和当前急需的社区护理、老年护理等课程。各册内容紧密结合课程教学要求,注重基本概念和基本知识的提炼,对学生学习中的重点、难点进行精讲,每章后还安排了自测题,便于学生进行自我考核,验证自己的学习效果。

我们希望这套丛书可以帮助高等护理本专科生及参加护理职业考试的专业人员,深入学习、掌握精髓、融会贯通、增强记忆、节省时间,全面掌握教材的内容,提高学习效率,取得良好的学习效果。

刘纯艳

2007 年元月

本

参考书是为高等护理学专业《生物化学》课程编写的辅助教材。辅导教材分 15 章,涵盖了原版教材的全部章节。

辅导教材各章节分为教学纲要、基本概念、基本知识、重点解析以及自测习题部分。参考书强调了对各章节学习的基本要求,同时针对难点进行特殊的解释分析。各章节列举了重要思考题,参考答案对应重点部分进行分析。结合护理学专业学习的特点,本书编写过程中适当强调了对基本概念和重要原理解释,以便于读者更好地掌握必要的内容。编写中对教学基本要求部分力图体现精简的原则,理论联系实际地帮助读者加深对基本教学要求内容的掌握。

伴随生命科学理论与技术的进步,生物化学已成为医学科学领域的重要基础学科。由于编者水平有限,恳请广大读者对本书存在的不足之处提出指正。

于公元

2007 年 2 月

第一章 蛋白质的结构、功能及理化性质

1

教学纲要	1
内容精讲	1
第一节 蛋白质的分子组成	1
第二节 蛋白质的分子结构	2
第三节 蛋白质分子结构与功能的关系	4
第四节 蛋白质的理化性质	5
自测习题	6
参考答案	12

第二章 核酸的结构与功能

13

教学纲要	13
内容精讲	13
第一节 核酸的分子组成	13
第二节 DNA 的结构与功能	14
第三节 RNA 的结构与功能	15
第四节 核酸的理化性质	17
自测习题	18
参考答案	23

第三章 酶

24

教学纲要	24
内容精讲	24
第一节 酶分子的结构与催化功能	24
第二节 维生素与辅酶和辅基	25

第三节	酶的命名与分类	26
第四节	酶促反应的特性与催化机制	27
第五节	酶促反应动力学	27
第六节	酶的调节	30
第七节	酶与医学的关系	31
自测习题	.....	31
参考答案	.....	38

第四章 糖代谢

39

教学纲要	.....	39
内容精讲	.....	39
第一节	糖的无氧酵解	39
第二节	糖的有氧氧化	40
第三节	磷酸戊糖途径	41
第四节	糖原的合成与分解	41
第五节	糖异生作用	42
第六节	血糖	42
第七节	糖复合物	43
自测习题	.....	47
参考答案	.....	56

第五章 脂类代谢

57

教学纲要	.....	57
内容精讲	.....	57
第一节	脂类的消化、吸收及运输	57
第二节	三酰甘油的代谢	58
第三节	磷脂的代谢	60
第四节	胆固醇的代谢	60
第五节	血浆脂蛋白代谢	62
自测习题	.....	65
参考答案	.....	70

第六章 生物氧化

72

教学纲要	.....	72
内容精讲	.....	72

第一节 概述	72
第二节 ATP 与能量代谢	73
第三节 氧化磷酸化	73
第四节 细胞生物氧化体系	75
第五节 活性氧的产生与清除	76
自测习题	76
参考答案	81

第七章 氨基酸代谢

82

教学纲要	82
内容精讲	82
第一节 蛋白质的营养作用	82
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败	83
第三节 氨基酸的一般代谢	83
第四节 个别氨基酸代谢	86
自测习题	88
参考答案	94

第八章 核苷酸代谢

96

教学纲要	96
内容精讲	96
第一节 嘌呤核苷酸代谢	96
第二节 嘧啶核苷酸代谢	98
第三节 核苷酸的抗代谢物	99
自测习题	100
参考答案	105

第九章 DNA 的生物合成

106

教学纲要	106
内容精讲	106
第一节 DNA 复制	106
第二节 DNA 损伤的修复合成	109
第三节 逆转录	110
自测习题	111
参考答案	119

