

全国卫生专业技术资格考试指导

# 2019

# 营养学

全国卫生专业技术资格考试用书编写专家委员会 编写

适用专业

营养学（士、师、中级） 108、210、382

附赠考试大纲

考前必备  
权威畅销

全国卫生专业技术资格考试指导

# 2019 营养学

附赠  
考试大纲

适用专业

营养学（士、师、中级）

全国卫生专业技术资格考试用书编写专家委员会 / 编写

人民卫生出版社

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

全国卫生专业技术资格考试指导. 营养学 / 全国卫生专业技术资格考试用书编写专家委员会编写. — 北京: 人民卫生出版社, 2018

ISBN 978-7-117-27239-1

I. ①全… II. ①全… III. ①医学 - 资格考试 - 自学参考资料②营养学 - 资格考试 - 自学参考资料 IV.

①R-42 ②R151

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 182038 号

人卫智网	<a href="http://www.ipmph.com">www.ipmph.com</a>	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	<a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a>	人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

## 2019 全国卫生专业技术资格考试指导 营 养 学

编 写: 全国卫生专业技术资格考试用书编写专家委员会

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京教图印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 31

字 数: 813 千字

版 次: 2018 年 10 月第 1 版 2018 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-27239-1

定 价: 145.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: [WQ@pmph.com](mailto:WQ@pmph.com)

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

## 出版说明

为贯彻原国家人事部、卫生部《关于加强卫生专业技术职务评聘工作的通知》等相关文件的精神,自2001年全国卫生专业初、中级技术资格以考代评工作正式实施。通过考试取得的资格代表了相应级别技术职务要求的水平与能力,作为单位聘任相应技术职务的必要依据。

为了帮助广大考生做好考前复习工作,特组织国内有关专家、教授编写了《2019全国卫生专业技术资格考试指导》营养学部分。本书根据最新考试大纲中的具体要求,参考国内外权威著作,将考试大纲中的各知识点与学科的系统性结合起来,以便于考生理解、记忆。

本考试指导适用于报考营养学初级士、营养学初级师、营养学中级资格的人员。为保持知识的系统性,避免知识点不必要的重复,本书未单独针对各层次的人员分别编写相应的内容,而是在各篇整合了针对所有层次人员所要求的知识,不同层次人员的阅读范围通过考试大纲来界定。因此考生在阅读本书时,应根据考试大纲的要求进行复习。

欢迎广大考生和专业人士来信交流学习:kszd2020@163.com。

# 目 录

## 第一篇 基础知识

第一章 蛋白质..... 1	第二节 人体能量平均需要量的确定..... 32
第一节 蛋白质的组成与分类..... 1	第三节 能量来源与摄入量..... 33
第二节 蛋白质的消化、吸收与代谢..... 2	第五章 矿物质..... 34
第三节 蛋白质的生理功能..... 3	第一节 钙..... 35
第四节 氨基酸与氨基酸代谢..... 4	第二节 磷..... 38
第五节 食物蛋白质营养价值评价..... 7	第三节 钠..... 40
第六节 蛋白质营养不良..... 10	第四节 钾..... 41
第七节 人体蛋白质营养状况评价..... 10	第五节 镁..... 43
第八节 蛋白质摄入量及食物来源..... 11	第六节 铁..... 44
第二章 脂类..... 12	第七节 锌..... 47
第一节 脂类的分类..... 12	第八节 硒..... 49
第二节 脂类的消化、吸收与转运..... 13	第九节 铜..... 51
第三节 脂类的生理功能..... 14	第十节 碘..... 52
第四节 脂肪酸..... 16	第十一节 铬..... 54
第五节 脂类参考摄入量与食物来源..... 18	第十二节 氟..... 55
第三章 碳水化合物..... 20	第六章 维生素..... 57
第一节 碳水化合物的分类与食物来源..... 20	第一节 维生素 A..... 59
第二节 碳水化合物的消化吸收与代谢..... 23	第二节 维生素 D..... 63
第三节 碳水化合物的生理功能..... 26	第三节 维生素 E..... 65
第四节 血糖生成指数..... 27	第四节 硫胺素..... 67
第五节 参考摄入量与食物来源..... 29	第五节 核黄素..... 69
第四章 能量..... 30	第六节 维生素 B <sub>6</sub> ..... 71
第一节 人体能量消耗..... 30	第七节 维生素 B <sub>12</sub> ..... 72
	第八节 烟酸..... 73
	第九节 维生素 C..... 75
	第十节 叶酸..... 77

