

临床元素化学

Clinical Chemistry of Elements

祁嘉义 主编

化学工业出版社

临床元素化学

Clinical Chemistry of Elements

祁嘉义 主编

化学工业出版社

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

临床元素化学/祁嘉义主编. —北京: 化学工业出版社, 2000.3

ISBN 7-5025-2768-0

I. 临… II. 祁… III. 人体-微量元素-病理生物化学 IV. R362

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第11758号

临床元素化学

Clinical Chemistry of Elements

祁嘉义 主编

责任编辑: 徐 蔓

责任校对: 凌亚男

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

http: //www. cip. com. cn

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850×1168毫米 1/32 印张 8 字数 201千字

2000年4月第1版 2000年4月北京第1次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-2768-0/R·63

定 价: 20.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

研究微量元素对生命活动的调节、控制作用是现代生化、生理学、病理学的重要课题。本书不仅选材丰富、临床上有典型性，而且注意反映该领域科研上的新成果，值得研读！

欧阳平凯

一九九九年十二月于南京

欧阳平凯

南京化工大学校长、教授、博士生导师、江苏省生物技术协会理事长、国家生化工程技术研究中心管委会主任

前 言

这是一本供医学院校本科生和研究生用的选修教材。

20世纪，科学研究迅猛发展的一个突出领域，就是化学元素与人体健康的关系。化学、生物学、环境科学、医学各学科的工作者云集于此，宏观普查、微观研究齐头并进，探索生命奥密，寻找疾病与元素的相关性，并将科研成果应用于疾病的诊断、预防和治疗，有力地推动了临床医学的发展，从而创立了临床元素化学。它的创立和发展基于三方面原因：首先，现代化学分析技术的提高和完善，使体内含量低至 10^{-10}g 以下的微量元素的发现和测定成为可能；其次，环境污染的日益突出，使人们愈来愈重视有害元素对人体的毒性机制；最后，配位化学理论体系和研究方法的创立，为研究体内金属离子行为提供了必要的理论依据和方法。

在自然界存在的92种化学元素中已有81种在人体中被检出。体内元素——不论是常量还是微量——都处于内稳态（不是化学上的平衡态），即健康状态。体内有令人惊异的调节和控制系统维持这种内稳态。如果环境和饮食中的致病因子长时间、高浓度地作用于人体，使调控系统失控，便会生病。我们以医化学的观点，从元素出发，探索疾病机理，介绍疾病的诊断、预防、治疗。这就是《临床元素化学》的目的和任务。

开设本课程的宗旨是：一、反映学科的进展和最新成果。目前，医学院校开设的《基础化学》、《有机化学》、《生物化学》，由于体制和学时的限制，不可能全面反映这一领域的最新成果。二是希望拓宽学生知识面，通过对具体疾病的分析、综合及最新科研成果和成果的介绍，提高学生素质，使他们对生命科学的问题有正确的认识，成为高水平医学人才打下坚实的基础。宗旨之三是，使学生对现阶段有关营养、健康、环境等问题提高认识，并以此来提高他们学习医学化

学的积极性。

本书分为上下两篇，上篇为总论，有生命元素、配位化学基础、元素与健康、元素与药物、元素分析与诊断五章。下篇为各论，有龋齿和抗龋元素——氟、智力元素碘；2000年消除IDD、网上求医；铈与“鬼剃头”、铝与Alzheimer病、骨质疏松与微量元素、四大营养问题之一——缺铁性贫血、过量铅——危害儿童健康的头号环境祸首、“痛痛病”和镉中毒、水俣病和甲基汞、锌的生理功能和小儿缺锌症、硒的双向作用；营养和毒性、癌症与微量元素、氧气、活性氧自由基和生命、生物领域的“明星分子”——无机气体小分子；NO等十四章。下篇各章相对独立，可根据系科和学时情况选讲。

本教材的特点是：一、选材注意典型性，所选例子皆为人们关心的问题：有2000年消除碘缺乏问题；有关老年人生活质量的骨质疏松问题、老年痴呆问题；有环境与人体健康问题；有与儿童健康成长密切相关的铅中毒、缺锌症问题；还有社会的热点如癌症、氧吧、伟哥等问题。有很强的可读性。二、不仅讨论微量元素也讨论常量元素，不只讨论单一元素，而是讨论元素群，考虑多元素的拮抗与协同作用；三、注意把握时代脉搏，反映学术上的新理论、科研上的新成果。

