

健 康 化 学

杨小红 许信旺 光晓元 编著

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

健康化学/杨小红,许信旺,光晓元编著. —合肥:合肥工业大学出版社,2004.6

ISBN 7-81093-098-2

I. 健… II. ①杨… ②许… ③光… III. 化学—普及读物 IV. 06-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 047898 号

健 康 化 学

编 著 杨小红 许信旺 光晓元

责任编辑 方立松

出 版 合肥工业大学出版社

地 址 合肥市屯溪路 193 号

邮 编 230009

电 话 总编室:0551-2903038

发行部:0551-2903198

版 次 2004 年 7 月第 1 版

2004 年 7 月第 1 次印刷

开 本 787×960 1/16

印 张 19.5

字 数 382 千字

发 行 全国新华书店

印 刷 合肥学苑印务有限公司

网 址 www.hfutpress.com.cn

E-mail:press@hfutpress.com.cn

ISBN 7-81093-098-2/O·13

定价:29.80 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

第一章 绪 论

第一节 健康与健康教育

一、健康的概念

什么是健康？怎样理解健康的内涵？长期以来，人们关心健康，但对健康的认识和理解并不是正确和科学的。有的认为“能吃能睡就是健康”；有的把健康理解为“不生病”或“不虚弱”；还有的认为“健康就是体格健壮，精力充沛”。其实，健康是个历史的概念，由不同的历史阶段所决定。随着物质生产的发展，医学的进步，科学技术的不断更新，人们对健康的认识不断深化，日趋科学。

“健康”是医学哲学古老而基本的概念之一。“健康”这个词第一次出现在英语语系大约是在公元前 1000 年，最初和“神圣”一词同源，它的本义指健全与完整，包括体格魁梧、机警、聪慧以及精神的得救。公元 2 世纪被誉为神圣医生的古罗马盖伦曾英明地论断生理因素与心理因素是同一健康生命的不同侧面，体质不正常往往引起心理异常，心理异常亦可通过身体来调治。但由于那时的人们普遍认为生命为神灵所赐，病痛为神灵之惩，因此为治病疗伤而求神问卜成为情理中事，那时的身心统一的观点，现今看来也只是一种肉体与灵魂原始统一性的自然观。

随着生产的发展和社会经验的积累，人类萌发出朴素唯物主义思想，开始用推测和类比来判定、解释生命体系。例如我国传统医学（如黄帝内经）用“阴平阳秘”、“五行相生相克”、“天人合一”等概念来说明人体的生理和病理变化。这一时期的病因说已经抛弃了鬼神致病的陈旧观点，开始重视临床观察，如我国民间医生扁鹊，就十分重视并精于“望、闻、问、切”；古希腊的希波克拉底提出“四体液学说”，主张摒弃超自然的神力，用理性和系统的方法治疗病人。因此，这一时期对健康的认识基于人的身体是一个整体、精神和肉体相互影响、不能彼此独立的观点。

16 世纪中叶以后，自然科学有了很大的进步，人类发现了血液循环之机理，将实验法引入生理学和医学研究中，各种检测技术在医学研究与治疗中得到广泛的运用。18 世纪以来，快速发展的科学与技术为人类许多现象提供了物理学解释，把人的身体看作是机器。在实验法被引入生理学及医学研究后，近代医学已经有别于巫术经验的古代医学。自 18 世纪意大利的病理学家莫尔干建立了器官病理学、德国的魏尔啸以其名著《细胞病理学》开辟了病理学的新时代、法国的生物学家

巴斯德发现了微生物以后,医学基础学得到了蓬勃发展,逐渐形成了机械的自然科学的健康观。机械的自然科学健康观更重视以观察和实验来支持对疾病的判断,但忽视个体的社会性和生物复杂性。

18 世纪下半叶至 19 世纪初,自然科学的巨大成就(德国动植物学家的细胞说、达尔文的进化论等)动摇了机械的自然科学的健康观,人类能够以生物学的观点来认识生命现象以及健康与疾病的关系,奠定了生物医学模式的基础。生物医学模式的贡献在于它揭示了许多因生物所造成的人类疾病,确定了生物病因。例如发现了大多数传染病的病原体,了解到许多营养缺乏病和内分泌病的特定病因,从而为有针对性的治疗提供了依据。然而,生物医学模式仅仅从生物属性去考察人类的健康和疾病,仍然忽视人的社会性,忽视了社会因素可以使人产生不同的心理状态,影响机体内部的稳定平衡。因而这一时期“健康”的含义是指“没有生理疾病”。

1948 年,世界卫生组织在世界保健宪章中对健康定义界定为:“健康不仅仅是没有疾病或不虚弱,而是体格的、精神的健康和社会适应良好的状态。”这个科学定义明确提出了健康包括精神、身体和社会适应能力的良好状态,已为世界各国所公认。这样,使健康概念大大超出了疾病的范围,把人体的健康与生物的、心理的和社会关系紧密联系起来,对健康的理解实现了由生物向生物——心理——社会适应型的转变,把健康从生物领域推向了社会领域。可见,现代健康观要求不仅是身体的健康,还有心理上的健康。作为一个人,只有身体健康的同时,心理也健康,才是一个完美健康的人。作为一个民族,只有人民的身体健康、精神健康和国家繁荣昌盛,才是一个民族完美健康的标志。

