

现代微量元素研究

冯宗禧 黄家琛 李增禧 主编

中国环境科学出版社

现代微量元素研究

冯宗榴 黄家琛 李增禧 主编

中国环境科学出版社

内 容 简 介

本书主要论述微量元素与人体健康的关系及微量元素的测试分析方法。包括26个专题共154篇论文。内容涉及到微量元素与鼻咽癌、肝癌、血液病、眼科、妇产科、呼吸系统、心血管系统、消化系统、儿童健康、中医中药、动植物、食品的关系及各种生物样品微量元素的测试分析方法。以微量元素同人体、生物的关系贯穿全书，体现各学科的相互渗透。内容丰富，研究深入，可供从事微量元素与健康研究的科技人员及有关高等院校师生阅读。

现 代 微 量 元 素 研 究

冯宗榴 黄家琛 李增清 主编

责任编辑 周永平 刘宽润

· 中国统计出版社 · 出版

北京崇文区东兴隆街69号

广西桂平县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1987年12月 第一版 开本：787×1092 1/16

1987年12月第一次印刷 印张：53.25

印数：0001—500 字数：1292,000

ISBN 7-80010-099-5/X0100

统一书号：13239.0155

定价：14.10元

21.60

《现代微量元素研究》编委会

主编:	冯宗榴	黄家琛	李增禧	
编委:	王宁生	王培训	尹志成	孔聘颜
	宁泽民	叶国源	汤润祺	刘宽润
	李贺诚	李燕玉	李桂英	许发
	余煜棉	吴定尧	张善澈	张端
	欧阳威英	冼汉隆	梁业成	黄绍铨
	符玉良	盛少禹	温春光	

(以姓氏笔划为序)

前 言

六十年代末期,各种化学元素特别是金属元素在生命现象中的作用愈来愈引起人们的关注和兴趣。但对许多问题的进一步探讨与解释都不是任何一门学科所能单独解决的。因此,随着现代科学技术的飞速发展和各门学科相互渗透相互影响的结果,出现了许多边缘学科。环境科学与生物无机化学的进一步相互交错、渗透和结合,导致了环境生物无机化学的产生和发展。环境生物无机化学在环境科学中的地位和作用是极为重要的。如果说,环境化学是环境科学的钥匙,那么环境生物无机化学则是这钥匙上的密码。

环境生物无机化学是研究生命与环境体系中化学元素的组成、分布、状态、结构、迁移、转化、代谢和变化规律的科学。研究环境中微量元素与生物(包括人体在内)的生存与健康的关系,研究微量元素在生物体中的存在形态与生理功能的关系,特别是对酶、蛋白质、核酸、生物膜的作用和影响及对遗传、发育、健康的影响。

生命和环境是环境科学研究的中心课题,而把生命和环境直接联系起来的是化学元素,生命与环境之间物流和能流的交换、传递等都是通过化学元素变化来体现的。因此,对化学元素与健康关系的研究,尤其是对微量元素与健康关系的研究,这不论在实践上还是在理论上都有深远的意义。

七十年代初,加拿大和美国化学家联合主办了首届的“生物无机化学讨论会”,1971年美国的Elsevier出版创刊了《*Bioinorganic Chemistry*》(生物无机化学)杂志,此刊是第一个生物无机化学的专门性学术刊物,每年四期。随后由世界各国45位无机化学与生物化学家联合执笔分8大部分34个专题编写的《*Inorganic Biochemistry*》(无机生物化学)两卷集已于1973年出版,这是本领域内目前最大的巨著。国际上闻名的《*J. Inorg Nucl Chem*》(无机与核化学杂志),于1973年开始新辟了Bio-Inorganic Section专栏,专门刊登生物无机化学方面的学术论文。1979年美国又出版了《*Biological Trace Element in Research*》(生物痕量元素研究),与此同时,一些专门研究微量元素的新兴边缘分支科学也应运而生。国际生物无机化学会已召开过多次会议。国际与地区性微量元素专业会议也经常举行,如第三届国际硒会议在我国举行。1983年在瑞典召开了“微量元素对健康的影响”的国际会议。美国密苏里大学“微量元素与人体健康”学术会议已开了17届。国际研究机构还出版了《微量元素研究》和《生物无机化学研究》等专业刊物。

我国微量元素与健康的研究差不多与世界在这方面的研究同步进行。在六十年代末开始,围绕着克山病和大骨节病等两大地方病因的研究,对微量元素在病因中所起的作用,逐渐受到人们的重视。在此影响下,七十年代初期,几大地方性肿瘤病因研究也少不了微量元素研究项目,如河南林县的食管癌、江苏启东县的肝癌、广东四会县的鼻咽癌,都属此类。这几大地方病病因的研究,都是多学科协同攻关,学科上的渗透和不同学术思想的沟通,为我国后来的微量元素与健康研究的蓬勃发展打下了基础。1982年我国著名的微量元素研究专家孔祥瑞教授编著的《必需微量元素的营养、生理及临床意义》一书出版,成为我国这方面的主要

