

中等卫生学校教材

●程学强 主编
●张华征 主审

生物化学

SHENGWUHUAXUE



ZHONGDENGWEISHENGXUEXIAOJIAOCAIZHONG

●湖北科学技术出版社 ●湖北科学技术出版社 ●湖北科学技术出版社 ●湖北科学技术出版社

中 等 卫 生 学 校 教 材

生 物 化 学

程学强 主编

张华征 主审

湖 北 科 学 技 术 出 版 社

中等卫生学校教材

生物化学

程学强 主编

张华征 主审

湖北科学技术出版社出版发行 新华书店湖北发行所经销

十堰市印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 15 印张 352 千字

1991 年 2 月第一版 1991 年 2 月第一次印刷

印数 1—16000

ISBN 7-5352-0675-1/R·136

定价:6.10 元

主编 程学强
主审 张华征
编者 程学强
宋庆华
孔勤
张国祥
刘琴

编写说明

本教材由湖北省卫生厅和湖北科学技术出版社组织本省部分卫校生物化学教师,根据全省中等卫生专业学校护士专业教材编审工作会议的精神和1988年修订的教学计划提出的培养目标和要求编写的,供护士、助产士专业使用。

在编写过程中,我们注意按照生物化学本身的系统性安排章节顺序。在内容上力求少而精,着重介绍生物化学的基础理论和基本知识,并附有实验指导,内容包括验证理论、临床生化检验两方面的部分实验,各校可根据本校的实验条件适当选用。

本书涉及到的计量单位,遵照《国务院关于我国统一实行法定计量单位的命令》,一律使用我国法定计量单位,并将旧单位写在括号内,注在其后。书末附有常用单位换算系数一览表。

此外,书末附有教学大纲,本书使用的生物化学名词缩写,供使用时参考。

本书承湖北医学院张华征教授主审,由襄樊市卫生学校宋庆华老师、武汉水运卫生学校孔勤老师、黄冈地区卫生学校张国祥老师、黄石卫生学校刘琴、程学强老师共同编写。初稿完成后,召开了省内部分卫生学校生化教师参加的定稿会,老师们提出了宝贵的修改意见,对提高本书的质量十分有益。对此,我们表示衷心的感谢。并对各编写人员所在单位领导及有关同志给予的大力支持和帮助,以及为本书绘图、誊稿的同志一并致谢。

由于编者水平有限,书中的不当及错误之处,衷心希望使用本书的师生不吝指正。

编者

1990年5月

目 录

绪论	1
一、生物化学的概念及内容	1
二、生物化学的发展	2
三、生物化学与医学的关系	3
第一章 蛋白质的化学	5
第一节 蛋白质是生命的物质基础	5
一、蛋白质是构成生物体的基本物质	5
二、蛋白质与生命活动的关系	6
第二节 蛋白质的分子组成	6
一、蛋白质的元素组成	6
二、组成蛋白质的基本单位——氨基酸	6
第三节 蛋白质的分子结构及其与功能的关系	9
一、肽键和多肽链	9
二、蛋白质分子的一级结构	10
三、蛋白质分子的空间结构	10
四、蛋白质分子结构与功能的关系	13
第四节 蛋白质的重要理化性质	13
一、蛋白质是两性电解质	13
二、蛋白质的高分子性质	14
三、蛋白质的沉淀作用	15
四、蛋白质的变性	16
五、蛋白质的水解	16
六、蛋白质的抗原性	16
第五节 蛋白质的命名与分类	17
一、蛋白质的命名	17
二、蛋白质的分类	17
第二章 核酸化学	19
第一节 概述	19
第二节 核酸的化学组成	19
一、核酸的基本成分	19
二、组成核酸的基本单位——核苷酸	20
第三节 核酸的分子结构	22