二、影响健康的因素

健康是复杂的概念。影响健康的因素是多方面的,有环境因素、生物因素、生活方式因素和保健服务因素等。

1. 环境因素

环境对人类健康影响极大,无论是自然环境还是社会环境,人类一方面要享受它的成果,一方面要接受它带来的危害。自然界养育了人类,同时也随时产生着、存在着、传播着危害人类健康的各种有害物质。气候、气流、气压的突变,不仅会影响人类健康,甚至会给人类带来灾害。在社会环境中,政治制度的变革、社会经济的发展、文化教育的进步,都与人类的健康紧密相连。例如:经济发展的同时带来了废水、废气、废渣、噪音,对人类健康危害极大。不良的风俗习惯、有害的意识形态,也有碍人类的健康。因此,人类要健康,就必须坚持不懈地做好改善环境、美化环境、净化环境和优化环境的工作。

2. 生物因素

在生物因素中影响人类健康最重要的是遗传因素和心理因素。现代医学发现,遗传病有四五千种之多,而且发病率高。因此,重视遗传对健康的影响具有特殊意义。心理因素对疾病的产生、防治有密切关系,消极心理因素能引起许多疾病,积极的心理状态是保持和增进健康的必要条件。医学临床实践和科学研究证明,消极情绪如焦虑、怨恨、悲伤、恐惧、愤怒等可以使人体各系统生理机能失调,可以导致失眠、心动过速、血压升高、食欲减退、月经失调等疾病。积极的、乐观的、向上的情绪,能经得起胜利或失败的考验。总之,心理状态是社会环境与生活环境适应性的反映,是影响健康的重要因素。

3. 生活方式因素

生活方式是指人们长期受一定文化、民族、经济、社会、风俗、家庭影响而形成的一种特定的行为模式。人类在漫长的发展过程中。虽然很早就认识到生活方式与健康有关,但由于危害人类生命的各种传染病一直是人类死亡的主要原因,就忽视了生活方式因素对健康的影响。直到 20 世纪 60 年代以后,人们才逐步发现生活方式因素在全部死因中的比重越来越大。例如,1976 年美国死亡人数中,50% 与不良生活行为有关。可见,养成良好的生活习惯对于健康是多么重要。

4. 保健服务因素

决定健康的因素十分复杂,保健服务是极为重要的因素。世界卫生组织把卫生保健服务分为初级、二级和三级。实现初级卫生保健是当代世界各国的共同目标。其基本内容是:

- (1) 健康教育。
- (2) 供给符合营养要求的食品。
- (3) 供给安全用水和基本环境卫生设施。
- (4) 妇幼保健和计划生育。
- (5) 开展预防接种。
- (6) 采用适用的治疗方法。
- (7) 预防常见疾病。
- (8) 提供基本药物。

这些无疑对人类健康提供了根本性的保障。

三、健康的阶段性

1. 健康、长寿和疾病

长寿是指个体生存的期间长。从生物的哲学角度看,死亡是生物个体的自然结局。虽然如此,人类也包括其他生物个体依然希望健康长寿,也就是说把健康持续的时间尽可能延长。

从健康的反义词虚弱和疾病上可以看出,健康的维持是和疾病进行抗争中体

现出来的。在某种程度上人的一生也可认为是健康和疾病之间反复斗争的过程，是患病、恢复、再患病、再恢复的不断反复出现的过程。死亡则是生存的终结，也是个体的最终归宿。保健学的目的，也就是服从人类生存的目的，是为了提高和维持健康。

要注意，健康是人们生活的目标，只有身心健康，生活才会美满幸福，才能延年益寿。

人类的发展史也是同疾病不断斗争的历史。随着社会的进步，经济条件的好转，医学的发展以及对疾病预防控制水平的提高，今天人们对健康则有更高要求。现在，我国人均寿命已接近 70 岁，今后还会延长。老龄人口增加，老龄人群中不全是健康老人，随着时间推移，老人的生理机能不断降低，体质变弱，加上环境污染尚未得到有效治理，危害老龄人健康环境因素依然存在，从而导致疾病发生。日本的资料表明，65 岁以上的人口患病率在近 30 年间增长了约 6 倍。如何保障老年人有一个良好的生活环境和医疗措施，维护老年人的健康是当前一个重要课题。同样，随着医学的发展，进一步提高人民整体健康水平也是一个重要课题。真正做到优生优育和终生保健是非常困难的。

2. 亚健康

健康是“第一状态”，疾病是“第二状态”，介于健康和疾病之间，既非健康也非疾病称为“第三状态”。这种“第三状态”，即“亚健康状态”，也有人称为灰色状态、病前状态、亚临床期、临床前期、潜病期、半健康人。亚健康的较为明显的定义，系指无明确的躯体和心理的、器质性或功能性的疾病，经现代化仪器或专科医生的诊断均达不到疾病的标准。但在这种状态时，人的免疫功能下降，容易转变为疾病。“亚健康”概念的提出是国际医学界 20 世纪 80 年代后半期的医学新思维，是医学的一大进步。亚健康虽不是疾病，却是现代人身心不健康的一种表现。人体免疫功能下降，容易患病，最为常见的表现为长期疲劳、反复感冒、畏寒怕冷、四肢发凉、情绪忧郁、精神焦虑、睡眠不佳、头晕、心慌、耳鸣、视力下降、性欲减退、阴道干涩、食欲不振、便溏不成形、排便困难、体重超重、低体重、血压偏高、血脂偏高、血糖偏高等等。预防、消除亚健康，是世界卫生组织 21 世纪一项艰巨而又重要的任务。全球性调查结果表明，全世界真正健康的人仅占 5%，经医生检查，诊断有病的人也只占 20%，有 75% 的人正处于亚健康状态。