科技著作之一。此后,我国微量元素研究科技工作者所撰写的论文,大多数都把孔氏的这部专著作为参考文献引用,作为立论的主要依据,所以孔氏的专著成为我国开拓微量元素研究新领域的重要论著。1983年在苏州由上海市计量测试学会和上海市测试中心联合举办的“全国微量元素临床研究和测试分析学术讨论会”,倡议成立全国性的研究微量元素的机构。1984年,“中国微量元素与健康研究会”在南京正式成立,把我国微量元素与健康的研究推向了一个新阶段。“全国微量元素与健康学术讨论会”每年一届,共开了三届。创办了我国第一家《微量元素》杂志。在此影响下,我国地方性的微量元素与健康研究会,相继在贵州、广州、浙江、上海、天津、哈尔滨、吉林、河南、湖南、江西、洛阳、武汉等地成立。与此同时,贵阳、上海、南京等市成立了微量元素研究所。武汉建立了“微量元素数据库”。专业性的及地方性的微量元素与健康学术会议曾多次举行。例如,“全国环境地球化学与健康学术讨论会”每三年举行一次。国内不少大学亦已大力开展微量元素与健康研究工作,并开设了《生物无机化学》和《生物微量元素》等课程及专业。可以预料,微量元素与健康研究这一门新兴的边缘学科,将是一门方兴未艾,颇有发展前途的新学科。

微量元素与健康研究在广东也是最活跃的一个研究领域。早在1974年,就开始了微量元素与鼻咽癌的研究,此项研究成果,参加了1981年在广州举行的“国际鼻咽癌学术讨论会”,引起了国内外学者的关注,美国学者来函要求协作。1985年,“广州地区微量元素与健康研究会”正式成立。在短短的两年里,先后在广州举行了“广州地区第一届微量元素与健康学术会议”和“中南六省(河南、湖北、湖南、江西、广东、广西)第一届微量元素与健康学术会议”,“全国第四届微量元素与健康学术讨论会”也将于1988年在广州举行。广东已有10所高等院校,11个研究所、35个医院、以及6个制药厂开展了微量元素与健康研究工作,形成了一支初具规模的研究队伍。我国历届的微量元素与健康学术会议,广东都有20多位代表参加。广东已开设了30多个“微量元素专科门诊部”,微量元素的应用研究有着广阔的前景。

为了与国内同行进一步搞好学术交流,广州地区微量元素与健康研究会组织了26位专家、学者把广东代表参加历届的微量元素与健康学术会议的论文收集整理成书出版,共收集的论文有154篇,约130万字。分“农医”与“测试”两大部分,共26个专题。“农医”部分16个专题,“测试”部分10个专题。“农医”部分大体是以同一生物或同一病种为同一专题,“测试”部分大体是以同一种样品的不同测试方法为同一专题,这样便于读者阅读和参考。

本书有以下几个特点:

一、选题新颖。如微量元素与鼻咽癌、血液病、眼科、妇产科、泌尿症等研究,部分是国家基金会资助的研究项目,都是国内较新的研究课题。尤其是“微量元素与眼科”的研究,其中“晶体微量元素测定”一文,美国马萨诸塞大学化学系Ramon M. Barnes教授和美国斯克兰顿大学化学系Joe A. Vinson博士来函要索取的论文。还有计算机多因素分类法研究微量元素谱与各种病因的关系,也是国内新近应用于生物微量元素谱的统计方法。

二、研究深入。如“微量元素与鼻咽癌”的研究已进入细胞水平的探讨;“微量元素与白内障”,“微量元素与白血病”,“微量元素与儿童生长发育”等研究,已深入到微量元素药物治疗的探讨;“微量元素与果树”的研究,施用了微量元素,已使番木瓜、番石榴提高抗病能力、改善品质,增加产量。微量元素的测定方法已深入到机理的研究。

三、内容丰富。全书154篇论文中,有各种癌症、眼科、妇产科、呼吸系统疾病、心血管系统疾病、消化系统疾病、泌尿症、儿童生长发育、各类样品的正常含量、中医中药、茶

叶、食物、动植物等与微量元素关系的研究。有人发、血液、人及动物组织、天然水、大气飘尘、中草药、食物、植物的各种测试分析方法的研究。还有生物微量元素数理统计方法的研究。体现了多学科相互渗透作用。

从方法学上来说，本书不仅为微量元素研究科技工作者提供立题、开题、实验设计、分析步骤，数据处理等方面的方法，也为微量元素研究科技工作者提供了大量有参考价值的数据，本书可堪称为微量元素研究科技工作者及高等院校师生之友。

本书154篇论文的基础在于大量的科学实验。我们借此机会，向广东省测试分析研究所表示衷心的感谢，十几年来，这个研究所利用其先进的测试技术及仪器设备向医学、农业、环境保护等各部门提供了数以万计的生物测试分析数据，才能写成本书中这样的科学论文。同时，我们也要感谢中国环境科学出版社、《环境》杂志社为本书的编审、印刷、出版、发行做了大量的严肃、认真、细致的工作，使本书以最新型的版面早日同读者见面。