一、核酸的基本结构	22
二、核酸的空间结构	22
第四节 体内几种重要的游离核苷酸	24
一、多磷酸核苷	24
二、环状核苷酸	25
第三章 维生素	27
第一节 概述	27
一、维生素的概念	27
二、维生素缺乏病的原因	27
三、维生素的命名与分类	27
第二节 脂溶性维生素	27
一、维生素 A	28
二、维生素 D	29
三、维生素 E	29
四、维生素 K	29
五、硫辛酸	30
第三节 水溶性维生素	31
一、维生素 B ₁	31
二、维生素 B ₂	31
三、维生素 PP	32
四、维生素 B ₆	32
五、泛酸	32
六、生物素	33
七、叶酸	33
八、维生素 B ₁₂	33
九、维生素 C	34
第四章 酶	37
第一节 概述	37
一、酶的概念	37
二、酶促反应的特点	37
第二节 酶的化学组成、结构与催化活性	38
一、酶的化学组成	38
二、酶的分子结构与催化活性	40
第三节 酶作用的基本原理	43
一、酶能降低化学反应的活化能	43
二、中间复合物学说	43
三、诱导契合学说	44
第四节 影响酶作用的因素	44
一、酶浓度对酶促反应速度的影响	44

二、底物浓度对酶促反应速度的影响	44
三、温度对酶促反应速度的影响	45
四、pH 对酶促反应速度的影响	45
五、激活剂对酶促反应速度的影响	45
六、抑制剂对酶促反应速度的影响	46
第五节 酶的命名和分类	47
一、酶的命名	47
二、酶的分类	48
第六节 酶与医学的关系	48
一、酶与疾病的发生	48
二、酶与疾病的诊断	49
三、酶与疾病的治疗	50
第五章 生物氧化	52
第一节 概述	52
一、生物氧化的概念	52
二、生物氧化的特点	52
三、生物氧化的方式	52
四、催化氧化还原反应的酶类	53
第二节 生物氧化中水的生成	54
一、呼吸链的组成及作用机理	54
二、重要的氧化呼吸链	56
第三节 生物氧化中的能量代谢	57
一、ATP 的生成	57
二、能量的贮存和利用	59
第四节 非线粒体生物氧化体系	60
一、微粒体氧化体系	60
二、过氧化物酶体氧化体系	60
第五节 生物氧化中二氧化碳的生成	60
一、单纯脱羧	61
二、氧化脱羧	61
第六章 糖代谢	62
第一节 概述	62
一、糖的主要生理功能	62
二、糖的消化和吸收	62
三、糖在体内的一般代谢概况	62
第二节 糖的分解代谢	63
一、糖的无氧酵解	63
二、糖的有氧氧化	68
三、磷酸戊糖途径	73

第三节 糖原的合成与分解及糖的异生	74
一、糖原的合成	74
二、糖原的分解	76
三、糖异生作用	77
第四节 血糖	78
一、血糖的浓度、来源与去路	78
二、血糖浓度的调节	79
三、高血糖与低血糖	80
第七章 脂类代谢	82
第一节 概述	82
一、脂类的主要生理功能	82
二、脂类的消化和吸收	82
第二节 血脂	83
一、血脂的组成与含量	83
二、脂类在血浆中存在形式——血浆脂蛋白	83
第三节 甘油三酯的中间代谢	85
一、脂肪的分解代谢	85
二、脂肪的合成代谢	88
第四节 磷脂的代谢	91
一、甘油磷脂的合成代谢	91
二、甘油磷脂的分解代谢	91
第五节 胆固醇代谢	93
一、胆固醇的合成代谢	93
二、胆固醇在体内的转变与排泄	94
第八章 氨基酸代谢	97
第一节 概述	97
一、氨基酸的生理重要性	97
二、氮平衡	97
三、蛋白质的营养互补作用	98
第二节 氨基酸的一般代谢	98
一、氨基酸的代谢概况	98
二、氨基酸的脱氨基作用	99
三、氨的代谢	101
四、 α -酮酸的代谢	103
五、氨基酸的脱羧基作用	104
第三节 个别氨基酸的代谢	105
一、甘氨酸代谢与肌酸	105
二、活性甲基循环与一碳单位代谢	106
三、苯丙氨酸与酪氨酸代谢	108