产生亚健康的原因很多，现在普遍认为造成亚健康的主要原因是生活方式因素、精神心理因素、环境因素、饮食因素等。

(1) 生活方式因素 主要指自身不良行为和生活方式，包括吸烟、酗酒、吸毒等不良嗜好，夜生活过多，不注意劳逸结合，工作学习超负荷，疲劳长期得不到恢复等，人就可能处于亚健康状态。

(2) 精神心理因素 生活节奏过快，学习工作压力太大，家庭或者单位人事关

系不和谐,造成精神负担,在不良情绪笼罩下又不能自拔,均可导致亚健康状态。

(3) 环境因素 除了家庭不美满、工作不称心、社会不安定这些社会因素外,还可能因自然界发生的恶劣天气、有害气体和水、噪声和多种污染物都有损于人体的健康。

(4) 饮食因素 饮食变得无规律,食品搭配不合理,造成营养不良或营养过剩,使人进入亚健康状态。

一个人的一生不可能一帆风顺,可能因某些方面原因,在某阶段处于亚健康状态,如果长期调整不过来,便可成为某些身心疾病的先兆,对身心健康造成极大的危害。例如,注意力涣散、记忆力减退、体力下降,难以全身心、高效率地工作;因受众多症状的困扰,会表现出悲观失望、情绪低落、意志消沉甚至放纵心态,进入通常所说的灰色状态,影响到正常生活,甚至于发生意外事故;还可能给躯体或心理上留下某些疾病隐患,或直接诱发某种疾病,如消化道溃疡、支气管哮喘、高血压、心律失常及冠心病等。

因此,当自己感到处于亚健康状态时,必须学会针对原因,采取以下方法,及时进行自我调控:

(1) 改变不良生活习惯,如控制烟酒、不纵欲,尽量减少或避免来自外界的不良刺激。

(2) 保持体内生物钟的稳定,劳逸结合,防止重新加重身体疲劳与心理疲惫。

(3) 适度增加体力劳动的强度和体育锻炼的时间,增强心肺功能,让心情产生愉悦之感。

(4) 合理营养,平衡膳食,定时进餐,尤其是要提高早餐的质量。

(5) 安排旅游活动,感受大自然的风光,让心灵得到洗礼,增强体质,陶冶情操。

(6) 有意识地进行自我心理调节,或主动与人交流,往往通过朋友之间的交往,会使你很快回到健康状态。

(7) 症状重,不能自拔时,应请医生治疗。如进行心理指导或食物疗法等。

四、健康促进指标

健康是一个复杂的生物学和社会学现象,涉及自然、生物、社会等多个方面,其内涵抽象,外延广泛,很难进行准确而全面的测量,而且对健康度判定还与社会发展程度及人们的生物学、社会学特征有关。此外,分析健康问题的人由于其背景不同或出于不同的目的和需要,往往会从不同的角度或处在不同的层次和水平上评价人们的健康状况。

自 WHO 提出 2000 年人人享有保健目标之后,尤其是《渥太华宪章》发表之后,健康促进评价指标体系的研究有了较大的发展。越来越多的地区和国家开始

研究并使用一些综合性的评价指标体系。1997年,第四届国际健康促进大会期间,WHO提出了如下评价指标。

- (1) 人群健康学指标:如生长发育、生育率、健康率、健康寿命等。
- (2) 日常生活质量指标:如无疾痛或残疾、情绪愉快、精力旺盛等。
- (3) 临床健康学指标:如发病率、死亡率、病死率等。
- (4) 社会健康学指标:如失业率、居住条件、空气质量等。
- (5) 生物学和生物医学指标:如DNA、免疫缺陷等。

2000年,第五届国际健康促进大会在墨西哥的墨西哥城召开,参加会议的各国卫生部长共同签署了《卫生部长宣言》并制定了《国家健康促进行动计划框架》,框架提出健康促进结果评价包括以下9个方面:

- (1) 知、信、行的测量:包括健康相关知识、态度、动机、行为、个人技能的改变和自我检验。
- (2) 社会行动与影响的测量:包括社区参与、社区赋权、社会规范、公众舆论。
- (3) 健康政策和组织时间的测量:包括政策制定、立法、规章、资源分配、组织实践、文化和行为。
- (4) 健康生活方式和条件的测量:包括烟草使用、食物选择和获得、体力活动、饮酒、违法性药物滥用以及社会和物理环境下的安全性因素与危险性因素比值的测量。
- (5) 有效健康服务的测量:包括提供疾病预防服务、卫生服务的获得以及健康服务在社会文化上的适应性。
- (6) 健康环境的测量:包括使用烟草、酒类、违法药物、为青少年和老年人提供的健康环境、远离暴力和药物滥用。
- (7) 社会结果的测量:包括生活质量、职能独立、社会支持性网络、社会公平和平等。
- (8) 健康结果的测量:包括发病率、致残率、可避免性死亡率的改变、社会心理适应能力以及生活技能的改变。
- (9) 能力建设结果的测量:包括可持续发展、社区参与和社区赋权。