由于编者水平有限，错误及不妥之处，在所难免，敬请专家及读者批评指正。

祁嘉义

1999年10月

内 容 提 要

本书为一部供医科院校本科生和研究生使用的选修课教材。全书分上、下两篇。上篇总论，为一至五章，介绍临床元素化学的基础及元素在人体中的基本生理功能、存在形态及临床诊断等。下篇各论，六至十九章分别介绍氟、碘、铁、锌、硒、钙、氧、铝、铅、镉、汞、铊等元素及一氧化氮对人体的作用及影响。

本书内容科学，论述清楚，选材典型。以医化学的观点，从元素出发，讨论了常见、多发的疾病如碘缺乏，龋齿，贫血，缺锌症，老年性痴呆，骨质疏松，癌症及一些环境有害元素引起的疾病如痛痛病，水俣症和过量的氟、铅、汞、铊等元素造成的中毒等，探索其机理，介绍它们的诊断、治疗和预防等。

本书可供医科院校在校生及教师阅读使用，也可供从事医疗、卫生、临床检验工作及科研人员参考。

目 录

上篇 总 论

第一章 生命元素	1
第一节 生命元素的分类	1
一、常量元素和微量元素	2
二、必需元素、非必需元素、有害元素	2
第二节 生命元素与元素周期表	4
第三节 微量元素的“必需”性	7
第四节 微量元素的生理生化功能	8
一、金属酶和金属激活酶	8
二、激素	9
三、核酸	9
四、生物膜	9
五、免疫	10
六、其他	11
第五节 微量元素的来源、吸收和排泄	11
第六节 微量元素的协同和拮抗作用	12
习题	13
参考文献	13
第二章 配位化学基础	15
第一节 配位化合物的基本概念	15
第二节 生物配体	17
一、氨基酸	17
二、肽	18
三、卟啉	19
四、核苷酸	20
五、蛋白质	20

六、核酸	23
七、离子载体	23
八、多糖	25
第三节 金属硫蛋白	25
一、金属硫蛋白的基本概念	25
二、金属硫蛋白的生物学特性和功能	26
(一) 金属硫蛋白的生物合成诱导	26
(二) 对重金属的解毒作用	27
(三) 对金属的运输作用	27
习题	28
参考文献	28
第三章 元素与健康	29
第一节 元素与营养	29
第二节 微量元素缺乏症和中毒症	30
一、铜缺乏症与铜过多症	30
二、铬缺乏与铬过多	32
三、钴缺乏症与钴过多症	33
四、锰缺乏与锰中毒	34
五、镁缺乏症	34
第三节 有害元素	35
一、有害元素对人体的毒性	35
二、有害元素的毒性机制	36
三、化学形态与毒性	36
四、元素形态的转化——甲基化	37
习题	39
参考文献	39
第四章 元素与药物	41
第一节 微量元素制剂及组方原则	42
第二节 常用微量元素制剂	43
一、铁	43
二、锌	44
三、硒	44
四、碘	45

五、碳酸锂	45
六、锗	45
七、施尔康	46
八、安尔康	46
九、金维他	46
十、多维金	46
十一、善存	46
十二、健老泰	47
十三、微维乐	47
十四、盖福润	47
十五、老维生	47
十六、安达美注射液	47
第三节 抗癌药物	47
一、某些元素的抗癌作用	47
二、铂的配合物	48
三、金属茂类抗癌药物	49
四、放射性治疗元素	50
第四节 抗病毒元素药物	51
第五节 金属中毒的解毒药物	51
一、2,3-二巯基丙醇	52
二、二巯丁二钠	52
三、青霉胺	53
四、依他酸钙钠	53
五、喷替酸钙钠	54
习题	54
参考文献	54
第五章 元素分析与诊断	55
第一节 临床元素检测概述	55
一、临床元素检测的意义	55
二、医学决定水平	56
三、临床元素检测特点	58
第二节 生物样品元素检测方法的研制要求	59
一、选定方法	59