广州地区微量元素与健康研究会

一九八七年十二月

目 录

前言	(1)
(一) 微量元素与鼻咽癌	(1)
1、地质环境与鼻咽癌	黎祺辉等 (1)
2、鼻咽癌高、低发区大米中九种微量元素含量与鼻咽癌的关系	张 桥等 (9)
3、鼻咽癌、鼻咽粘膜病变患者与健康人头发中微量元素含量的比较	黄家琛等 (14)
4、鼻咽癌高发区四会县与低发区五华县环境中微量元素含量的比较	黄家琛等 (20)
5、鼻咽癌患者与健康人血清中微量元素含量的测定	黄家琛等 (27)
6、微量元素镍在诱发大鼠鼻咽癌中的作用	匡宝祥等 (30)
7、微量元素在大鼠体内的分布	黄家琛等 (35)
8、计算机多因素分类法研究微量元素谱与鼻咽癌的关系	李增禧等 (39)
9、鼻咽癌病人及健康人头发中微量元素谱的分类研究	李增禧等 (42)
10、不同性别鼻咽癌病人与健康人头发中微量元素谱的分类研究	李增禧等 (45)
11、鼻咽癌病人与健康人血清中微量元素谱的分类研究	黄家琛等 (48)
12、鼻咽癌高发、中发、低发自然分区粮食中微量元素谱的分类研究	李增禧等 (51)
13、鼻咽癌不同死亡率分区粮食中微量元素谱的分类研究	李增禧等 (53)
14、硫酸镍的遗传毒理研究	朱松筠等 (56)
15、亚硒酸钠的遗传毒理研究	朱松筠等 (60)
16、硫酸镍的细胞遗传学效应	邓承宗等 (65)
17、硫酸镍和尼克酰胺在DNA修复中的作用	朱松筠等 (69)
18、硫酸镍对类淋巴瘤细胞株细胞生长和EB病毒抗原表达的影响	吴荫棠等 (74)
19、亚硒酸钠对EB病毒抗原表达的影响	罗慧玲等 (78)
20、电镀工人头发及粪便中微量元素含量	沈汉隆等 (83)
21、电镀工人的细胞遗传学效应	邓承宗等 (88)
22、广东省鼻咽癌高低发区环境中硒含量的测定	黄家琛等 (93)
(二) 微量元素与肝癌	(97)
23、地质环境与肝癌	许 发等 (97)
24、广东顺德肝癌病人及健康人头发中微量元素含量的测定	李增禧等 (103)
25、计算机多因素分类法研究微量元素谱与肝癌的关系	李增禧等 (108)
26、肝癌病人与健康人血清中微量元素谱的分类研究	李增禧等 (112)
27、肝癌组织中微量元素初步研究	郝兴仁等 (115)
28、广东顺德肝癌高发区的环境致癌因素研究	李增禧等 (120)
29、肝癌病鸭组织的化学元素含量分析	张敬伦等 (125)
(三) 微量元素与血液病	(132)

30、急性白血病与血清铬、镍关系的研究	温春光等 (132)
31、血液病人血清中微量元素测定	温春光等 (138)
32、计算机多因素分类法研究微量元素谱与白血病的关系	李增禧等 (141)
33、计算机多因素分类法在急性白血病微量元素谱上的应用	余煜棉等 (141)
34、锂盐在血液病中的治疗作用	温春光等 (149)
35、碳酸锂治疗白细胞减少22例的临床观察结果	温春光等 (155)
36、微量元素锌对血细胞及免疫功能的影响	温春光等 (158)
〈四〉微量元素与眼科	(161)
37、眼组织各部微量元素含量测定	冯宗榴等 (161)
38、晶体微量元素测定	冯宗榴等 (164)
39、计算机多因素分类法研究微量元素谱与白内障的关系	李增禧等 (168)
40、不同给锌途径对晶体锌含量的影响	李贺诚等 (171)
41、老年黄斑变性的微量元素代谢	吴乐正等 (174)
〈五〉微量元素与妇产科	(178)
42、正常孕产各期血清中微量元素水平变化及胎盘屏障作用	符玉良等 (178)
43、妊娠征血清中微量元素与常量元素水平分析	符玉良等 (183)
44、微量元素与妇产科	朱宝余等 (189)
45、中子活化分析癌症和炎症的宫颈组织中微量元素变化	符玉良等 (194)
46、正常孕产各期血清中微量元素含量的比较	梁业成等 (203)
〈六〉微量元素与呼吸系统疾病	(208)
47、支气管—肺部感染恢复期血清中锌、铜、铁含量的变化	梁永康等 (208)
48、支气管哮喘患者血清中微量元素测定	李锦梅等 (210)
〈七〉微量元素与心血管系统疾病	(213)
49、冠心病与肺心病患者血清中微量元素含量及临床意义	肖玉英等 (213)
50、心血管病血清中微量元素谱的模糊模式识别	孔聘颜等 (217)
〈八〉微量元素与消化系统疾病	(221)
51、慢性胃炎十二指肠溃疡患者微量元素测定及其临床意义	王俊雅等 (221)
52、慢性胃炎患者血清、尿液、胃液中铜、铁、锌的测定	王俊雅等 (224)
〈九〉微量元素与尿石症	(226)
53、东莞地区尿石症与微量元素关系的研究	莫刘基等 (226)
54、微量元素与尿石—510例分析	李宝炽等 (237)
〈十〉微量元素与儿童健康	(242)
55、广州市区1147名儿童锌缺乏状况初探	张小荏等 (242)
56、儿童锌缺乏症	张小荏 (246)
57、广州地区婴幼儿脏器组织中的铜、锌、镉、铬、镍、铅含量研究	马小玲 (250)
58、广州地区小儿血清中微量元素铜和锌检测结果	庄昭勤等 (253)
59、广州市8—4岁幼儿膳食中钙、磷、铁、锌、碘营养状况的研究	林长清等 (255)
60、微量元素锌与儿童生长发育	梁业成等 (259)
〈十一〉微量元素锌的临床应用	(265)