五、健康标准

健康标准是人的主观状态和客观要求的辩证统一,有共性又有个性。既有一般的标准,又有特殊的标准。衡量一个人健康与否,世界卫生组织提出的一般标准为:

- (1) 精力充沛,对担负日常生活和繁重的工作不感到过分紧张。
- (2) 乐观、积极,乐于承担责任。
- (3) 善于休息,睡眠好。

- (4) 应变能力和适应环境能力强。
- (5) 能抵抗一般性疾病。
- (6) 体重适当,身体匀称。
- (7) 眼睛明亮,反应敏锐。
- (8) 牙齿清洁,无龋齿,不疼痛。
- (9) 头发光泽,无头屑。
- (10) 肌肉丰满,皮肤有弹性。

除了一般标准以外还有一些特殊的标准。比如,从职业上讲,战士服役和学生入学的健康标准是不一样的;一般职员和运动员的健康标准也不相同。从人体医学上看,人的不同年龄阶段、男女性别、地域差异、不同民族在健康要求上的标准也是各不相同的。此外,还有心理上的健康标准。因为身体健康是心理健康的基础,心理健康又是身体健康的必要条件。没有心理健康,就不会有身体健康。可见,健康是一个综合因素,很难有个统一的要求和共同的标准。

六、健康教育的意义

虽然健康是一个古老的话题,但在 21 世纪关注健康更富有时代意义。这是因为我们面临来自自然环境的威胁。按照生物进化论的观点,人是自然的产物,这就决定了人对自然环境的依附关系,人类需要新鲜的空气、洁净的水源、广袤的土地、丰富的物质……然而,大自然也有残酷的一面,飓风、洪水、地震、火山爆发等等,时刻威胁着人类。譬如,人类的饮用水越来越少,全世界每年有 1000 万人因饮水不洁而丧生;又如,空气污染加剧,“地球保护伞”——臭氧层受到破坏,20 世纪 50 年代以来,大气臭氧浓度就有减少的趋势,80 年代末期相继在南、北极上空发现臭氧层空洞,这些臭氧层空洞每年都在移动且面积不断扩大;全球气候恶化,严重侵害有机体的病毒不断变异,这一切都说明人类破坏自然环境必然殃及人类自身健康。如何在创造物质文明的同时,维护和促进健康,便成为当代人迫切需要研究的课题。

我们面临“现代社会”的威胁。哲学家认为,人是“社会存在物”,对于每一个个体来说,社会环境的影响有时比自然环境来得更为迅速、直接且深刻。现代社会生活节奏加快,“快餐”、“快件”、“快车”、“快艇”、“快洗”等带有“快”字的特定词汇印证了社会生活节奏加快,在人们生活质量提高的同时内心承受的学习、工作、生计的压力也越来越大。经济发展的同时衣食住行却不一定科学合理,譬如交通运输的迅速发展,导致车祸成为世界性的突出问题,在美国居民的死亡册上,车祸排在第四位;另外,神经衰弱、心理障碍、心脑血管疾病、肥胖等与现代生活方式密切相关的疾病——“现代病”,时刻威胁着人类,如何在现代化的社会环境中保持良好的心态,更加值得当代人深思。

现代意义的健康教育只有近百年的历史,是一门尚在迅速发展中的年轻科学,客观需要不断赋予它新的内容和含义,到现在为止还没有统一的、公认的定义。1984年美国出版的《健康教育概论》列举了18个不同的定义。世界卫生组织历年正式文献中也有若干不尽相同的提法。1991年6月在芬兰首都赫尔辛基召开的第十四届世界健康教育大会上,各国学者一致认为目前很难给健康教育下一个一致公认的、十分准确的定义。不过,在会议中各国学者经常引用的定义有:

——健康教育帮助并鼓励人们有达到健康状态的愿望;知道怎样做才能达到这样的目的;为维护健康,每个人都尽力做到本身和集体应做的一切,并且知道在必要时如何寻求适当的帮助。

——健康教育是激发人们接受并利用健康信息,形成有益的习惯,避免有害的行为,从而使自己更健康。

——健康教育和一般教育一样,关系到人们知识行为的改变;它致力于引导人们养成有益于健康的行为,并处于最佳的健康状态。

——健康教育是通过促进健康的生活方式,推动社会健康活动和改善有益于健康的生活条件,从而促进健康。

我国学者对健康教育定义也有许多不同的表述。由此可见,健康教育定义在措词上虽然表达各不相同,但有一个共同点,即着眼行为,强调自觉,突出行为转变。说明了健康教育的出发点和归宿是促进行为转变,这就从根本上区别于卫生宣传。卫生宣传通常是指卫生知识的传播,目的是通过提高人民群众的卫生知识来达到改变行为。可见,单纯的卫生知识宣传仅是实现健康教育目的的一种手段,而不是健康教育的实质。综上所述,健康教育是一种有计划、有目的、有组织地促使人们自愿采用有利于健康的行为,降低危险因素、发病率、伤残率和死亡率,提高生活质量的教育活动。