二、取样原则	59
三、样品处理原则	59
四、检测方法的程序确定与方法评价指标	60
五、方法验证	60
六、应用试验	60
第三节 人体样品的采集和保存	60
一、血样	61
二、尿样	62
三、发样	63
四、粪便	64
五、唾液	65
六、指甲	65
七、脏器样品	65
八、其他样品	66
第四节 临床微量元素检测样品的预处理	66
一、干燥	67
二、溶解	68
三、稀释	68
四、干灰化法	68
五、湿消化法	70
六、燃烧法	74
七、水解法	75
第五节 临床元素的测定方法	76
一、原子吸收光谱法	76
二、可见-紫外分光光度法	79
三、电感耦合等离子体发射光谱法	82
四、中子活化分析法	85
五、荧光分析法	86
六、伏安分析法	87
七、离子选择性电极法	88
习题	89
参考文献	89

下篇 各 论

第六章 龋病和抗龋元素——氟	91
第一节 龋病的分类和临床表现	91
一、浅龋	91
(一) 牙釉质龋	91
(二) 根部龋	91
二、中龋	92
三、深龋	92
第二节 龋病的危害	92
第三节 龋病病因的现代理论	93
一、三联因素论	93
(一) 致龋细菌	93
(二) 适宜的底物	93
(三) 牙齿	94
二、生物电化学理论	94
第四节 龋病与氟	94
一、氟的化学	94
二、氟的生物无机化学	95
三、氟在体内的分布	96
四、氟与龋病	97
(一) 氟对致龋细菌的影响	98
(二) 氟对牙釉质性质和结构的影响	98
第五节 龋病与其他微量元素	99
一、铜	99
二、锶	99
三、锂	100
四、钛	100
五、镁	100
六、锰	100
七、其他	100
第六节 龋病的防治	101
一、控制牙菌斑	101

二、限制食糖与使用糖代用品·····	102
三、增强牙齿的防龋力·····	102
(一) 用氟化物防龋·····	102
(二) 点隙裂沟封闭·····	102
(三) 磷酸盐防龋·····	102
(四) 激光防龋·····	102
第七节 地方性氟中毒症·····	102
习题·····	103
参考文献·····	103
第七章 智力元素碘：2000 年消除 IDD ·····	104
第一节 碘的元素化学·····	104
第二节 碘与甲状腺素·····	105
第三节 碘缺乏症·····	106
一、现状·····	106
二、甲状腺肿和克汀病·····	107
三、IDD 不可忽视·····	108
四、碘——智力元素·····	109
第四节 防治 IDD 取得的成果和存在的问题·····	109
第五节 防治 IDD 的当务之急·····	111
一、强化健康教育，普及有关消除 IDD 的知识·····	111
二、坚决打击私盐、非碘盐销售的违法行为·····	111
三、保证碘盐质量，宣传碘盐用法·····	112
四、加强碘油投放的管理·····	112
五、多食含碘丰富的食物·····	113
习题·····	113
参考文献·····	113
第八章 四大营养问题之一：缺铁性贫血 ·····	114
第一节 铁的一般性质·····	114
一、铁的发现·····	114
二、存在·····	114
三、物理化学性质·····	115
第二节 铁对人体的生物效应·····	115
一、人体铁代谢·····	115

二、铁的运送和贮存蛋白·····	117
第三节 缺铁性贫血·····	118
一、流行病学·····	118
二、发病机制·····	118
(一) 营养因素·····	118
(二) 妊娠和哺乳·····	119
(三) 慢性失血·····	119
(四) 铁的吸收障碍·····	120
三、临床表现·····	120
四、危害·····	120
五、诊断·····	121
六、防治要点·····	121
习题·····	122
参考文献·····	122
第九章 锌的生理功能和小儿缺锌症 ·····	123
第一节 锌的元素化学·····	123
第二节 锌的代谢、分布及生理功能·····	124
一、锌的吸收和分布·····	124
二、锌的生理功能·····	125
第三节 锌缺乏症·····	127
一、伊朗乡村病·····	127
二、常见病因·····	127
三、临床表现·····	128
四、诊断依据·····	130
五、防治要点·····	130
习题·····	131
参考文献·····	131
第十章 硒的双向作用：营养和毒性 ·····	132
第一节 硒的元素化学·····	132
第二节 硒的代谢及在体内的分布·····	133
第三节 硒的生物活性形式：含硒酶和含硒蛋白·····	134
一、谷胱甘肽过氧化物酶·····	134
二、谷胱甘肽磷脂氢过氧化物酶·····	135