第四节 氨基酸与糖、脂类代谢的联系	109
一、氨基酸与糖代谢的相互关系	109
二、氨基酸与脂肪代谢的相互关系	109
三、氨基酸与类脂代谢的相互关系	109
第九章 核酸代谢与蛋白质的生物合成	111
第一节 概述	111
第二节 核酸的消化与吸收及核苷酸代谢	111
一、核酸的消化与吸收	111
二、核苷酸的生物合成	112
三、核苷酸的分解代谢	114
第三节 DNA 的生物合成	115
一、DNA 的复制	115
二、反向转录合成 DNA	116
第四节 RNA 的生物合成	117
第五节 蛋白质的生物合成	118
一、蛋白质合成体系	118
二、蛋白质合成过程	119
三、蛋白质合成的调节	121
四、蛋白质生物合成与医学的关系	123
第十章 血液生化	125
第一节 血液的化学成分	125
一、概述	125
二、血液的化学组成	125
第二节 血浆蛋白质	127
一、血浆蛋白质的组成及其功能	127
二、几类重要的血浆蛋白质	128
第三节 红细胞代谢及铁代谢	130
一、血红蛋白的生物合成	130
二、成熟红细胞代谢的特点	131
三、铁的代谢	132
第四节 血液的气体运输	133
一、氧的运输	134
二、二氧化碳的运输	136
第十一章 水与电解质平衡	138
第一节 体液	138
一、体液的含量与分布	138
二、体液中电解质含量和分布的特点	139
三、体液的交换	140
第二节 水平衡	142

一、水的主要生理功能	142
二、水的摄入、排出和动态平衡	143
第三节 电解质平衡	144
一、体液电解质的分类	144
二、电解质的重要生理功能	144
三、钠、氯平衡	145
四、钾平衡	145
第四节 水与电解质平衡的调节	146
一、神经系统的调节作用	146
二、肾脏的调节作用	146
三、神经体液的调节作用	146
第五节 水与电解质平衡紊乱	148
一、水、钠代谢紊乱	148
二、钾代谢紊乱	149
第六节 钙磷代谢	149
一、钙磷在体内的含量、分布及生理功能	149
二、钙、磷的吸收和排泄	150
三、血钙与血磷	150
四、钙、磷代谢的调节	151
第十二章 酸碱平衡	153
第一节 酸碱的概念及体内酸和碱的来源	153
一、酸碱的概念	153
二、体内酸碱性物质的来源	153
第二节 酸碱平衡的调节	154
一、酸碱平衡调节的概况	154
二、血液的缓冲作用	155
三、肺脏的调节作用	158
四、肾脏的调节作用	158
第三节 酸碱平衡失调	161
一、酸碱平衡失调的类型	161
二、酸碱平衡失调产生的机理	162
三、酸碱平衡失调的生化指标	163
第十三章 肝脏的生物化学	165
第一节 肝脏在物质代谢中的作用	165
一、肝脏在糖代谢中的作用	165
二、肝脏在脂类代谢中的作用	166
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用	166
四、肝脏在维生素代谢中的作用	166
五、肝脏在激素代谢中的作用	166

第三节 肝脏的生物转化作用	167
一、生物转化作用的概念	167
二、生物转化反应的类型	167
第三节 胆汁与胆汁酸盐	170
一、胆汁	170
二、胆汁酸的代谢及功能	170
第四节 胆色素代谢与黄疸	173
一、胆红素的正常代谢	173
二、血清胆红素与黄疸	176
第五节 肝功能检查原则	178
一、与蛋白质有关的肝功能检查试验	179
二、与糖类代谢有关的肝功能试验	179
三、与脂类代谢有关的肝功能试验	179
四、与肝功能有关的血清酶类的检查	179
五、与肝脏生物转化、分泌及排泄功能有关的检查	179
实验指导	181
实验须知	181
第一部分 蛋白质、核酸、酶	182
实验一 微量凯氏定氮比色法测定蛋白质含量	182
实验二 蛋白质的两性电离与等电点测定	183
实验三 核酸的提取与鉴定	185
实验四 酶的催化特异性	188
实验五 温度对酶活性的影响	189
实验六 pH 值对酶活性的影响	190
实验七 激活剂与抑制剂对酶活性的影响	191
实验八 琥珀酸脱氢酶的脱氢作用与酶的竞争性抑制作用	192
第二部分 物质代谢	193
实验九 肝糖原的提取和鉴定	193
实验十 肝脏酮体生成试验	194
实验十一 转氨基作用	195
第三部分 常用临床生化检验	198
实验十二 血糖测定	198
实验十三 血清总胆固醇测定	199
实验十四 血清蛋白质醋酸纤维素薄膜电泳	200
实验十五 血尿素测定	204
实验十六 血清钾测定	205
实验十七 血清钙测定	207
实验十八 血浆 CO_2 结合力测定	208
实验十九 血清谷—丙转氨酶测定	209