第十一节 泛酸 .....	79	第七章 膳食纤维与水 .....	83
第十二节 胆碱 .....	80	第一节 膳食纤维 .....	83
第十三节 生物素 .....	81	第二节 水 .....	85
<b>第二篇 人群营养</b>			
第一章 公共营养 .....	89	第四节 幼儿营养 .....	170
第一节 公共营养概述 .....	89	第五节 学龄前儿童的营养 .....	175
第二节 营养调查与监测 .....	89	第六节 儿童少年营养 .....	179
第三节 保证居民营养的政策与 措施 .....	109	第七节 老年人营养 .....	186
第四节 膳食营养素参考摄入量 .....	118	第四章 特殊条件人群营养 .....	191
第二章 营养教育 .....	134	第一节 高温环境营养 .....	191
第一节 营养教育的有关概念 .....	134	第二节 低温环境营养 .....	196
第二节 营养传播的理论及应用 .....	136	第三节 高原环境营养 .....	198
第三节 营养信息交流技巧 .....	138	第四节 放射性工作人员营养 .....	200
第四节 营养教育材料制作的 步骤 .....	141	第五节 航空和航天人员营养 .....	203
第三章 不同生理人群营养 .....	143	第六节 矿工营养 .....	209
第一节 孕妇营养 .....	143	第七节 航海和潜水人员营养 .....	211
第二节 乳母营养 .....	153	第八节 职业接触有毒有害物质 人员的营养 .....	216
第三节 婴儿营养 .....	160	第九节 运动员营养 .....	220
<b>第三篇 食物营养与食品卫生</b>			
第一章 食物营养 .....	229	第三节 真菌毒素性食物中毒 .....	248
第一节 食物营养价值的评定及 意义 .....	229	第四节 有毒动植物性食物中毒 .....	249
第二节 谷类食物的营养价值 .....	231	第五节 化学性食物中毒 .....	251
第三节 豆类及其制品的营养 价值 .....	233	第六节 食物中毒的预防措施和 调查处理 .....	253
第四节 蔬菜、水果的营养价值 .....	235	第三章 食品安全与管理 .....	255
第五节 畜、禽肉及鱼类的营养价值 .....	236	第一节 食品微生物污染及其 预防 .....	255
第六节 奶及奶制品的营养价值 .....	238	第二节 食品的化学性污染及其 预防 .....	262
第七节 蛋及蛋制品的营养价值 .....	239	第三节 食品容器及包装材料 设备的食品卫生 .....	267
第八节 其他食品的营养价值 .....	240	第四节 食品添加剂 .....	268
第二章 食物中毒及其预防 .....	243	第五节 食品安全监督管理 .....	270
第一节 概述 .....	243		
第二节 细菌性食物中毒 .....	244		
<b>第四篇 临床营养</b>			
第一章 概述 .....	273	第二节 住院患者营养状况的调查和 评价 .....	275
第一节 临床营养的概念 .....	273		

第二章 医院基本膳食·····	286	第二节 慢性肾小球肾炎·····	349
第一节 概述·····	286	第三节 肾病综合征·····	350
第二节 普通膳食·····	286	第四节 肾盂肾炎·····	351
第三节 软饭·····	287	第五节 急性肾衰竭·····	352
第四节 半流质膳食·····	287	第六节 慢性肾衰竭·····	354
第五节 流质膳食·····	288	第七节 透析治疗·····	356
第三章 治疗、试验和代谢膳食·····	290	第八章 内分泌、代谢性疾病与饮食 营养·····	359
第一节 治疗膳食·····	290	第一节 糖尿病·····	359
第二节 试验膳食·····	297	第二节 痛风·····	372
第三节 代谢膳食·····	298	第三节 肥胖·····	375
第四章 消化系统疾病与饮食营养·····	301	第四节 代谢综合征·····	378
第一节 概述·····	301	第五节 原发性骨质疏松症·····	379
第二节 反流性食管炎·····	305	第六节 甲状腺功能亢进症·····	380
第三节 胃炎·····	306	第七节 甲状腺功能减退症·····	381
第四节 消化性溃疡·····	308	第八节 单纯性甲状腺肿·····	382
第五节 吸收不良综合征·····	310	第九节 低血糖·····	383
第六节 脂肪痢·····	311	第十节 肾上腺皮质增多症·····	383
第七节 肠炎·····	311	第十一节 原发性慢性肾上腺皮质 功能减退症·····	384
第八节 便秘·····	313	第十二节 嗜铬细胞瘤·····	384
第九节 肠道易激综合征·····	315	第九章 血液系统疾病与饮食营养·····	386
第十节 憩室病·····	315	第一节 缺铁性贫血·····	386
第十一节 脂肪肝·····	316	第二节 再生障碍性贫血·····	386
第十二节 肝硬化·····	317	第三节 溶血性贫血·····	387
第十三节 肝衰竭和肝性脑病·····	319	第四节 急性白血病·····	387
第十四节 胆囊炎和胆石症·····	323	第五节 过敏性紫癜·····	388
第十五节 胰腺炎·····	326	第十章 传染病与饮食营养·····	389
第五章 呼吸系统疾病与饮食营养·····	329	第一节 病毒性肝炎·····	389
第一节 肺炎·····	329	第二节 肺结核·····	392
第二节 急性支气管炎·····	330	第三节 伤寒与副伤寒·····	392
第三节 慢性支气管炎·····	331	第四节 细菌性痢疾·····	393
第四节 哮喘·····	332	第十一章 儿科疾病与饮食营养·····	395
第五节 慢性阻塞性肺疾病·····	333	第一节 儿科基本和治疗膳食·····	395
第六章 心血管系统疾病与饮食 营养·····	336	第二节 小儿糖尿病·····	397
第一节 高脂血症·····	336	第三节 婴儿腹泻·····	398
第二节 动脉粥样硬化·····	339	第四节 小儿心衰·····	399
第三节 心肌梗死·····	342	第五节 急性肾炎·····	399
第四节 充血性心力衰竭·····	342	第六节 肾病综合征·····	400
第五节 高血压·····	343	第七节 苯丙酮尿症·····	401
第七章 泌尿系统疾病与饮食营养·····	348	第八节 半乳糖血症·····	403
第一节 急性肾小球肾炎·····	348		