61、微量元素锌、铜的临床意义	李燕玉 (265)
62、微量元素锌与临床关系研究的新进展	李燕玉 (269)
63、强直性脊椎炎某些微量元素代谢障碍	李燕玉等 (273)
64、血锌、铜与类风湿性关节炎关系的探讨	李燕玉 (277)
65、关节病与微量元素锌—附337例锌测定报告	李燕玉等 (277)
66、口服硫酸锌糖浆治疗某些慢性病临床观察	李燕玉等 (280)
67、葡萄糖酸锌对多种慢性病的临床观察	李燕玉等 (282)
68、葡萄糖酸锌临床研究	欧阳威英等 (287)
69、葡萄糖酸锌的研究	欧阳威英 (293)
70、微量元素药物研究进展	范桂容 (295)
(十二) 微量元素正常值研究	(300)
71、广东成人头发中八种微量元素的本底值研究	关富辉等 (300)
72、广东省三个县正常人头发中微量元素的含量	陈守懿等 (306)
73、人发微量元素与寿命关系的探讨	朱高章等 (310)
74、广州市正常人血清中微量元素的含量	李增禧等 (315)
75、广州市正常儿童头发中微量元素的含量	李增禧等 (319)
76、广州市区1053名1—9岁健康儿童发锌正常值调查	张小荏等 (323)
77、东莞市正常儿童头发中微量元素的含量	姜福芬等 (327)
78、广东四会等八个县饮水中微量元素分析	黄家琛等 (331)
79、广东中山等十个县稻米中微量元素分析	黄家琛等 (335)
80、广州地区土壤中无机元素背景值的初步探讨	李增禧等 (339)
81、东莞地区土壤中无机元素背景值的初步探讨	梁业成等 (343)
82、番禺地区土壤中无机元素背景值的初步探讨	周少凡等 (348)
(十三) 微量元素与中医中药	(352)
83、试论中药中金属元素的作用机理	林日省 (352)
84、“阴虚”与“阳虚”小鼠几种组织的微量元素分析	张善滋等 (361)
85、六味地黄丸与附桂八味丸微量元素含量的分析比较	张善滋等 (368)
86、从妊娠及胚胎的锌代谢探讨中医“肾”的物质基础	张善滋等 (371)
87、德庆何首乌中无机元素的光谱测定及其药效分析	李增禧等 (374)
88、常用中药微量元素测定	冯宝榴等 (378)
89、一些中药中金属元素的分析	邓爱珠等 (382)
90、不同品种金银花中无机元素含量的初步研究	黄绍銓等 (383)
91、近九十种植物性中药中十二种金属元素的测定	余煜棉等 (388)
92、植物性中药中的微量元素研究概况	黄绍銓等 (391)
(十四) 微量元素与茶叶	(426)
93、英德红茶、绿茶及其茶汤中的微量元素测定	余煜棉等 (426)
94、英德茶叶中锰含量及其药用价值探讨	梁业成等 (431)
95、中国福寿茶的营养价值和药效作用	梁业成等 (436)
96、人工矿泉水及矿泉益寿茶中元素含量	盛少禹等 (440)