第二节 化学与人类健康

一、化学是研究物质化学变化的科学

我们知道,宇宙是一个包罗万象的统一整体。宇宙间存在着的万物和现象是形形色色、多种多样的。但是它们之间不管有多大的区别,却有一点是完全相同的,这就是它们归根结底都是物质的,都是客观存在的。比如,天空中的太阳、月亮、星星,大地上的山岳、湖泊、河流、海洋,我们呼吸的空气、住的房屋、吃的食物、穿的衣服、使用的机器以及我们的身体,微观世界的“基本”粒子如电子、中子、光子等都是物质。甚至各种形式的场,如电磁场、引力场等也是物质。一切自然科学(包括化学在内)都以客观存在的物质世界作为它考察和研究的对象。

自然科学的全部成果表明,整个宇宙从微观世界到宏观世界,从无机界到有机界,从生物界到人类社会“都处于永恒地产生和消失中,处于不断地流动中,处于无休止地运动和变化中”(《自然辩证法》)。组成每个物体的分子和原子都处于永远不停地运动中。原子核外电子、核内的质子和中子也都进行着高速的运动。天体系统的地球也以 30km/s 的速度绕太阳运动。太阳的中心区温度高达 $20\,000\,000\text{K}$,不停地进行着核反应,释放大量能量。全世界每年生产的钢铁,约有产量的 $1/4$ 损失在腐蚀和生锈的变化过程中。每年从太阳辐射出来的大量热量(约 $1.1 \times 10^{31}\text{kJ} \cdot \text{cm}^{-2}$)维持植物的光合作用,保证我们必要的粮食,进而为人体的代谢作用提供一定的能量。由此可见,运动和变化不是物质的偶然状态,而是物质普遍的不可分割的属性。化学是研究物质化学变化(化学运动形式)的科学。物质是由分子、原子和离子组成。在化学反应中,物质分子先分解为原子或离子等,同时后者又化合为新物质。唯物辩证法认为,物质是无限可分的。化学就是研究由分子分割为原子这个层次的过程中所表现出来的矛盾运动的规律的。因此,可以说化学主要是在分子、原子或离子等层次上研究物质的组成、结构、性能、相互变化以及变化过程中能量关系的科学。在化学变化的过程中,物质组成确实发生质变,然而不能笼统地说物理变化过程中就不发生物质的质变,没有新物质产生。例如上个世纪核反应的发现。所以不能只用有没有物质组成的质变来区分物理变化和化学变化,而应该具体地分析质变的不同内容。化学变化中发生的是分子组成的变化,这种质变是由于分子中原子外层的电子运动状态的改变而引起的。在这里,原子核的组成并没有任何变化,并不引起一种元素的原子转变为另一元素的原子。

总之,化学变化可进一步认为是由于分子或原子、离子等核外的电子运动状态的改变,而引起物质组成质变的一类变化。化学是研究物质化学变化的科学。

二、化学已成为一门中心的、实用的科学

20 世纪是科学发展突飞猛进的一个时期。作为自然科学基础学科之一的化学,也经历了使人眼花缭乱的百年,基于化学过程的社会物质生产更是发生了飞跃性发展,从而深刻地影响了我们这个地球村的方方面面。今天高度的物质文明离不开化学,即使说“化学创造了美好生活”也不过分。作为 20 世纪的化学,它在推动人类进步和科技发展中发挥了核心科学的作用。

1. 带动了相关学科发展

(1) 化学带动其他科学向分子层次发展最为明显的是生物学。在 20 世纪 50~60 年代,生命科学各个领域出现了一系列在分子层次上研究问题的新科学,例如:分子生物学,分子遗传学,分子病理学,分子免疫学等等。这不是偶然的,从 20 世纪 20~30 年代起生物小分子的化学结构研究(在糖、血红素、叶绿素、维生素等方面)就多次获得诺贝尔化学奖,就是有机化学向生命科学逼近的第一步。其后

化学家在研究生物大分子结构上又有了突破,首先是在分离纯化方法上为进一步研究生物大分子结构做好准备:如蛋白质的结晶(Summer 等 1946 年诺贝尔化学奖)、层析法分离(Tiselius 1948 年诺贝尔化学奖, Martin 等 1952 年诺贝尔化学奖)。新的领域打开以后,生物化学作为化学的一个分支成为热点,吸引了许多研究者,包括化学家和物理学家。关心结构问题的化学家开始用研究小分子结构的理论和方法去研究生物大分子的结构,这一力量使生物大分子结构从 20 世纪 50 年代起出现一系列重大突破。与此同时,复杂的活性生物大分子合成也成为攻关对象。Woodward 因完成艰巨复杂的合成维生素 B_{12} 获得了 1965 年诺贝尔奖,是当时有机合成最高水平的标志;但它离生物大分子合成还有一定距离。蛋白质(包括酶)和核酸的研究成果不仅使生物化学迅速独立发展,而且由此诞生了结构生物学和分子生物学,引出后来的围绕基因的研究。可以说 20 世纪中期因化学和生物学一起攻克遗传信息分子结构—功能关系问题,才使生命科学研究轨迹进入了以基因组成、结构、功能为核心的新阶段。现在无论农业、畜牧业、医药学、优生学无不想在基因基础上重新考虑。与生物学一样,经典天文学与化学的互动在科学史中起了极其重要的作用。如氢的发现、太阳和星体光谱的分析,以至原子分子结构理论的建立和发展,既是化学的,也是天文学的重要里程碑。在化学和天文学的相互促进下,天文学进入分子水平,并且从研究天体扩展到星际空间,诞生了宇宙化学。