第九节 肝豆状核变性.....	403	治疗.....	414
第十节 婴幼儿及少年型重症肌无力.....	403	第三节 烧伤.....	420
第十一节 小儿癫痫.....	404	第四节 肾移植.....	424
第十二章 肿瘤与饮食营养.....	405	第十四章 肠内与肠外营养支持.....	426
第一节 营养与肿瘤的关系.....	405	第一节 肠内营养支持.....	426
第二节 化疗患者与饮食营养.....	408	第二节 肠外营养支持.....	431
第三节 放疗患者与饮食营养.....	409	第十五章 食物过敏与食物不耐受.....	437
第十三章 外科疾病的营养治疗.....	410	第一节 食物过敏.....	437
第一节 外科营养的重要性.....	410	第二节 乳糖不耐受.....	439
第二节 各种常见疾病术后的营养治疗.....	411	第三节 其他食物不耐受.....	440
<b>营养学(士)考试大纲</b> .....	441		
<b>营养学(师)考试大纲</b> .....	455		
<b>营养学(中级)考试大纲</b> .....	470		



# 第一篇 基础知识

食物是人类生存的重要环境因素之一,提供人体需要的能量和各种营养素。人体需要的营养素主要有五大类,即蛋白质、脂类、碳水化合物、矿物质和维生素。蛋白质、脂类和碳水化合物在人体代谢过程中能产生能量,提供生命活动的需要,称其为产能营养素,又因人体每天对它们的需要量比较大,被称为宏量营养素。而人体每天对矿物质与维生素的需要量微少,被称为微量营养素。鉴于近年来植物化学物、膳食纤维与水在预防人类慢性疾病和维持人体健康中的意义,有的专家建议将其单独列为一章介绍。

## 第一章 蛋白质

蛋白质(protein)是生命存在的形式,是生命活动过程中最重要的物质基础,也是人类极为重要的必需营养素。蛋白质主要由碳、氢、氧、氮等元素组成,其元素组成特点是含有氮,故蛋白质是人体氮的唯一来源。构成蛋白质的基本单位是氨基酸,氨基酸之间以肽键连接。蛋白质在人体内具有多种重要的生理功能,当蛋白质缺乏时能导致人体蛋白质缺乏性疾病,尤其对小儿,严重缺乏时甚至导致死亡。

### 第一节 蛋白质的组成与分类

正常成人体内,蛋白质的含量占体重的16%,按总量计算,人体干重的45%是蛋白质。人体内的蛋白质每天都处于不断合成与分解的动态平衡中,成人体内每天约有3%的蛋白质被更新。

#### 一、蛋白质的组成

蛋白质是生物高分子化合物,认识蛋白质的生物组成是理解蛋白质的生理功能和营养学应用的基础。蛋白质的元素组成与特点:

元素组成:大多数蛋白质含有碳(50%~55%)、氢(6.7%~7.3%)、氧(19%~24%)、氮(13%~19%)及硫(0~4%);有些蛋白质还含有磷、铁、碘、锰及锌等元素。

元素组成特点:蛋白质的元素组成特点是含有氮,除核酸外几乎是人体内氮的唯一来源。各种蛋白质含氮量很接近,平均约为16%,即每克氮相当于6.25克蛋白质(100/16)。因此,在检测样品中的蛋白质含量时,首先测定其氮含量,就可以算出其中蛋白质的大致含量:样品中蛋白质的百分含量=每克样品中含氮量(g)×6.25×100%。

组成蛋白质分子的基本单位是氨基酸(详见第四节)。

## 二、蛋白质的分类

### (一) 根据化学结构分类

食物中的蛋白质以多种形式存在,根据其化学结构,蛋白质可以分为:

1. **简单蛋白质** 结构比较简单,蛋白质结构中只含有氨基酸及其衍生物。主要有白蛋白、球蛋白、硬蛋白、谷蛋白、醇溶蛋白等。
2. **结合蛋白质** 蛋白质结构中结合了其他非蛋白质物质,结构比较复杂,如糖蛋白、核蛋白、脂蛋白、卵磷蛋白、金属蛋白、黏蛋白、色蛋白等。

### (二) 根据营养价值分类

在营养学上常按营养价值分类,更有实际意义。

1. **完全蛋白质** 所含必需氨基酸种类齐全、比例适宜、数量充足,不但能维持成人的健康,而且能促进儿童生长发育。如乳类中的乳白蛋白、酪蛋白,蛋类中的卵白蛋白、卵磷蛋白,肉类中的白蛋白、肌蛋白,大豆中的大豆蛋白,小麦中的麦谷蛋白等。
2. **半完全蛋白质** 所含必需氨基酸种类齐全,但比例不适宜,有的数量不足,能够维持生命,但不利于促进生长发育,如小麦中的麦胶蛋白等。
3. **不完全蛋白质** 所含必需氨基酸种类不全,既不利于维持生命,也不利于促进生长发育,如玉米中的玉米胶蛋白、动物结缔组织和肉皮中的胶质蛋白、豌豆中的豆球蛋白等。