97、矿泉益寿茶的保健作用	梁端逢等 (442)
98、广东部分茶叶中成分的研究	黄绍銓等 (447)
〈十五〉微量元素与食物	(454)
99、几种面粉的微量元素分析	孙 雯 (454)
100、大米和面粉中微量氮的测定	黎兰馨等 (457)
101、广东省近江牡蛎 (<i>Ostrea rivularis</i> Gould) 金属含量 及其浓缩倍数	马小玲 (463)
102、微量元素与日常食物	郝兴仁等 (466)
103、海产品中微量元素含量的测定	李文禧等 (471)
〈十六〉微量元素与植物	(474)
104、番木瓜 (<i>Carica papaya</i> L) 含硼量与果实瘤状病关系的研究	吴定尧等 (474)
105、大番石榴 (<i>Psidium Guajava</i> L) 急性衰退的研究	吴定尧等 (482)
106、荔枝果实和叶片的矿质营养水平	吴定尧等 (494)
107、MG型复合微肥对蔬菜及小鼠体内元素的影响	李增禧等 (500)
108、人工矿泉水与动植物生长发育	梁端逢等 (505)
109、砷对水稻和几种蔬菜的影响	王广寿 (512)
110、微量元素与亚热带果树	吴定尧 (517)
111、橡胶树微量元素的初步研究	张振海等 (527)
〈十七〉人发中微量元素的测定方法	(536)
112、发射光谱溶液干法测定人发样品中的微量金属元素	李增禧等 (536)
113、用高频等离子体发射光谱法同时测定人发中八种微量元素	梁业成等 (544)
114、火焰原子吸收光谱法测定人发中十三种金属元素	余煜棉等 (552)
115、不同清洗方法对人发微量元素含量的影响	孔聘颖等 (559)
116、人发微量元素分析的现状	孔聘颖等 (567)
〈十八〉血液中微量元素的测定方法	(588)
117、用控制气氛溶液于透光谱法测定血清中的无机微量元素	黄绍銓等 (588)
118、十一一种基体改进剂在塞曼原子吸收光谱法测定全血中铅的 应用研究	陈嘉璐等 (596)
119、火焰发射光谱法测定人体血清中的锂	沈汉隆等 (604)
120、2, 8—二氨基荧光法测定人血中的硒	杨容甫等 (609)
〈十九〉人及动物组织中微量元素的测定方法	(612)
121、人体组织中微量元素的发射光谱测定法	李增禧等 (612)
122、用等离子体发射光谱法测定眼睛晶体中的微量元素锌、铜和镁	梁业成等 (621)
123、ICP光谱法测定肝癌组织中微量元素研究	郝兴仁等 (626)
124、ICP光谱法测定广东地区泌尿系结石28个元素	郝兴仁等 (633)
125、应用催化极谱法测定眼部各组织中的硒	戴素蕊等 (642)
126、生物样品中痕量硒的催化极谱测定	戴素蕊等 (645)
127、大鼠器官组织中微量元素的发射光谱测定法	李增禧等 (650)
〈二十〉大气飘尘中微量元素的测定方法	(657)

128、发射光谱法测定大气悬浮颗粒物中多种元素	庄家旺等 (657)
129、广州大气飘尘的PIXE分析初步研究	钟红海等 (667)
(二十一) 天然水中微量元素的测定方法	(672)
130、广州地区雨水中微量元素的INAA分析	钟红海等 (672)
131、雨水、飘尘、干沉降中 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 的离子色谱分析	项培英等 (675)
132、双检测器—离子色谱法测定矿泉水中 10^{-3} — 10^{-6} 量级的卤离子	常亚萍等 (681)
133、天然水的化学光谱分析	李增禧等 (686)
134、螯合树脂—发射光谱溶液干渣法测定天然水中的重金属元素	李增禧等 (694)
135、电感耦合等离子体发射光谱法同时测定矿泉水中21种元素	张同尧 (699)
(二十二) 中草药中微量元素的测定方法	(704)
136、用罩帽电极和控制气氛光谱法测定植物药中三十种无机微量元素	黄绍铨等 (704)
137、首乌等药材中微量元素的光谱测定	黄绍铨等 (711)
138、原子吸收光谱法测定植物性中药中多种金属元素	余煜棉等 (719)
139、植物性中药中铬的原子吸收光谱法测定	余煜棉等 (726)
140、植物性中药中铋的原子吸收光谱法测定	余煜棉等 (733)
(二十三) 食物中微量元素的测定方法	(740)
141、双检测器—离子色谱法测定鱼粉中的氯离子和溴离子	项培英等 (740)
142、冷原子吸收分光光度法测定食物中总汞含量	卢中热等 (745)
143、七种食品中砷的比色法测定	陈嘉瑞等 (749)
144、大米样品中微量元素的光谱测定	戚文玲等 (753)
145、食品中磷的比色法测定	陈嘉瑞等 (758)
(二十四) 植物中微量元素的测定方法	(760)
146、发射光谱法测定植物中多种元素	庄家旺等 (760)
147、发射光谱法测定番木瓜样品中的硼	李增禧等 (768)
148、果叶中主量元素与微量元素的中子活化分析	胡国辉等 (771)
(二十五) 微量元素分析机理研究	(773)
149、钙、铝离子对光谱粉末法分析结果的影响	李增禧等 (773)
150、钙、铝及酸根离子对光谱溶液干渣法分析结果的影响	李增禧等 (784)
151、发射光谱粉末法中的基体效应及其消除方法的研究	李增禧等 (797)
152、发射光谱溶液干渣法中的基体效应及其消除方法的研究	李增禧等 (810)
(二十六) 微量元素相关分析	(824)
153、标化死亡比及其可信限的计算与应用	黄小兰 (824)
154、逐步回归分析在病因研究中的应用	黄小兰 (829)