(2) 化学研究带动其他科学的过程研究。化学研究使人们逐渐掌握了物质变化的规律和各类化学变化反应的机理,也使人们能够在掌握化学反应的时空变化规律的基础上认识化学过程,揭示自然界物质变化的本质,这方面的研究是工业、农业、环境保护、能源等方面研究各种化学过程的基础,融合之后分化出许多研究各种化学过程的科学。例如,引用化学热力学、化学动力学的概念和方法与土壤学融合,研究土壤中物质转化和迁移规律,发展了土壤化学。同样,引用化学热力学、化学动力学概念和方法,研究水体中物质转化和迁移规律诞生了水化学。接着,水化学和土壤化学又进一步在解决水体、土壤中有物质的转化和迁移问题上发挥其重要作用,成为环境化学的基础。再如,石油之所以作为燃料发展成为化工原料,依赖化学的许多基础研究。从仅仅了解石油的组成和燃烧性质的石油化学到石油加工,以至石油化工的成熟和发达,几乎每一步都需要研究如何控制化学过程。由于几乎每一步都需要催化剂加速和控制反应过程,所以石油化工几乎与催化剂化学和表面化学同步进展。光化学烟雾形成和大气臭氧层被破坏从单纯现象的观察、宏观测量以及来源的寻找,发展到认识机理,跟踪、模拟和控制过程,如此等等,都是化学推动的结果。可以说,化学过程无处不在。今后还要用化学研究解决过程控制的问题。例如,所有材料(从天然材料如皮肤、骨、橡胶等到合成材料如塑料、合成纤维等)的老化和降解是极其普遍的自由基参与的氧化过程,需要用化

学研究过程的本质,设法阻止和推迟其过程。

(3) 化学带动了材料科学的发展。从利用天然材料到创造和利用合成材料是人类历史中的一大关键性进步,是化学发展的里程碑。从萌芽时期起,化学家就积累了不少制备与合成化学物质的经验,而后总结这些经验形成了化学合成理论和技术,发展成为合成化学。到 20 世纪 40 年代以后,以模仿生物材料(如橡胶、蚕丝等)为目标的高分子合成以及作为它的基础的聚合反应研究蓬勃发展,成为现代材料科学建立和发展的第一步。后来,功能材料成为热点,电子、航天、高速运输工具、快速通信等发展主要起端于像高纯单晶硅、光导纤维、耐极端条件的材料、各种能量转化材料和敏感材料等。在这些无机和有机功能研究中,化学是原始创新的龙头。只有掌握结构—性质—功能的关系以及合成和组装的化学过程,才能设计合成新的功能材料。半导体、液晶、分子筛等就是突出的例子。目前的智能材料、仿生器件、能够工作的芯片,以及微流体技术,都需要化学弄清工作原理以及功能和结构的关系。化学创立了研究物质结构和形态的理论、方法和实验手段,认识了物质的结构与性能之间的关系和规律,为设计具有各种特殊功能的化学品提供了有效的方法和手段。

(4) 化学实验方法推动其他学科在分子层次上观察和测定物质的变化过程。化学不断研究和建立各种分析和检测方法,检测物质组成、形态、结构、理化性质的原理、方法和技术,推动了各个学科的发展。例如,20 世纪 40 年代因为光学分析技术的发达而发展起来的有机试剂的构—效关系研究,竟然成为 20 年后推出能够动态监测活细胞内游离钙离子浓度变化试剂的基础,而且因此造就了围绕钙离子的细胞信号传导过程研究,开拓了以钙离子为主要角色的细胞乃至整体调控系统的新研究领域,这已成为生物学和医药学发展的强大推动力,推出了一系列以调控钙离子浓度为基础的药物。实际上,新测试原理和新测试技术往往是打开新领域的钥匙。例如,开始时环境检测不过是分析化学的应用,后来发展到基于热力学平衡的形态分布分析和理论估计。然后,又针对环境的开放系统不可能建立和维持平衡的特征,进一步研究建立了动态检测方法用于计算机估算和模拟形态变化的特征。

2. 为人类进步创造了物质基础

进入 20 世纪,人类开始遇到人口增长、资源匮乏、环境恶化等问题的威胁。化学以其理论和方法通过分析、合成和控制化学过程等手段,在解决这些问题时起到了核心和基础作用。

(1) 化学不但能够大量制造各种自然界已有的物质,而且能够根据人类需要创造出自然界本不存在的物质。最初还认为生物体内的生物物质是不可能人工制造,但是尿素的合成打破了不能人工合成生物物质的思想禁锢,在这以后合成化学获得了大发展。最为突出的成果是模拟天然高分子材料(如合成橡胶、合成纤维和

塑料)。它们不但为人类吃穿用提供了大量实用的材料,而且使化学家能够在认识聚合反应和聚合物结构与性质关系的基础上迈向蛋白质、核酸等大分子的合成,这也为后者研究的结构—功能关系打下基础。目前这些生物大分子的合成已经在一定程度上“自动化”,并与生物学中的 PCR 技术一起构成制造和创造生物大分子的核心技术。