## 第二节 蛋白质的消化、吸收与代谢

### 一、蛋白质的消化

食物中的蛋白质只有被水解为氨基酸或小分子肽才能被吸收。

唾液中不含水解蛋白质的酶,食物中蛋白质的消化从胃开始,但主要消化场所在小肠。

胃内消化蛋白质的酶是胃蛋白酶。胃蛋白酶是由胃黏膜主细胞分泌的胃蛋白酶原经胃酸激活而生成。胃蛋白酶也能激活胃蛋白酶原。胃蛋白酶的最适pH为1.5~2.5。胃蛋白酶对乳中的酪蛋白有凝乳作用,乳液凝成乳块后在胃中停留时间延长,有利于婴儿充分消化。食物在胃内停留时间较短,且胃蛋白酶的作用较弱、缺乏专一性,因此蛋白质在胃内消化很不完全。

小肠是蛋白质消化的主要部位。经胃的消化产物及未被消化的蛋白质在小肠内经胰液及小肠黏膜细胞分泌的多种蛋白酶及肽酶的共同作用,进一步水解为氨基酸。蛋白质在小肠内的消化主要依赖于胰腺分泌的各种蛋白酶,胰酶可分为两类:①内肽酶:可水解蛋白质分子内部的肽键,包括胰蛋白酶、糜蛋白酶和弹性蛋白酶;②外肽酶:可将肽链末端的氨基酸逐个水解,包括氨基肽酶和羧基肽酶。胰酶具有比较强的催化蛋白质水解作用,并具有专一性。

## 二、蛋白质的吸收

蛋白质经过小肠腔内的消化,被水解为可被吸收的氨基酸和2~3个氨基酸的小肽。过去认为只有游离氨基酸才能被吸收,现在发现2~3个氨基酸的小肽也可以被吸收。

氨基酸通过小肠黏膜细胞是由3种主动运输系统来完成的,它们分别转运中性氨基酸、酸性氨基酸和碱性氨基酸。具有相似结构的氨基酸在使用同一转运系统时,相互间具有竞争机制。如果在膳食中过多地摄入某一种氨基酸,这种竞争作用会造成同类型氨基酸吸收减少。如亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸有共同的转运系统,若过多地向食物中加入亮氨酸,异亮氨酸和缬氨酸吸收就会减少,从而造成食物蛋白质的营养价值下降。

被吸收的氨基酸通过肠黏膜细胞进入肝门静脉而被运送到肝脏和其他组织或器官被利用。

每天约有70g的内源性蛋白质进入消化道,包括脱落的肠黏膜细胞和消化液中的蛋白质,其中大部分被消化和吸收。未被吸收的蛋白质由粪便排出体外。

## 三、氮平衡

氮平衡(nitrogen balance)是指氮的摄入量和排出量的关系。氮平衡常用于蛋白质代谢、机体蛋白质营养状况评价和蛋白质需要量研究。氮的摄入量和排出量的关系可用下式表示:

$$B=I-(U+F+S)$$

氮平衡(B)是摄入氮量(I)和排出氮量[尿氮(U)、粪氮(F)、皮肤等氮损失(S)]的差数。当摄入氮和排出氮相等时,为零氮平衡;当摄入氮多于排出氮,为正氮平衡;摄入氮少于排出氮时,为负氮平衡。

一般健康成年人应维持零氮平衡并富余5%。处于生长发育期的儿童、青少年,妊娠期的妇女,疾病恢复期,应保证适当的正氮平衡,满足机体对蛋白质的额外需要。老年期、某些疾病时,人体处于负氮平衡,尽可能注意减轻或改善这种情况。

## 第三节 蛋白质的生理功能

蛋白质的主要生理功能概括为以下方面:

### 一、构成人体组织的成分

蛋白质是构成机体组织、器官的重要成分。在人体内几乎不存在不含有蛋白质的组织和器官。在人体的瘦组织中,如肌肉组织和心、肝、肾等器官均含大量蛋白质;骨骼、牙齿乃至头发也含有大量蛋白质;细胞中,蛋白质约占细胞干重的80%。身体的生长发育可视为蛋白质的不断积累过程,尤其对生长发育期的儿童十分重要。

### 二、人体分泌的一些激素

蛋白质是构成人体多种重要生理活性物质的成分,在人体内发挥重要的作用。如催化人体物质代谢的酶蛋白;维持机体免疫功能的免疫球蛋白;调节肌肉收缩的肌球蛋白;血液中运送营养物质的运铁蛋白、载脂蛋白、视黄醇结合蛋白;携带、运送氧的血红蛋白;调节组织渗透压、维持体液平衡的白蛋白以及人体分泌的激素等都是由蛋白质组成。

### 三、供给能量

蛋白质在体内分解成氨基酸后,经脱氨基作用生成的 $\alpha$ -酮酸,可以直接或间接经三羧酸循环氧化分解,同时释放能量,是人体能量来源之一。但供给能量不是蛋白质的主要功能。

## 第四节 氨基酸与氨基酸代谢

### 一、氨基酸

氨基酸(amino acid)是组成蛋白质的基本单位,是分子中具有氨基和羧基的一类化合物。存在于自然界中的氨基酸有 300 余种,但组成人体蛋白质的氨基酸目前发现只有 20 种。氨基酸之间按一定的排列顺序由肽键(酰胺键)连接成肽。由 2 个或 3 个氨基酸组成的肽称为二肽和三肽;由 10 个以内氨基酸连接而成的肽称为寡肽;含 10 个及 10 个以上氨基酸的肽称为多肽。