(一) 微量元素与鼻咽癌

1. 地质环境与鼻咽癌

黎祺綽 许 发

(广东省地质矿产局)

所谓地质环境,一般是指地球表面的岩石、土壤和水(地表水及地下水)所组成的、互相间有内在联系的系统,是属于地球生物圈的组成部分,对生物的生存和发展有很大制约作用,与人类关系尤其密切。众所周知,任何生物(包括人在内)都是由元素及其化合物组成的,同一环境中生物的化学组成特点大致协调。由于地壳中化学元素的分布是不均匀的,加上长期的地球化学活动又使元素发生迁移和运动,导致元素的组合和丰度发生变化—富集或贫化,形成了新的地球化学场,会使生物体的化学组成和含量也有所变化,从而对人的健康有所影响。如果联系到某些疾病在地域分布上的明显差别,如鼻咽癌在我国南方人群中较多^[4],那么在鼻咽癌发病率和死亡率都是全国最高的四会县,开展现场调查,研究地质环境中微量元素与鼻咽癌死亡率的关系,是有一定意义的。

调查区以四会县为中心,包括周围四个县的邻近地带,及作远距离对比的鼻咽癌低发区五华县。工作中采集各种样品共392个进行微量元素测试分析,其中岩石样74个、土壤样169个、井水样80个、河水样61个。化验分析获得的数据,用电脑进行数理统计分析处理。

一、地质地理与鼻咽癌死亡率分布

1、地质构造特征

调查区位于广东省中部偏西,属北江水系,其支流绥江贯穿全境。地理座标为东经 $112^{\circ}20' - 112^{\circ}55'$,北纬 $23^{\circ}05' - 23^{\circ}50'$ 。

大地构造上位于云开隆起东缘、吴川—四会大断裂北端,呈现从北东向构造体系为主体的地质构造轮廓^[1]。出露地层有震旦系和寒武系、泥盆系、三迭系、第三系及第四系;岩浆岩主要为燕山三期的四会岩体(图1)^[2]。

震旦系和寒武系为灰、灰黑色石英砂岩及灰白色绢云母片岩组成的浅变质岩系,主要分布本区西部,岩石坚硬不易风化,往往形成陡峭山岭。泥盆系地层多围绕四会岩体分布,为

由杂色砂砾岩、砂岩、页岩及灰岩组成之沉积岩，形成以东北向延伸之低山。西部及北部有少许三迭系地层不整合于震旦系浅变质岩之上，岩性为石英砂岩、炭质页岩夹透镜状煤层。第四系近代沉积层大片分布于南部龙江河与绥江交汇处，形成广阔的冲积平原，其上有第三系红色岩层呈孤岛状零星分布。

四会岩体主要为浅灰色中粒黑云母花岗岩，含锆石、磷灰石、磁铁矿、电气石等副矿物。岩石受强烈风化剥蚀，风化壳发育，残坡积层厚度较大，形成低缓的丘陵地貌，与西部浅变质岩崇山峻岭形成差别明显的地貌景观。同时呈叶脉状的龙江河分布其中，向南流入绥江，出现一个向南开放的龙江河谷盆地。

2、鼻咽癌死亡率的地理分布

根据四会县卫生局（1970—1979）十年鼻咽癌死亡回顾调查资料，县年平均死亡率为 $17.95/10$ 万，全县十二个区中有十一个高于省平均值，最高的龙江、地豆、下茆、江谷、清塘、罗源、迳口七个区在东部连成一片，形成一个范围较大的鼻咽癌高死亡率区⁽³⁾。

以乡死亡率为单元进行死亡率趋势分析，结果取五次趋势面，拟合度为 16.34% 时，趋势图上东部出现一个上天下小向西南弯曲的高趋势区（图1），内含龙江和大沙两个高趋势中心。此外西部边缘尚有一个未封闭的石狗高趋势中心。即为县内鼻咽癌相对高发区范围。

龙江高趋势中心。规模最大，包括了龙江和下茆两区及清塘、地豆、江谷、迳口等部份地段，面积达 200 平方公里。趋势面呈椭圆形，轴向近东北，与龙江盆地形态基本一致。中心趋势值最高 $18/10$ 万以上，向外逐渐降低，到盆地边缘的山区，趋势值降至接近零。

大沙高趋势中心，位于东南角，龙江河与绥江汇合处之冲积平原上，为龙江盆地南延部份，范围较小，仅包括大沙和清塘部份地区，中心趋势值在 $18/10$ 万以上。

石狗西部山区个别乡的死亡率很高，形成趋势值突然增高的趋势，因其地域大而人口少，代表性不足，故高趋势意义不大。

根据上述死亡率趋势分析结果，取龙江和大沙两高趋势中心为县内鼻咽癌相对高发区，其余除石狗外为相对低发区，进行地质环境的对比分析。同时以全县平均值又与低发区五华县作对比分析。