从科学发展的角度来看,合成化学是化学学科的核心,是化学家改造世界,创造社会未来最有力的手段。新合成反应的创造一直是化学界的热点,多年来不少诺贝尔化学奖授予了合成化学家。最近 20 年 SCI 引用次数最多的 50 名化学家中约有 1/3 是从事合成化学的。200 年来化学家不仅发现并合成了众多天然存在的化合物,同时也人工创造了大量非天然的化合物,使得人类社会所有的化合物种类已达 1900 万种之多,其中不少已发展成为人们生产、生活所必不可少的化学品。其合成速度从 20 世纪 90 年代前,每年 60 多万个到今天已几个月就有 100 万个。随着 21 世纪的到来和高科技的迅猛发展,越来越要求合成化学家能够更多地提供新型结构和新型功能的化合物,并在此基础上设计和组装各种功能的分子聚集体。

(2) 化学能够提供组成分析和结构分析手段,使人们能够在分子层次上认识天然的和合成的物质与材料的组成和结构,掌握和解释结构—性质—功能的关系,并且能够预测某种结构的分子是否可以存在?在什么条件下存在?有了这些基础,化学就能针对需要“裁剪”和“设计”分子。

(3) 化学掌握了决定化学过程的热力学、动力学理论,并用于解决生产和生活问题,而且能从理论上指导新物质(如催化剂)和反应新条件(如高压、高温、超临界状态)的设计和创造,从而能够达到大自然所不能达到的目标。

三、未来化学与人类健康

展望 21 世纪,化学已走出纯化学,进入大科学,与此同时大科学也正召唤着化学。从生命科学、材料科学、环境科学、能源科学乃至当今的信息科学都向化学提出了挑战,要求化学有新的发展,而且,实现人类健康长寿的愿望更与未来化学的发展有着密切联系。

1. 未来化学仍是解决食物短缺问题的主要学科

食物问题是涉及人类生存和生存质量的重大问题。以我国人口来说,预期在本世纪上半叶将达到 16 亿。今后任务的严重性在于:既要增加粮食产量保证人类生存,又要保证质量以保证人类安全,还要保护草原,改善农牧业生态环境,以保证农牧业可持续发展,生物学将在提供优良物种、提供转基因生物等方面做出贡献。但是这一切必须得到化学的支撑。化学将在设计、合成功能分子和结构材料以及从分子层次阐明和控制生物过程(如光合作用、动植物生长)的机理等方面,为研究开发高效安全肥料、饲料和饲料添加剂、农药、农用材料(如生物可降解的农用薄

膜)、环境友好的生物肥料、生物农药等打下基础。

再进一步看,未来的食品将不只满足人类生存的需要,还要在提高人类生存质量、提高健康水平和身体素质方面起作用。因此,食品将从仅仅维持生命到加强营养,进一步则要求能发挥预防疾病的作用。食品保健已是大势所趋,我们不能因目前保健食品的泛滥无度和虚夸不实而忽视这一趋势。除确定动植物食品的营养价值外,用化学方法研究有预防性药理作用的成分,包括无营养价值但有活性的成分,显然是重要的。利用化学和生物的方法增加动植物食品的防病有效成分,提供安全、有疾病预防作用的食物和食物添加剂(特别是抗氧化剂),改进食品储存加工方法,以减少不安全因素,保持有益成分等,这些都是化学研究的重要内容。

2. 化学将进一步提高人类的生活质量

首先从我们的衣、食、住、行来看,色泽鲜艳的衣料需要经过化学处理和印染,丰富多彩的合成纤维更是化学的一大贡献。要装满粮袋子,丰富菜篮子,关键之一是发展化肥和农药的生产。加工制造香味俱佳的食品,离不开各种食品添加剂,如甜味剂、防腐剂、香料、调味剂和色素等等,它们大多是用化学合成方法或用化学分离方法从天然产物中提取出来的。现代建筑所用的水泥、石灰、油漆、玻璃和塑料等材料都是化工产品。现用以代步的各种现代交通工具,不仅需要汽油、柴油作动力,还需要各种汽油添加剂、防冻剂以及机械部分的润滑剂,这些无一不是石油化工产品。此外,人们需要的药品、洗涤剂、美容品和化妆品等日常生活中必不可少的日用品也都是化学产品。可见我们的衣、食、住、行无不与化学有关,人人都需要用化学制品,可以说我们生活在化学世界里。

再从社会发展来看,化学对于实现农业、工业、国防和科学技术现代化具有重要作用。农业要大幅度增产,农、林、牧、副、渔业要全面发展,在很大程度上依赖于化学科学的成就。化肥、农药、植物生长激素和除草剂等化学产品,不仅可以提高产量,而且也改进了耕作方法。高效、低污染新农药的研制,长效、复合化肥的生产,农、副产品的综合利用和合理贮运,也都是需要应用化学知识。在工业现代化和国防现代化方面,急需研制各种性能优异的金属材料、非金属材料和高分子材料。在煤、石油和天然气的开发、冶炼和综合利用中包含着极为丰富的化学知识,并已形成煤化学、石油化学等专门领域。导弹的生产,人造卫星的发射,需要很多种具有特殊性能的化学产品,如高能燃料、高能电池、高敏胶片及耐高温、耐辐射的材料等。