第十章 RNA 的生物合成

120

教学纲要	120
内容精讲	120
第一节 转录体系	120
第二节 转录过程	122
第三节 真核生物 RNA 的转录后加工	124
第四节 核酶	125
自测习题	126
参考答案	133

第十一章 蛋白质的生物合成

134

教学纲要	134
内容精讲	134
第一节 蛋白质生物合成体系	134
第二节 蛋白质生物合成过程	135
第三节 蛋白质合成后加工	137
第四节 蛋白质生物合成与医学	138
自测习题	139
参考答案	146

第十二章 基因表达调控

147

教学纲要	147
内容精讲	147
第一节 基因表达调控的基本原理	147
第二节 原核基因转录的调节系统	150
第三节 真核基因转录的调节系统	152
自测习题	156
参考答案	163

第十三章 基因重组与分子生物学技术

164

教学纲要	164
内容精讲	164
第一节 与基因重组有关的基本概念	164
第二节 基因重组技术	165

第三节 基因重组的基本过程	166
第四节 分子生物学试验技术	168
第五节 基因诊断和基因治疗	169
自测习题	170
参考答案	174

第十四章 物质代谢调节和细胞间信号转导

175

教学纲要	175
内容精讲	175
第一节 物质代谢调节	175
第二节 细胞间信号转导	177
自测习题	179
参考答案	185

第十五章 癌基因、生长因子与细胞凋亡

186

教学纲要	186
内容精讲	186
第一节 癌基因	186
第二节 抑癌基因	187
第三节 生长因子	188
第四节 细胞凋亡	188
自测习题	189
参考答案	195

蛋白质的结构、功能 及理化性质

教学纲要

1. 掌握蛋白质的元素组成及特点。
2. 掌握氨基酸的分类、结构式及缩写符号。
3. 掌握肽、肽键的概念,熟悉蛋白质的分类。
4. 掌握蛋白质一、二、三、四级结构的概念及特点。
5. 熟悉氨基酸的理化性质(两性解离和等电点、紫外吸收性质、茚三酮反应)及蛋白质结构和功能的关系。
6. 掌握蛋白质的理化性质(两性解离和等电点、沉淀、变性和凝固、蛋白质亲水胶体的稳定因素),熟悉蛋白质的分离纯化方法。

内容精讲

第一节 蛋白质的分子组成

【基本概念】

1. 氨基酸 氨基酸是羧酸分子中 α -碳原子上的一个氢原子被氨基替代而成的化合物,因此又称 α 氨基酸。除甘氨酸外,一切 α 氨基酸的 α -碳原子都是不对称的,因此有D-和L-两种构型。 α 氨基酸是蛋白质的基本组成单位,参与人体蛋白质组成的基本氨基酸有20种,均属于L- α -氨基酸(除甘氨酸外)。

2. 氨基酸的等电点 使某氨基酸所带的正、负电荷数相等时溶液的pH值称为该氨基酸的等电点,通常用pI表示。

3. 肽键 一分子氨基酸的 α 氨基与另一分子氨基酸的 α 羧基脱水缩合形成的酰胺键称为肽键,是蛋白质分子结构中的基本结构键。

4. 肽 氨基酸之间通过肽键连接而成的化合物称为肽,由两个氨基酸形成的为二肽,3个氨基酸形成的为三肽,依此类推。

5. 寡肽 少数氨基酸连接而成的肽称为寡肽。

6. 多肽链 许多氨基酸彼此以肽键相连,形成长链称为多肽链。多肽链中有自由氨基的一端称为氨基末端或N末端;有自由羧基的一端称为羧基末端或C末端。

7. 生物活性肽 生物体内具有生物活性的小分子肽类称为生物活性肽,如谷胱甘肽。

8. 谷胱甘肽 是由谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸组成的三肽,其中谷氨酸通过 γ 羧基与半胱氨酸的氨基形成肽键,它是体内重要的还原剂,对维持蛋白质的巯基不被氧化起到重要作用。