二、岩石中微量元素与鼻咽癌

各地区的岩石中微量元素含量取决于该区出露岩石的性质，不同岩石的物质成份大不相同，其微量元素含量也就差异很大。现按不同的鼻咽癌病区的岩石微量元素平均含量及高发区的显著性检验结果列于表1。

1、四会县内相对高、低发区对比

从表1可见，四会县内相对高低发区岩石微量元素平均含量差异较大，高发区Pb、Zn含量比低发区高，Cr、Ni含量比低发区低，还有Ba、Mn、Mo也偏低。

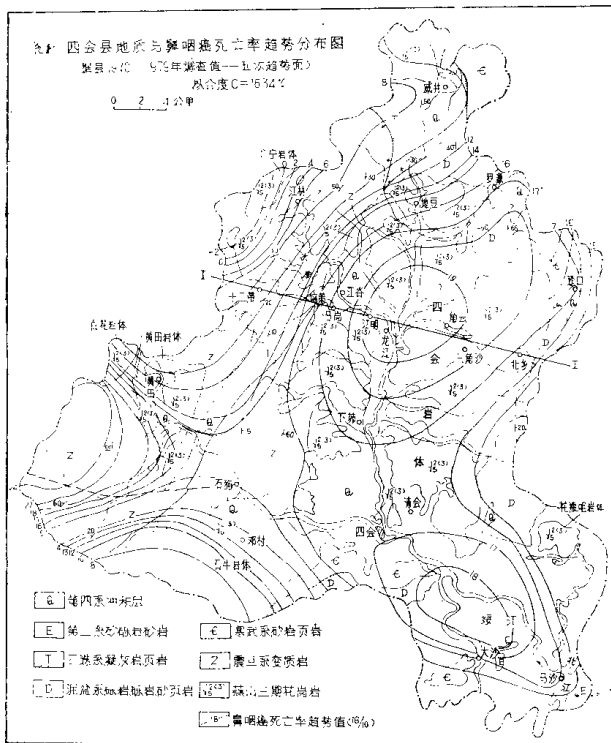
数理统计t检验结果，龙江中心的Ni和大沙中心的Mo比低发区低，含量差异具非常显著意义（ $P < 0.01$ ）；龙江中心的Zn偏高，含量差异具显著意义（ $P < 0.05$ ）。

多元逐步回归分析结果，当可信度 $P = 0.05$ 、临界值 $F = 1.5$ 、复相关系数 $R = 0.5$ 时，得出Ni、Cu、Pb与鼻咽癌死亡率呈正相关，Cr呈负相关。

2、鼻咽癌高发区四会县与低发区五华县对比

拟合度 $C=15.34\%$

0 2 4 公里



四会、五华两县岩石微量元素含量相差较大，四会除Pb偏低外，其余各元素含量均比五华高，其中Ni、Mo、Cr含量相差较悬殊。

数理统计t检验结果，两县岩石中Ni、Mo、Cu、Cr含量差异具非常显著意义($p < 0.001$)，就是说两地岩石中这几个元素的平均含量差别很大。

多元逐步回归分析结果，当可信度 $P = 0.05$ 、临界值 $F = 1$ 、复相关系数 $R = 0.43$ 时，得出Ni、Cu、Pb与鼻咽癌死亡率呈正相关，Cr呈负相关。

两县对比结果，鼻咽癌高发区四会县岩石中Cu、Ni含量偏高，与鼻咽癌死亡率又呈正相关的现象值得重视。

三、土壤中微量元素与鼻咽癌

四会县土壤类型以赤红壤、红壤为主，在河谷平原有水稻土，其物质成份各不相同，微量元素亦有差异。所以各地土壤中微量元素含量丰度是取决于该地的土壤类型。现按不同地区统计土壤微量元素平均含量及高低发区含量差异的显著性检验结果列于表2。

1、四会县内鼻咽癌相对高、低发区对比

从表2可见，四会县内相对高发区土壤中Ba含量均高于低发区，Fe、Sr、Ni、Mo、Cr却低于低发区，其他元素含量则相差不大。

数理统计t检验结果，高发区土壤Cu、Ni偏低，含量差异具显著意义($P < 0.05$)或非常显著意义。龙江中心的Fe、Pb和大沙中心的Ba、Mn、Cr与低发区相比，含量差异也很显著。

多元逐步回归分析结果，当可信度 $P = 0.05$ 、临界值 $F = 2.75$ 时，复相关系数 $R = 0.79$ ，得出鼻咽癌死亡率与微量元素Mn、Cr、Pb呈正相关，与Cu呈负相关。Cu的负相关与上述t检验结果是一致的。

2、鼻咽癌高发区四会县与低发区五华县对比

从表2反映出四会土壤中Ni、Cr含量较之五华为高，其余元素含量均低于五华。数理统计t检验结果：Pb、Mn、Cr含量差异具非常显著意义($P < 0.01$)，这就是说四会土壤中Cr高和Pb、Mn低是十分明显的。

多元逐步回归分析结果，当可信度 $P = 0.05$ 、临界值 $F = 2.5$ 时，复相关系数 $R = 0.81$ ，得出鼻咽癌死亡率与Mn、Cr、Pb呈正相关，与Fe呈负相关。