#### (一) 氨基酸的分类

其方法有几种,具有营养学意义的分类方法是根据化学结构、理化性质和营养价值分类。根据营养价值将氨基酸分为必需氨基酸、非必需氨基酸和条件必需氨基酸;根据侧链结构和理化性质可分为非极性、疏水性氨基酸,极性、中性氨基酸,酸性氨基酸,碱性氨基酸;根据化学结构分为脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸、杂环氨基酸与杂环亚氨基酸。

1. 根据营养价值分类 构成人体组织蛋白质的氨基酸有 20 种,它们是甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、丝氨酸、苏氨酸、半胱氨酸、蛋氨酸、天冬氨酸、天冬酰胺、谷氨酸、谷氨酰胺、精氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸、组氨酸、色氨酸、脯氨酸,这些都是体内合成蛋白质过程中不可缺少的。根据它们是否能在人体内合成或是否依赖食物蛋白质供给,将氨基酸分为必需氨基酸、非必需氨基酸和条件必需氨基酸。

(1)必需氨基酸:必需氨基酸是指在人体内不能合成或合成量不能满足人体需要,必须由食物蛋白质供给的氨基酸。人体必需氨基酸共有 9 种,它们是亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸、组氨酸。

(2)非必需氨基酸:非必需氨基酸是指人体内能够自身合成,不一定需要由食物蛋白质供给的氨基酸。

(3)条件必需氨基酸:在人体内,半胱氨酸可由蛋氨酸转变生成,酪氨酸可由苯丙氨酸转变生成,而蛋氨酸和苯丙氨酸为人体必需氨基酸;如果在膳食中半胱氨酸和酪氨酸含量丰富,则有节省蛋氨酸与苯丙氨酸的作用,使它们的需要量分别减少 30% 和 50%,所以半胱氨酸和酪氨酸被称为条件必需氨基酸或半必需氨基酸。在计算食物必需氨基酸组成时,常将蛋氨酸和半胱氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸合并计算。

#### 2. 根据侧链结构和理化性质分类 可分为:

(1)非极性、疏水性氨基酸:该类氨基酸在水溶液中的溶解度小于极性、中性氨基酸,属于非极性、疏水性氨基酸的有甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、脯氨酸。

(2)极性、中性氨基酸:该类氨基酸有色氨酸、丝氨酸、酪氨酸、半胱氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、天冬酰胺、谷氨酰胺。

(3)酸性氨基酸:酸性氨基酸的侧链都含有羧基,该类氨基酸只有天冬氨酸和谷氨酸。

(4)碱性氨基酸:碱性氨基酸的侧链分别含有氨基、胍基或咪唑基,该类氨基酸有赖氨酸、精氨酸和组氨酸。

3. 根据化学结构分类 分为脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸、杂环氨基酸与杂环亚氨基酸等。

(1) 脂肪族氨基酸: 一氨基一羧基氨基酸包括甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、丝氨酸、苏氨酸、半胱氨酸、蛋氨酸; 一氨基二羧基氨基酸及其酰胺衍生物包括天冬氨酸、谷氨酸; 二氨基一羧基氨基酸包括精氨酸、赖氨酸。

(2) 芳香族氨基酸: 芳香族氨基酸有苯丙氨酸、酪氨酸。

(3) 杂环氨基酸与杂环亚氨基酸: 杂环氨基酸包括组氨酸、色氨酸; 杂环亚氨基酸包括脯氨酸。

## (二) 氨基酸模式与限制氨基酸

1. 氨基酸模式 各种食物蛋白质中必需氨基酸的种类和含量有很大差异, 这种差别将影响它们在人体内的生物学价值。在营养学上常用氨基酸模式来反映这种差异。

氨基酸模式指蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例。计算方法是以前述蛋白质中色氨酸的含量定为 1, 分别计算出其他必需氨基酸的相应比值, 这一系列的比值就是该种蛋白质的氨基酸模式。当食物蛋白质氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式越接近时, 被机体利用的程度就越高, 食物蛋白质的营养价值也相对越高。蛋、奶、肉、鱼等动物性蛋白质以及大豆蛋白, 氨基酸种类齐全, 氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式接近, 营养价值较高, 被称为优质蛋白质。其中鸡蛋蛋白质与人体蛋白质氨基酸模式最接近, 在实验中常以它作为参考蛋白。

2. 限制氨基酸 如果食物蛋白质中一种或几种必需氨基酸相对含量较低, 导致其他必需氨基酸在体内不能被充分利用, 造成食物蛋白质营养价值降低, 这些含量相对较低的必需氨基酸被称为限制氨基酸。其中含量最低的称为第一限制氨基酸, 其次为第二限制氨基酸, 依此类推。植物性食物蛋白容易缺乏赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸和色氨酸, 所以其营养价值相对较低。如大米和面粉蛋白质中赖氨酸含量最少, 大豆蛋白中蛋氨酸含量最少。

## 二、氨基酸代谢

食物蛋白质经消化而被吸收的氨基酸(外源性氨基酸)与体内组织蛋白质降解产生的氨基酸(内源性氨基酸)混在一起, 分布在体内各处, 参与代谢, 称为氨基酸池。氨基酸不能自由通过细胞膜, 故其在体内呈不均匀分布。按单位体积计算, 肝、肾所含游离氨基酸的浓度很高, 代谢也很旺盛。