三、硒蛋白-P	135
四、I型碘甲腺原氨酸5'-脱碘酶	135
第四节 硒与健康	135
一、硒缺乏症	136
(一) 心血管疾病	136
(二) 大骨节病	138
(三) 白内障	139
二、硒中毒	140
习题	140
参考文献	141
第十一章 氧、活性氧自由基和生命	142
第一节 氧的化学	142
一、概述	142
二、氧的发现	142
三、氧气和生命	143
第二节 活性氧自由基	144
一、自由基	144
二、氧分子和活性氧自由基	145
三、氧自由基的相互关系	147
四、氧自由基的生理功能	147
第三节 自由基和衰老	148
一、衰老的自由基学说	148
二、脂质过氧化和老年斑	149
第四节 抗氧化剂和活性氧自由基的清除	151
一、抗氧化剂的分类和要求	151
二、抗氧化剂简介	152
(一) 谷胱甘肽过氧化物酶	152
(二) 超氧化物歧化酶	152
(三) 过氧化氢酶	153
(四) 维生素E	154
(五) 维生素C	154
第五节 纯氧的毒性：氧吧少进为好	155
一、纯氧对人有毒	155

二、氧气治疗·····	156
三、进氧吧要三思而行·····	156
习题·····	156
参考文献·····	156
第十二章 铝与阿尔茨海默氏病 ·····	158
第一节 铝的元素化学 ·····	158
一、存在·····	158
二、铝的化学·····	158
第二节 生物体内的铝 ·····	159
一、铝的吸收和排泄·····	159
二、体内铝的存在形式·····	159
第三节 Alzheimer病与铝 ·····	160
一、老年性痴呆与 Alzheimer病·····	160
二、AD的铝中毒假说·····	161
三、铝的毒性及其机制·····	162
第四节 AD的诊断和治疗 ·····	164
一、诊断·····	164
二、防治要点·····	164
习题·····	165
参考文献·····	165
第十三章 骨质疏松与微量元素 ·····	166
第一节 什么是骨质疏松 ·····	166
第二节 骨质疏松是今日世界的一大问题 ·····	167
第三节 骨质疏松症的发病机理 ·····	168
第四节 骨质疏松与元素群 ·····	169
一、影响骨代谢的常量元素·····	169
(一)钙·····	169
(二)磷·····	170
(三)镁·····	171
(四)钠·····	172
二、影响骨代谢的微量元素·····	172
(一)氟·····	172
(二)硼·····	172

(三) 硅	173
(四) 锰	173
(五) 锌	173
(六) 铜	174
(七) 镉	174
(八) 锗	174
(九) 钒、碘、铝	174
三、骨质疏松的危险因素	174
(一) 高量的氟和镉	174
(二) 铅	175
(三) 镉	175
(四) 铝	175
第五节 骨质疏松的诊断	175
第六节 骨质疏松的预防和治疗	176
一、预防	176
二、治疗	177
习题	180
参考文献	180
第十四章 过量铅——危害儿童健康的头号环境祸首	182
第一节 铅的性质、存在和贡献	182
一、铅的性质、存在	182
二、铅对人类文明的贡献	183
三、铅可能是健康必需的	183
第二节 过量铅对健康的影响	183
一、典型病例	183
二、铅进入人体的途径	184
三、铅中毒的危害、机制及临床表现	184
四、过量铅对胎儿、婴儿、儿童的毒害	186
第三节 早期诊断铅中毒的灵敏指标	187
一、发铅	187
二、血铅	187
三、尿铅	187
四、血中 δ -氨基- γ -酮戊酸 (ALA-B)	188