绪 论

一、生物化学的概念及内容

生物化学是在生理学与有机化学的基础上发展起来的一门科学,用化学的、物理的以及生物学的原理及方法,从分子水平上研究生命现象的化学本质,即研究生物体的物质组成、代谢变化以及分子结构与功能的关系。所以亦可称为生理化学或生命的化学。

生物化学具体研究的内容可以概括为以下五个方面:

1. 物质组成:生物体是由一定的物质成分按严格的规律和方式组成的。研究生物体内的化学变化,首先要了解其物质组成。现已测得人体的物质组成,其中水占55~67%;无机盐占3~4%;有机物中蛋白质占15~18%;脂类占10~15%;糖类占1~2%。还有核酸、维生素、激素、氨基酸及其衍生物、肽、核苷酸等。然而,这些物质并不是简单而又杂乱无章地堆集在一起,而是按一定的组成形式,构成了能够体现各种生理功能的生物学结构。

生物体组成中的蛋白质、核酸、糖类、脂类等,其分子种类繁多,而且不同种类的生物体间罕见完全相同的分子结构,它们都是大而复杂的分子,称之为生物分子。而维生素、激素、氨基酸及其衍生物、肽、核苷酸等则属于具有生物活性的小分子。生物分子在体内可降解为组成它们的基本单位的小而简单的分子,如蛋白质水解后的氨基酸,核酸水解后的核苷酸,脂类水解后的脂肪酸以及糖类水解后的单糖等,称之为构件分子。构件分子的种类为数不多,而且不同生物体内基本上是相同的。自然界约150余万种生物中,据估计共约有 10^{10} ~ 10^{12} 种蛋白质及 10^{10} 种核酸等,这些为数极多的生物分子仅仅是由种类不多的构件分子在新陈代谢中按一定的组织规律,互相连接,依次逐步形成生物分子、亚细胞结构、细胞及组织器官,最后在神经及体液的沟通和联系下,形成一个有生命的整体。生物化学的任务之一就是研究和探讨这些生物体的物质组成。

2. 物质代谢:生物体除了有各种各样的物质组成,还必需与外界环境进行物质交换,在体内进行各种合成与分解代谢,才能获得生命、维持生命。这种物质交换过程,按照一定规律,连续不断地进行着。参加各种化学反应的正是生物体物质组成的生物分子以及许许多多的小的分子和离子。凭着各种化学反应,生物体才能将环境中的物质(营养素)及其贮存的能量加以转变、吸收和利用。

生物体内的化学反应包括两个方面:一是合成代谢,以各种营养素为原料,使体内的各种组织器官能够生长、发育、修补、替换及繁殖。二是分解代谢,将糖、脂肪等营养素作为能源物质,经生物氧化作用,放出能量,供机体生命活动的需要,同时产生废物,经由各排泄途径排出体外。这就是生物体与外界环境之间的物质交换过程,称之为物质代谢或新陈代谢。据估计一个人在60年的生命活动中,通过物质代谢与外界环境交换的水约有60,000公斤,糖类10,000公斤,蛋白质1,600公斤,脂类1,000公斤。其他还有小分子及离子等物质同时也在不断地进行交换。此乃生物化学必须进行探讨的重要课题。

3. 代谢调控: 物质代谢中绝大部分化学反应是在细胞内由酶促完成的, 而且具有高度自动调节控制能力。一个活的细胞内, 有近两千种酶, 在同一时间内, 催化着各种不同代谢中各自特有的化学反应, 这些化学反应有条不紊, 相互联系, 密切配合以惊人的高速度进行。这表明生物体内的物质代谢有严密的安排和完整的调节控制系统。根据现有的知识, 酶的严格特异性, 多酶体系及酶分布的区域化等的存在, 可能是各种不同代谢能同时在一个细胞内有秩序地进行的一个解释。在代谢调控方面, 动物体内的神经体液发挥着重要的作用, 而从分子水平看, 则更直接的作用是细胞内的反馈控制。此属近代生物化学研究中的一重要课题。