随着科学技术和生产水平的提高以及新的实验手段和电子计算机的广泛应用,不仅化学科学本身有了突飞猛进的发展,而且由于化学与其他科学的相互渗透,相互交叉,也大大促进了其他基础科学和应用科学的发展和交叉学科的形成。目前国际上最关心的几个重大问题,例如环境的保护、能源的开发利用、功能材料的研制、生命过程奥秘的探索等,都与化学密切相关。随着工业生产的发展,工业

废气、废水和废渣越来越多,处理不当就会污染环境。全球气候变暖、臭氧层破坏和酸雨这三大环境问题,正在威胁着人类的生存和发展,因此,三废的治理和利用,寻找净化环境的方法和对污染情况的监测是化学研究领域之一。利用太阳能和氢能源的研究,开发具有电、磁、光和催化等各种性能的新材料,如高温超导体、非线性光学材料和功能性高分子合成材料等均与化学研究有关。生命过程中充满着各种生物化学反应,当今化学家和生物学家正在通力合作,探索生命现象的奥秘,从原子、分子水平上对生命过程做出化学的说明则是化学家的优势。

3. 化学的发展为人类的健康提供了保证

在满足生存需要之后,不断提高生存质量和生存安全是人类进步的标志。生存质量高低和安全程度要看生活水平和健康水平,由饮食、环境和精神等关键因素的合理程度决定。这些都取决于人与自然环境相互作用中外来物质和能量是否满足人体需要,同时维持最佳状态。外来物质和能量(包括饮水、食物、空气、电磁波、放射性、热等)有的是有利于生存质量的提高,有的反而对健康形成威胁,有其许多两面性。优化物质利用,避害趋利是保证生存质量和安全的基础。生存质量不仅仅以个人满足感为依据,更应该考虑人以外的整个环境的改善。例如过多的汽车、空调、吸烟、不当的生产、生活方式等等都与人类生存质量有关。化学研究可以从三个方面对保证生存质量的提高做出贡献:

(1) 通过研究各种物质和能量的生物效应(正面的和负面的)的化学基础,特别是搞清楚两面性的本质,找出最佳利用条件。

(2) 研究开发对环境无害的化学品和生活用品,研究对环境无害的生产方式,这两方面是绿色化学的两个主要内容。

(3) 研究大环境和小环境(如室内环境)中不利因素的产生、转化和人体的相互作用,提出优化环境建立洁净生活空间的途径。

健康是重要的生存质量的标志。维持健康状态靠预防和治疗两方面,但应以预防为主。预防疾病将是 21 世纪医学发展的中心任务。首先是肿瘤、心血管病和糖尿病等一系列疾病,将可以在相当程度上给予预防。化学可以从分子水平上了解病理过程,提出了预警生物标志物的检测方法,建议预防途径,进一步合成理想的新药。

思考题

1. 为什么说化学对人类健康做出了重大贡献?
2. 试举例说明化学在社会生活中的作用。
3. 何谓健康?实施健康教育的时代意义何在?
4. 怎样正确对待亚健康状态?

第二章 物质结构基础

丰富多彩的物质世界包罗万象、千差万别,但其内部组成是统一的。研究表明,一切物质都是由元素组成的,或者说它们都是由分子、原子或离子这些基本粒子组成的。物质无论怎样变化,都与其组成、结构、性质有关,而物质的性质则决定于它的组成和结构。所以,我们要认识宏观世界物质的性质,必须对微观世界的物质结构知识有个大致地了解。

第一节 元 素

人们仰望天空,看见那灿烂的太阳、秀丽的月亮、闪烁的星星、奇妙的彗星,它们都是由什么组成的?从宇宙空间落到地球上的陨石,人类居住的地球以及地球上的生命,又是由什么组成的?答案是宇宙万物中,包括地球和地球上人类社会构建的现代物质文明都具有相同的组成,这就是元素。从客观上讲任何物质都是由元素组成的,人类生活在由化学元素构建的五彩缤纷的物质世界中。

一、元素

化学中元素的概念经过两次重大发展,从古代元素概念到近代的化学元素概念,再到现代化学的包括同位素的元素概念,这些进展是化学这门重要基础科学进步的标志。

19世纪原子分子论建立后,人们认识到一切物质都是由原子通过不同的方式结合而构成的。在氧气、氧化镁、二氧化硫、碳酸钙等性质各不相同的分子中都含有相同的氧原子,于是元素的概念被定义为“同种的原子叫元素”。元素是在原子水平上表示物质组成的化学分类名称。

原子核组成的奥秘被揭开以后,人们通过科学实验发现:同种元素的原子核里所含的质子数目是一样的,但中子数却可以不同。如自然界中氧元素的原子有99.759%是由8个质子和8个中子组成的(${}^{16}_8\text{O}$),有0.037%是由8个质子和9个中子组成的(${}^{17}_8\text{O}$),0.204%是由8个质子和10个中子组成的(${}^{18}_8\text{O}$)。因为中子数不同,所以同一元素可以有原子质量不同的几种原子,但决定元素化学性质的主要因素不是原子质量而是核外电子数,核外电子数又决定于核内的质子数即核电荷数,所以质子数相同的一类原子,其化学性质基本上是相同的。

根据现代化学观念,元素是原子核里质子数(即核电荷数)相同的一类原子的