血浆氨基酸是体内各组织之间氨基酸转运的主要形式。正常人血浆氨基酸浓度并不高, 但更新迅速, 平均半衰期为 15 分钟。机体组织器官不断向血浆释放和摄取氨基酸。体内氨基酸主要功能是合成蛋白质和多肽, 同时也进行着分解代谢, 转变成其他含氮物质。各种氨基酸具有共同的结构特点, 故它们有着共同的代谢途径, 但不同的氨基酸又有着结构的差异, 也各有其个别的代谢方式。

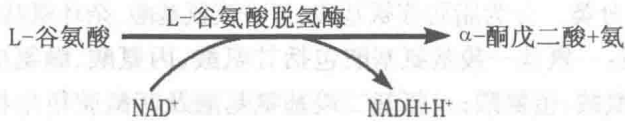
### (一) 氨基酸的一般代谢

1. 氨基酸的脱氨基作用 在体内大多数组织中均可进行。其可通过多种方式脱去氨基, 如氧化脱氨基、转氨基、联合脱氨基以及非氧化脱氨基等, 以联合脱氨基作用最重要。

(1) 转氨基作用: 该反应既是氨基酸的分解代谢过程, 又是体内某些氨基酸(非必需氨基酸)的合成途径。在催化该反应的各种转氨酶中, 以 L-谷氨酸与  $\alpha$ -酮酸的转氨酶最为重要, 如谷丙转氨酶(GPT, ALT)和谷草转氨酶(GOT, AST)。转氨基作用只是氨基转移, 而没有真正脱氨基。

(2) 氧化脱氨基作用: 肝、肾、脑等组织广泛存在着 L-谷氨酸脱氢酶, 可催化 L-谷氨酸氧化脱氨生成  $\alpha$ -酮戊二酸, 其辅酶是  $\text{NAD}^+$  或  $\text{NADP}^+$ 。





(3)联合脱氨基作用:主要在肝、肾等组织中进行。氨基酸首先与 $\alpha$ -酮戊二酸在转氨酶作用下生成 $\alpha$ -酮酸和谷氨酸,然后谷氨酸再经L-谷氨酸脱氢酶作用,脱去氨基生成 $\alpha$ -酮戊二酸,后者再继续参加转氨基作用。联合脱氨基作用全过程是可逆的,也是体内合成非必需氨基酸的主要途径。

(4)嘌呤核苷酸循环:嘌呤核苷酸循环可看成另一种形式的联合脱氨基作用,主要在骨骼肌及心肌中进行。在此过程中,氨基酸通过嘌呤核苷酸循环脱去氨基。

2.  $\alpha$ -酮酸的代谢 氨基酸脱氨基后生成的 $\alpha$ -酮酸再进一步代谢,主要有以下三条途径:

(1)经氨基化生成非必需氨基酸:在谷氨酸脱氢酶催化下, $\alpha$ -酮戊二酸可与氨生成谷氨酸;其余 $\alpha$ -酮酸的氨基化须经联合脱氨基作用的逆反应来进行。

(2)转变为糖及脂类:在体内, $\alpha$ -酮酸可转变成糖及脂类。大多数氨基酸在体内可转变成糖,这些氨基酸称为生糖氨基酸,如甘氨酸、组氨酸、缬氨酸、半胱氨酸、精氨酸等;能转变为酮体的称为生酮氨基酸,如亮氨酸与赖氨酸;两种兼有者为生糖兼生酮氨基酸,如异亮氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸、苏氨酸及色氨酸。

(3)氧化供能: $\alpha$ -酮酸在体内可以通过三羧酸循环与生物氧化体系彻底氧化生成 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ,同时释放能量供生理活动的需要。

## (二) 个别氨基酸的代谢

1. 氨基酸的脱羧基作用 体内部分氨基酸也可经氨基酸脱羧酶催化进行脱羧基作用生成相应的胺。以下为几种氨基酸经脱羧基作用产生的重要胺类:

(1) $\alpha$ -氨基丁酸:由谷氨酸脱羧酶催化谷氨酸脱羧基生成。谷氨酸脱羧酶在脑、肾组织中活性很高,所以脑中 $\alpha$ -氨基丁酸的含量较多。 $\alpha$ -氨基丁酸是抑制性神经递质,对中枢神经有抑制作用。

(2)牛磺酸:半胱氨酸首先氧化成磺酸丙氨酸,再脱去羧基生成牛磺酸。牛磺酸是合成胆汁酸的组成成分。

(3)组胺:组氨酸通过组氨酸脱羧酶催化生成组胺。组胺在体内分布广泛,在乳腺、肺、肝、肌与胃黏膜中含量较高,主要存在于肥大细胞中。组胺是一种强烈的血管舒张剂,能提高毛细血管的通透性,还能刺激胃蛋白酶和胃酸的分泌。创伤性休克或炎症病变部位有组胺释放。

(4)5-羟色胺:色氨酸通过色氨酸羟化酶催化生成5-羟色氨酸,再经脱羧酶作用,生成5-羟色胺。脑内的5-羟色胺可作为神经递质,具有抑制作用;在外围组织具有收缩血管的功能。

(5)多胺:某些氨基酸的脱羧基可产生多胺类物质。如鸟氨酸脱羧基生成腐胺,然后再转变为精脒和精胺。精脒和精胺是调节细胞生长的重要物质。凡生长旺盛的组织及癌瘤组织多胺类含量较高。