4. 结构与功能: 组成生物体的每一部分都具有其特殊的生理功能。功能与结构密切相关, 结构是功能的物质基础。在生物化学中, 结构与功能的关系的例子比比皆是, 在一切生命活动中均可发现。近年来有关这方面的研究、发展极为迅速, 尚待大力探讨。有学者将生物分子的结构与功能的相互关系称为分子生物学。

5. 繁殖与遗传: 生物体都具有繁殖能力及遗传特性。遗传即生物体的自身复制, 复制品与原样几乎无差别, 能代代相传, 而且这种遗传特性具有忠实性和稳定性。近年来, 随着生物化学的研究发展, 已经弄清楚基因是 DNA 分子内多核苷酸链中一个个片段的排列顺序, 目前不但已可测得 DNA 分子内核苷酸的顺序, 而且还有可能改变遗传, 此即遗传工程或称基因工程。如果能将所需要的基因提出或合成, 再将它转移到适当的生物体的细胞内去, 以改变遗传, 控制遗传, 此不但能解除人们的一些疾病, 还可改良品种使一些生物, 尤其是微生物, 更好地为人类服务, 因此, 可以预见不久的将来遗传工程将成为生物化学工作者着重探索的重要课题之一。

二、生物化学的发展

生物化学(Biochemistry)这个名词是 1903 年纽堡(Neuberg)首次应用, 至今还不到 100 年, 所以生物化学是一门年轻的学科。它的发展和其他自然科学的发展一样, 也是随着生产实践, 科学实践和生活实践而发展的。

1. 我国对生物化学的贡献: 我国人民对生物化学现象的认识, 其起源可溯自远古, 古人通过实践, 很早就酶、营养及医学等方面有许多发明创造, 获得很多关于生物化学的知识和经验。例如, 在公元前 21 世纪已能用曲(内含有酶)酿酒, 公元前 12 世纪已能制酱、制饴, 这些都是近代发酵工业的先驱。此外, 公元前 2 世纪就能制豆腐, 为人类从豆类中提取并凝固蛋白质的开端。在医学方面, 例如, 公元 4 世纪(晋朝)时, 葛洪著《肘后百一方》中记载了用含碘丰富的海藻治疗瘰病方法; 公元 7 世纪(唐朝), 孙思邈用富含维生素 A 的猪肝治疗雀目(维生素 A 缺乏所致的夜盲症)等。

在我国近代生物化学起步虽然较晚, 但是从 20 世纪 20 年代开始, 我国近代生物化学的奠基人吴宪提出了蛋白质变性学说。他在血液分析方面创立的无蛋白血清液的制备方法, 至今仍是适用的, 为现代临床化学做出了不可磨灭的贡献。1965 年我国首先人工合成了有生物活性的蛋白质——牛胰岛素, 并在 1972 年, 用 X 线衍射法研究胰岛素结晶的结构, 1981 年又合成了酵母丙氨酸 tRNA, 开辟了人工合成生物分子的途径。

2. 生物化学发展的三个阶段: 生物化学是生产需要及科学发展的必然产物, 近代生物化学的发展过程大致可分为三个阶段:

(1) 叙述生物化学阶段: 本阶段主要以分析和研究生物体的物质组成、这些组成成分的理化性质、在各组织器官中的分布、含量、存在形式以及生物体的分泌物和排泄物为主要内容。

这一时期包括我国古代及欧洲的发明创造和研究发现,可看作是生物化学的萌芽时期。

(2) 动态生物化学阶段: 在了解生物体物质组成的基础上进一步研究生物体内物质组成的代谢变化, 以及酶、维生素、激素在物质代谢中的作用。这一时期主要是从 20 世纪 20 年代开始, 由于其他生物科学的进展, 生物化学进入了一个蓬勃发展的时期, 特别是 50 年代以后, 其进展真可谓突飞猛进, 自然科学中这一领域要算是最活跃的, 据报道的研究成果, 每八年可增加一倍。就在这个时期, 体内各种主要物质的代谢途径均已基本搞清楚。

(3) 机能生物化学阶段: 近 20 多年来, 由于生物化学在理论和技术上都有很大进展, 生物化学的研究, 在动态生物化学的基础上, 并结合生理机能研究生物体内的化学变化, 此乃“机能生物化学”阶段。