【基本知识】

1. 元素组成 组成蛋白质的主要元素有碳、氢、氧、氮和硫,各种蛋白质的含氮量接近,平均大约为 16%。

2. 氨基酸的种类 参与人体蛋白质组成的基本氨基酸有 20 种,分为非极性疏水性氨基酸、极性中性氨基酸、酸性氨基酸和碱性氨基酸。

3. 氨基酸结构特点

(1) 除甘氨酸外,其他氨基酸的 α -碳原子都是不对称的,因此有 D-和 L-两种构型,组成人体蛋白质的氨基酸都是 L 型。

(2) 除脯氨酸外,其余氨基酸 α -碳原子上都是氨基。

(3) 不同的氨基酸的 R 侧链不同,它们的相对分子质量、解离程度和化学反应性质也不同。

4. 氨基酸的理化性质

(1) 两性解离性质:所有的氨基酸都为两性电解质,当溶液 pH 值小于 pI 时,氨基酸带正电荷,当溶液 pH 值大于 pI 时,氨基酸带负电荷,当溶液 pH 值等于 pI 时,氨基酸净电荷为零。

(2) 紫外吸收的性质:色氨酸、酪氨酸和苯丙氨酸含有苯环,在 280nm 波长附近具有最大吸收峰,因此可以通过在 280nm 处测定蛋白质溶液的吸光度值,对蛋白质溶液进行定量分析。

5. 肽 肽是氨基酸之间通过肽键连接而形成的化合物。蛋白质就是由数十个到数百个氨基酸分别通过肽键相互连接起来的多肽链,肽键是蛋白质的基本结构键。生物体内还含有一些具有生物活性的小分子肽类称为生物活性肽,其在神经传导和代谢调节等方面起着重要作用。

【重点解析】

蛋白质的分子组成与蛋白质的结构、功能、序列分析等密切相关,蛋白质组学也是今后研究的方向,因此对蛋白质的基本结构单位氨基酸的学习是本章的重点。氨基酸的结构、种类及理化性质是学生必须要掌握的基础知识。20 种基本氨基酸的中文名称以及中、英文缩写都应记忆,可按教材上的分类方法记忆;或根据侧链 R 基团的特点记忆,例如含硫氨基酸包括蛋氨酸和半胱氨酸,含羟基的氨基酸包括丝氨酸、苏氨酸和酪氨酸;或根据特殊功能记忆,例如半胱氨酸,它含有巯基,两个半胱氨酸可以形成二硫键,在蛋白质结构的形成中起到作用;或按代谢情况记忆,例如 8 种营养必需氨基酸,其余为非营养必需氨基酸;此外,也可自己进行分类记忆。

第二节 蛋白质的分子结构

【基本概念】

1. 肽键平面 肽键中的 C—N 键长度比 C—N 单键短,但比一般 C=N 双键长,在一定程度上具有部分双键性质,不能自由旋转,肽键的四个原子,包含相连的两个 C α 。基本处在同一平面上,该平面称肽键平面。