四、河水中微量元素与鼻咽癌

四会县及五华县河水中微量元素平均含量和数理统计结果列于表3。

1、四会县内相对高低发区对比

从表3中可见，四会县内相对高发区河水的Cu、Ni平均含量均高于低发区，t检验结果，大沙河水Ni的偏高，其含量差异具显著意义($P < 0.05$)。

多元逐步回归分析结果，当可信度 $P = 0.05$ 、临界值 $F = 1.75$ 时，复相关系数 $R = 0.61$ ，得出鼻咽癌死亡率与Ni、Ba、Mo呈正相关，Mn呈负相关。

2、高发区四会县与低发区五华县对比

表 1 统计数量含平均元素微石岩

元素	县内相对低发区 (n=35)	县内相对高发区				西会县平均含量				西会县平均含量				相关性			
		龙江中心(n=8)		大沙中心(n=9)		石沟中心(n=8)		五里坪平均含量(n=60)		五里坪平均含量(n=7)		五里坪平均含量(n=60)					
		平均值	t值	P值	t值	P值	平均值	t值	P值	平均值	t值	P值	t值		P值		
Ba	480.60	428.48	0.3116	>0.05	425.94	0.4964	>0.05	641.21	1.3818	>0.05	486.60	1.5107	>0.05	334.00	1.5107	>0.05	
Sr	82.69	171.86	0.0131	"	79.58	0.8286	"	100.82	0.6038	"	96.53	0	5.8801	<0.001	<0.001	<0.001	
Fe	3.17	2.34	1.4013	"	3.69	0.8970	"	4.02	1.0094	"	3.25	2.34	1.9686	>0.05	>0.05	>0.05	
Mn	369.68	274.56	1.4809	"	299.81	0.0959	"	380.12	0.3413	"	334.38	328.71	0.4339	"	0.4339	"	
Cr	105.41	46.62	0.4578	"	104.58	0.7784	"	81.52	0.6401	"	94.26	34.17	5.7823	<0.001	<0.001	<0.001	-
Ni	25.59	10.73	3.6147	<0.001	18.77	1.3084	"	16.68	1.7148	"	21.40	12.28	2.7402	<0.001	<0.001	<0.001	+
Mo	2.47	2.01	0.3868	>0.05	0.60	2.9273	<0.01	6.23	0.9541	"	2.65	0.51	3.1058	<0.01	<0.01	<0.01	+
Cu	59.15	43.81	0.8976	"	90.67	0.9991	>0.05	78.87	1.3071	"	64.46	35.35	3.8106	<0.001	<0.001	<0.001	+
Pb	34.57	34.68	0.3437	"	41.50	0.0690	"	44.37	2.7345	<0.01	36.93	40.42	0.3368	>0.05	>0.05	>0.05	+
Zn	52.88	58.18	2.5969	<0.05	65.81	0.0415	"	92.37	1.1802	>0.05	60.76	57.57	0.2884	>0.05	>0.05	>0.05	

2. 一样指数 (下同)

表 2 各区土壤微量元素平均含量显著差异性检验

元素	景内相对高要区										西会平塬五华平										P 值	相关性
	景内中心(n=35)					大沙中心(n=13)					石勒中心(n=10)					会集沟高平						
	平均值	t 值	P 值	平均值	t 值	P 值	平均值	t 值	P 值	平均值	t 值	P 值	平均值	t 值	P 值							
Ba	221.09	0.0084	>0.05	376.78	4.4128	<0.001	412.88	3.7621	<0.01	252.21	283.75	0.8901										
Sr	59.90	0.6906	>0.05	50.66	0.7083	>0.05	16.19	6.7741	<0.001	54.41	0	—										
Fe	4.87	2.4543	<0.05	3.74	1.4471	>0.05	3.14	2.1938	<0.05	3.19	3.43	0.9260										
Al	167.02	0.2664	>0.05	317.00	2.7034	<0.05	309.55	2.6201	<0.05	193.53	323.79	2.0847										
Cr	194.18	0.0958	>0.05	51.53	2.8942	<0.05	58.71	2.3980	<0.05	96.49	36.66	5.0677	<0.01									
Ni	25.36	15.54	2.8804	<0.001	14.83	2.9298	<0.05	13.68	3.1294	<0.01	16.19	14.58	0.5695									
Mo	3.71	1.42	1.7237	>0.05	1.07	1.9942	>0.05	1.22	1.8543	>0.05	1.53	1.70	0.4960									
Co	34.19	3.47	0.1205	<0.05	44.06	2.0283	<0.05	62.40	2.2052	<0.05	37.37	37.16	0.3383									
Cu	43.51	34.91	2.1477	>0.001	67.01	1.5078	>0.05	37.01	1.1907	>0.05	38.44	60.81	3.1346	<0.01								
Zn	59.32	57.96	0.2887	>0.05	83.80	2.9723	<0.05	58.70	0.1019	>0.05	62.28	62.66	0.7739									