2. 含硫氨基酸代谢 体内含硫氨基酸有三种,即甲硫氨酸(蛋氨酸)、半胱氨酸和胱氨酸。

### (1) 甲硫氨酸的代谢

1)甲硫氨酸与转甲基作用:甲硫氨酸分子中含有S-甲基,通过转甲基作用可生成多种含甲基的重要生理活性物质,如肾上腺素、肌酸、肉碱等。

2)甲硫氨酸循环:甲硫氨酸在体内最主要的分解代谢途径是通过转甲基作用提供甲基,经中间转变为同型半胱氨酸。同型半胱氨酸可接受 $\text{N}^5$ -甲基四氢叶酸提供的甲基,重新生成甲

硫氨酸,形成甲硫氨酸循环。因体内不能合成同型半胱氨酸,它只能由甲硫氨酸转变而来,而体内的甲硫氨酸必须由食物供给。目前认为,高同型半胱氨酸血症可能是动脉粥样硬化发病的独立危险因子。

3)肌酸的合成:肌酸和磷酸肌酸是能量储存和利用的重要化合物。磷酸肌酸在心肌、骨骼肌及大脑中含量丰富。肌酸和磷酸肌酸的代谢终产物是肌酸酐。正常成人,每日尿中肌酸酐的排出量恒定。当肾脏严重病变时,肌酸酐排泄受阻,血中肌酸酐浓度升高。

(2)半胱氨酸与胱氨酸的代谢:半胱氨酸和胱氨酸两者可以相互转变。半胱氨酸氧化分解可产生硫酸根,是体内硫酸根的主要来源。

## 第五节 食物蛋白质营养价值评价

评价食物蛋白质的营养价值主要从食物蛋白质的含量、被消化吸收的程度和被人体利用程度三方面全面地进行评价。

### 一、蛋白质的含量

蛋白质的含量是食物蛋白质营养价值的基础。一般食物蛋白质中含氮量比较恒定,为16%,通过测定食物中的含氮量,再乘以6.25,就可得到食物蛋白质的含量。

### 二、蛋白质消化率

蛋白质消化率是反映食物蛋白质在消化道内被分解的程度和吸收程度的指标。一般采用动物实验或人体试验,测定食物蛋白质在消化道内被吸收的蛋白质占摄入蛋白质的百分数。根据是否考虑粪代谢氮因素,可分为表观消化率和真消化率。

#### (一) 蛋白质表观消化率

在实验期内,测定实验对象摄入的食物氮(摄入氮)和从粪便中排出的氮(粪氮),然后按下式计算:

$$\text{蛋白质表观消化率(\%)} = \frac{(\text{摄入氮} - \text{粪氮})}{\text{摄入氮}} \times 100\%$$

#### (二) 蛋白质真消化率

粪中排出的氮有两个来源:一是来自未被消化吸收的食物蛋白质;二是来自脱落的肠黏膜细胞、肠道微生物以及消化酶等所含的氮,这部分氮被称为粪代谢氮。通常以动物或人体为实验(或试验)对象,首先设置无氮膳食期,即在实验期内给予无氮膳食,并收集无氮膳食期内的粪便,测定氮含量,即为粪代谢氮,成人24小时粪代谢氮为0.9~1.2g。然后,再设置被测食物蛋白质实验期,实验期内分别测定摄入氮和粪氮。从被测食物蛋白质实验期的粪氮中减去无氮膳食期的粪代谢氮,才是摄入食物蛋白质中真正未被消化吸收的氮,故称食物蛋白质真消化率。计算公式为:

$$\text{蛋白质真消化率(\%)} = \frac{\text{摄入氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})}{\text{摄入氮}} \times 100\%$$

由于粪代谢氮测定十分复杂,且难以精确,故在实际工作中常采用表观消化率。表观消化率比真消化率低,对蛋白质营养价值的估计偏低,因此有较大的安全系数。

一般动物性食物蛋白质的消化率高于植物性食物蛋白质。植物性食物蛋白质有纤维包

围,不易被消化酶消化,当纤维素经加工被破坏或除去后,植物蛋白质的消化率可以提高。如整粒大豆蛋白质消化率为60%,加工成豆腐后,可提高到90%。

不同的食物,或同一种食物的不同加工方式,其蛋白质的消化率不一致。用一般烹调方法加工的食物蛋白的消化率为:奶类97%~98%、肉类92%~94%、蛋类98%、大米82%、马铃薯74%。

### 三、蛋白质利用率

蛋白质利用率是指食物蛋白质被消化吸收后在体内被利用的程度。评价食物蛋白质利用率的指标很多,它们分别从不同角度反映蛋白质被利用的程度。

#### (一) 生物价

生物价(biological value, BV)是反映食物蛋白质消化吸收后,被机体利用程度的指标。生物价的值越高,表明其被机体利用程度越高,最大值为100。其计算公式:

$$\text{生物价} = \frac{\text{储留氮}}{\text{吸收氮}} \times 100$$

$$\text{吸收氮} = \text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})$$

$$\text{储留氮} = \text{吸收氮} - (\text{尿氮} - \text{尿内源性氮})$$

尿氮和尿内源性氮的检测原理和方法与粪氮、粪代谢氮一样。

生物价对指导肝、肾病患者的膳食很有意义。生物价高,表明食物蛋白质中氨基酸主要用来合成人体组织蛋白,极少有过多的氨基酸经肝、肾代谢或由尿排出多余的氮,能在很大程度上减轻肝、肾的负担。