2. 蛋白质的一级结构 蛋白质的一级结构是指氨基酸在蛋白质多肽链中的排列顺序。肽键是蛋白质一级结构的基本结构键。

3. 蛋白质的二级结构 是指蛋白质分子中某一段肽链的局部空间结构,即该肽段主链骨架原子的相对空间位置,并不涉及氨基酸残基侧链的构象。

4. 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。

5. 亚基 许多蛋白质分子含有两条或多条多肽链,每一条多肽链都有其完整的一、二、三级结构,这些多肽链就称为蛋白质的亚基。

6. 蛋白质的四级结构 由两条或两条以上具有三级结构的亚基组成的蛋白质分子,其各个亚基的空间排列及亚基之间的相互作用称为蛋白质的四级结构。

【基本知识】

蛋白质分子结构分为一级、二级、三级和四级结构 4 个层次,一级结构也称为初级结构,后三者统称为高级结构或空间构象。

1. 蛋白质分子的一级结构 首先研究清楚的是胰岛素,不同的蛋白质具有不同的一级结构。蛋白质分子的一级结构是空间结构的基础。

2. 蛋白质分子的二级结构 两个相邻肽键平面可以围绕 α -碳原子旋转,使多肽链形成有特殊规律的二级结构。

(1) α -螺旋: α -螺旋结构的特点是: ①多肽链中的各个肽平面围绕同一轴旋转,形成螺旋结构,螺旋一周,沿轴上升的距离即螺距为 0.54nm,含 3.6 个氨基酸残基,两个氨基酸之间的距离为 0.15nm; ②R 侧链位于螺旋的外侧,把它们之间的相互立体干扰降低到最低限度,使 α -螺旋稳定; ③蛋白质分子为右手螺旋; ④肽链内形成的氢键是稳定 α -螺旋的主要作用力,氢键的取向几乎与轴平行,由第一个氨基酸残基的酰胺基团的-CO 基与第四个氨基酸残基酰胺基团的-NH 基形成。

(2) β -折叠: β -折叠的结构特点是: ① β -折叠是由两条或多条几乎完全伸展的,其主链呈锯齿状折叠构象的肽段平行排列成的片状结构; ② β -折叠可以由一条肽链折返而成,也可以由两条以上多肽链顺向或逆向平行排列而成; ③ β -折叠主要由氢键维系其稳定,一般由两条肽链或肽段中一条或一段氨基酸残基的-CO 基与另一条或另一段氨基酸残基的-NH 基形成,氢键与链的长轴接近垂直。

(3) β 转角: β 转角由 4 个氨基酸残基组成,第一氨基酸残基的羰基 CO 与第四氨基酸残基的亚氨基 NH 形成氢键维系其稳定, β 转角常位于蛋白质的表面。

(4) 环或卷曲结构: 是指没有确定规律性的肽链的结构,虽然排布相对没有规律性,但是同样具有重要的生物学功能。

(5) 模序: 是指具有特征性的氨基酸排列顺序,形成特征性构象,并与特定生物学功能相联系的超二级结构。

每种蛋白质分子的二级结构不是单纯的 α -螺旋或 β -折叠结构,而是多种类型的构象并存,每种蛋白质所含类型多少以及每种类型所占比例都是不同的,这是由多肽链的氨基酸组成和

排列顺序决定的。

3. 蛋白质分子三级结构的特点

- (1) 多肽链进一步盘曲、折叠,呈棒状、纤维状、球状或椭球状;
- (2) 维持稳定的力包括氢键、离子键、疏水键、范德华引力及二硫键等,其中以疏水键最为重要;
- (3) 疏水基团多聚集在分子的内部,而亲水基团则多分布在分子表面;
- (4) 在分子表面或某些部位形成了发挥生物学功能的特定区域;
- (5) 单一多肽链的蛋白质具有三级结构就具有生物学活性,对这类蛋白质分子来说,三级结构是其分子结构的最高形式。