“叙述”、“动态”、“机能”三个阶段是生物化学发展的必然过程, 没有对生物体物质组成的了解, 物质代谢的研究就无从着手, 没有物质代谢知识, 那就无法研究生物体的物质代谢与机体结构功能的关系。然而, 它们彼此之间互相衔接, 互相推进, 处以不停顿的发展。目前生物化学已取得了巨大成就, 它已成为研究生物科学的必要基础。有学者比喻, 生物化学是生物学中的“世界语”。

三、生物化学与医学的关系

生物化学是一门边缘学科, 是研究生命的化学, 它已渗透到生物科学的各个领域, 并成为一门主要的基础医学学科。在医学领域中, 与生理学、微生物学、免疫学、药理学、病理生理学、寄生虫学、临床医学以及卫生保健等关系至为密切, 联系深刻。

前已述, 生物化学是从有机化学及生理学发展起来的, 了解生物分子的结构及性质, 并将其合成, 乃是有机化学和生物化学的共同课题; 在分子水平上弄清生理功能, 显然是生理学和生物化学的一个共同目的。从现在的趋势来看, 生理学是在更多的采用生物化学的知识和方法, 以解释许多生理现象。

微生物学, 在研究病原微生物的代谢, 病毒的本质, 以及防治措施等, 无不应用生物化学的知识和技术。

免疫学, 无论体液免疫或细胞免疫, 都必须从分子水平角度, 才能阐明其机理。同时, 近年来一些生物化学方面的研究, 又常以细菌病毒为研究材料, 验证在动物体内得到的结果, 还可从分子水平研究遗传, 提供有利条件。

药理学, 依照酶活性, 激素作用及代谢途径等解释其药物作用原理, 并为其发展的依据。

病理生理学, 需要运用生物化学的原理及方法来研究与阐明生理功能的失调及代谢紊乱等。

临床医学及卫生保健, 关系更为密切, 在分子水平上, 探讨病因, 作出诊断, 寻求防治, 增进健康, 无不应用生物化学的知识和技术, 这方面的临床实例枚不胜举, 而且得到越来越广泛的应用。

中等卫校护士专业学习生物化学, 着重讨论正常人体的物质组成、结构及功能的关系, 新陈代谢的化学变化及其调控以及物质代谢与疾病的关系等基本内容。在学习过程中, 要认识生物体内的物质组成、结构、代谢变化与生命活动的统一性, 把错综复杂、多种多样、既有各自特殊途径又有相互联系、相互制约的物质代谢过程融合成为统一的整体。以辩证唯物主义的观点, 理论联系实践的学风来学习和研究生物化学。

复 习 思 考 题

1. 何谓生物化学？主要研究的内容包括哪些？
2. 构成能够体现人体各种生理功能的生物学结构主要包括哪些物质？
3. 何谓生物分子？何谓构件分子？
4. 何谓物质代谢？物质代谢是如何进行的？
5. 我国近代对生物化学有何重大贡献？
6. 近代生物化学的发展包括哪几个阶段？主要内容是什么？
7. 你能列举一些事例来说明生物化学与临床医学的关系吗？

(程学强)

第一章 蛋白质化学

第一节 蛋白质是生命的物质基础

蛋白质是生命的物质基础。生命是物质运动的最高级、最特殊的形式，它表现出生物的生长、发育、繁殖和遗传等现象。而这些现象都是通过蛋白质来反映。正如恩格斯在1878年就指出：“生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分的不断的自我更新。”这一论断阐明了蛋白体是生命的物质基础。

一、蛋白质是构成生物体的基本物质

所有的生物，从最简单的病毒或细菌到最高级的人体，均含有大量蛋白质，到目前为止还未发现不含蛋白质的生物体。蛋白质是一切生物体必不可少的组成成分。

表1-1 人体各器官和组织中蛋白质的含量

器官与组织的名称	蛋白质的含量	
	干组织含量百分比	体内总蛋白含量百分比
皮 肤	63	11.5
骨 骼	28	18.7
牙 齿	24	0.1
横 纹 肌	80	34.7
脑及神经组织	45	2.0
肝 脏	57	3.6
心 脏	60	0.7
脾 脏	82	3.7
肺 脏	84	0.2
肾 脏	72	0.5
胰 脏	47	0.1
消 化 道	63	1.8
脂肪组织	14	6.4
其他组织	液体的	1.4
	固体的	14.6
全 体	45	100.0