#### (二) 蛋白质净利用率

蛋白质净利用率(net protein utilization, NPU)是反映食物中蛋白质被利用的程度。从食物蛋白质的消化和利用两个因素加以考虑,因此更为全面。

$$\text{蛋白质净利用率}(\%) = \text{消化率} \times \text{生物价} = \frac{\text{储留氮}}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

#### (三) 蛋白质功效比值

蛋白质功效比值(protein efficiency ratio, PER)是用处于生长阶段中的幼年动物(一般用刚断奶的雄性大白鼠)在实验期内,其体重增加和摄入蛋白质的量的比值来反映蛋白质的营养价值的指标。由于所测蛋白质主要被用来提供生长需要,所以该指标被广泛用作婴幼儿食品中蛋白质的评价。实验时,饲料中被测蛋白质是唯一蛋白质来源,占饲料的10%,实验期为28天。

蛋白质功效比值是以体重增加为基础的方法,是指实验期内,动物平均每摄入1g蛋白质时所增加的体重克数。例如,常作为参考蛋白质酪蛋白的PER为2.8,即指每摄入1g蛋白质,可使动物体重增加2.8g。一般选择初断乳的雄性大鼠,用含10%被测蛋白质饲料喂养28天,逐日记录进食量,每周称量体重,然后按下式计算蛋白质功效比值。

由于同一种食物蛋白质在不同实验室所测得的PER值重复性常不佳,故通常设酪蛋白(参考蛋白质)为对照组,并将酪蛋白对照组PER值换算为2.5,然后校正被测蛋白质(实验组)PER。

$$\text{被测蛋白质 PER} = \frac{\text{实验组蛋白质功效比值}}{\text{对照组蛋白质功效比值}} \times 2.5$$

几种常见食物蛋白质 PER:全鸡蛋 3.92、牛奶 3.09、鱼 4.55、牛肉 2.30、大豆 2.32、精制



面粉 0.60、大米 2.16。

#### (四) 氨基酸评分

氨基酸评分(anino acid score, AAS)也称蛋白质化学评分,是目前常用的一种食物蛋白质营养价值评价方法。不仅适合单一食物蛋白质的评价,还可用于混合食物蛋白质的评价。该法的基本步骤是将被测食物蛋白质的必需氨基酸组成与理想蛋白质或参考蛋白质氨基酸模式进行比较,按下式计算氨基酸评分:

$$\text{氨基酸评分} = \frac{\text{被测食物蛋白质每克氮或蛋白质中氨基酸含量(mg)}}{\text{参考蛋白质中每克氮或蛋白质氨基酸含量(mg)}} \times 100\%$$

确定某一种食物蛋白质氨基酸评分,一般分两步:首先计算被测蛋白质每种必需氨基酸的评分值;最低的必需氨基酸(第一限制氨基酸)评分值,即为该种蛋白质的氨基酸评分。

例如,某 1g 标准粉小麦蛋白质中赖氨酸、苏氨酸和色氨酸含量分别为 288mg、318mg 和 139mg,而 1g 参考蛋白质中这三种氨基酸含量分别为 837mg、568mg 和 219mg,按上述公式计算出赖氨酸的比值最低为 0.34,故赖氨酸为第一限制氨基酸,该谷类的氨基酸评分为 0.34。

氨基酸评分的方法比较简单,其缺陷是没有考虑食物蛋白质的消化率。美国 FDA 通过了一种新的方法,采用经消化率校正的氨基酸评分。这种方法可替代蛋白质功效比值 PER,对除孕妇和婴儿以外的所有人群的食物蛋白质进行评价。其计算公式:

$$\text{消化率校正的氨基酸评分} = \text{氨基酸评分} \times \text{真消化率}$$

还有一些其他蛋白质营养价值评价方法和指标,一般使用较少。

## 四、蛋白质的互补作用

由于食物蛋白质中限制氨基酸的存在,影响了食物蛋白质的生物学价值。当两种或两种以上食物蛋白质混合食用时,其中所含有的必需氨基酸取长补短,相互补充,能提高蛋白质的利用率,称为蛋白质互补作用。如,玉米、小米、大豆单独食用,其生物价分别为 60、57、64,当将它们按 23%、25%、52% 的比例混合食用时,生物价可提高到 73。因为玉米、小米蛋白质中赖氨酸含量较低,蛋氨酸含量相对较高;而大豆中的蛋白质与其相反,混合食用时赖氨酸和蛋氨酸相互补充。若在植物性食物的基础上再添加少量动物性食物,蛋白质的生物价还会提高,如面粉、小米、大豆、牛肉单独食用时,其蛋白质的生物价分别为 67、57、64、76,若按 39%、13%、22%、26% 的比例混合食用,其蛋白质的生物价可提高到 89,因此,动、植物性食物混合食用比单纯植物性食物混合营养价值更高。

为充分发挥食物蛋白质的互补作用,在调配膳食时,应遵循三个原则:

1. 食物的生物学种属愈远愈好,如动物性和植物性食物之间的混合比单纯植物性食物之间的混合要好。
2. 搭配的种类愈多愈好。
3. 食用时间愈近愈好,同时食用最好。因为单个氨基酸在血液中的停留时间约 4 小时,然后到达机体组织,再合成组织蛋白质。而合成组织蛋白质的氨基酸必须同时到达才能发挥互补作用,合成机体组织蛋白质。