4. 蛋白质分子的四级结构 具有两个或两个以上亚基的蛋白质,各个亚基的空间排列为蛋白质的四级结构。这类蛋白质分子,只有具有完整四级结构才有生物学活性。

【重点解析】

1. 构象 构象是用来表示一个多肽结构中全部原子沿共价键转动而产生的不同空间排列,这种构象的改变会牵涉到氢键的形成和破坏,但不致使共价键发生改变。

2. 构型 构型是指在一个化合物中原子的空间排列,这种排列的改变会牵涉到共价键的形成或破坏,但与氢键无关。例如氨基酸的 D-和 L-型都是构型。

第三节 蛋白质分子结构与功能的关系

【基本概念】

1. 分子病 蛋白质一级结构发生变化,影响其正常的生物学功能,从而引起的疾病称为分子病,例如镰状红细胞贫血症。

2. 折叠病 蛋白质的一级结构没有变化,但空间构象发生改变,影响其正常的生物学功能,从而引起的疾病称为折叠病,例如疯牛病。

【基本知识】

蛋白质一级结构决定空间构象,特异的空间构象与蛋白质的功能密切相关。因此蛋白质的一级结构和空间结构都与蛋白质的功能有关。

1. 蛋白质一级结构与功能的关系

(1) 一级结构是空间构象的基础:蛋白质特定的空间结构是以一级结构即氨基酸的排列顺序为基础的。

(2) 一级结构的改变与分子病:分子病从另一个角度进一步说明了一级结构与空间构象和功能具有密切关系。

2. 蛋白质空间构象与功能的关系 蛋白质的功能与其特定的构象密切相关。蛋白质构象是其生物活性的基础,构象发生改变,其功能活性也随之改变。

【重点解析】

蛋白质结构与功能的关系是本节的难点,可以通过具体的例子去理解。最典型的例

子就是血红蛋白结构改变引起功能变化,从而产生镰状红细胞性贫血症。血红蛋白是含有血红素辅基的蛋白质,具有4个亚基,两个 α 亚基和两个 β 亚基,每个亚基的一、二、三级结构都相似,4个亚基相互连接,相互作用形成了四级结构。血红蛋白的功能是运输氧气。由于遗传突变,正常人血红蛋白 β 链第6位的极性谷氨酸被疏水性缬氨酸替代,这种一级结构的细微改变使血红蛋白空间构象发生了改变。镰状红细胞性贫血患者的血红蛋白 β 链表面产生了一个黏合的脚状结构,在脱氧的血红蛋白表面原来存在一个可以与黏合的脚状结构互补结合的结构,这样当血红蛋白在脱氧的情况下,许多血红蛋白分子就聚合成纤维沉淀,造成红细胞带氧能力下降,易溶血。这个例子充分说明蛋白质一级结构决定空间构象,同时特异的空間构象与蛋白质的功能密切相关。

第四节 蛋白质的理化性质

【基本概念】

1. 蛋白质的等电点 当在某一溶液中,蛋白质解离成阴、阳离子的趋势相等,即所带正、负电荷刚好相等,蛋白质为兼性离子,此时该溶液的pH值称为蛋白质的等电点,用pI表示。
2. 蛋白质的变性 在某些理化因素的作用下,维系蛋白质的空间构象的次级键断裂,蛋白质的空间构象被破坏,从而引起理化性质改变,生物活性丧失,这种现象称为蛋白质变性。
3. 蛋白质的沉淀 蛋白质从溶液中析出现象,称为蛋白质沉淀。
4. 透析 用孔径不同的各种半透膜(透析袋)来分离蛋白质的方法称为透析。
5. 电泳 带电荷物质在电场中向其相反电极泳动的现象称为电泳。

【基本知识】

1. 两性游离和等电点 蛋白质是两性电解质,在不同的pH值溶液中可带正电荷、负电荷或为兼性离子。不同的蛋白质具有不同的等电点。利用这一性质,通过电泳技术可以将不同的蛋白质从混合物中分离开来。
2. 高分子性质 蛋白质是高分子化合物,为稳定的亲水胶体,形成稳定胶体的两个基本稳定因素为水化膜和电荷。利用蛋白质的胶体性质,通过透析的方法可以分离蛋白质与小分子,使蛋白质得以纯化。
3. 蛋白质的沉淀 蛋白质沉淀的方法有多种:①盐析法;②有机溶剂沉淀;③某些酸类沉淀;④重金属盐沉淀。
4. 蛋白质的变性 蛋白质变性后许多原有的性质都有变化:①溶解度降低易发生沉淀;②溶液的黏度增加;③易被蛋白酶水解;④生物学性质丧失;⑤蛋白质变性后空间结构破坏,但肽键并未断裂,不引起一级结构的变化。
5. 蛋白质的颜色反应 蛋白质分子中的肽键以及分子中氨基酸残基上的一些特殊基团都可以与某些试剂作用产生颜色反应。这些反应可用来做蛋白质的定性分析和定量分析。