

中子活化分析在生物医学和环境科学中的应用

谈明光 庄圭荪

(中国科学院上海原子核研究所 上海 201800)

摘要 本文概要介绍了上海原子核研究所近年来中子活化分析技术在生物医学和环境科学领域中开展的应用研究工作.

关键词 中子活化分析, 微量元素, 生物标准物质.

1 引言

中子活化分析具有灵敏度高、准确度好和多元分析等显著优点,在微量和痕量元素的分析研究中占有重要地位.使用仪器中子活化分析并结合放化中子活化分析方法,对一般的生物和环境样品可提供多达几十种元素含量的数据,是一种有效、准确的分析技术.多年来,上海原子核所的中子活化分析技术在生物医学和环境科学中的应用主要涉及微量元素与人体健康和环境对人的影响等领域,并进一步开展了微量元素的亚细胞分布、生物样品中微量元素的赋存状态、生物样品微量元素分析的质量控制、研制和发展生物标准物质等方面的工作.本文将概述我们已经取得的重要研究成果.

2 近年来的主要研究工作

2.1 人发与人体内脏器官组织中微量元素相关性研究^[1]

人发微量元素的分析及其应用在国内外国都受到普遍重视,但对人发分析数据的意义和解释,它们能否作为人体受环境影响程度的检验指标,或者作为某些疾病的诊断指标等尚缺乏足够的根据,其重要原因是对人发和人体内组织、特别是健康人体内各组织中各种微量元素的相关性缺乏全面了解和研究.本工作严格按照国际原子能机构制定的标准实验程序进行采样和处理;建立了分析生物样品中元素含量的放化中子分析组分离

分析方法,并结合仪器中子活化分析对我国正常人头发和体内各组织中的微量元素作了研究,得出了我国正常人各种器官组织中微量元素的参考值范围;发现肾 Se、肝 Se、肺 Se 与发 Se 间存在显著相关性,在发 Hg 与肾 Hg、发 As 与肾 As 间也存在相关性等;确立了人发中 Se、As 和 Hg 可以作为检验人体对这些元素的摄入量和积累量的指标,这对人发分析的进一步应用有重要价值.

2.2 颅脑肿瘤组织微量元素研究^[2]

癌症是当今严重威胁人类健康的一种危险疾病,在环境致癌因子中,除了辐射和病毒之外,化学毒物对肿瘤的成因和发展有重要作用,中枢神经系统对元素代谢紊乱表现较为敏感,但是某些毒性元素对脑肿瘤的病因的作用尚不清楚.我们利用中子活化分析对脑肿瘤中发病率较高的星型胶质瘤组织及病人血清与正常人脑组织作了 40 多种元素的对照分析,发现在肿瘤组织中毒性元素 Hg 和 As、稀土元素 La、Ce、Gd 和放射性元素 Th 有异常积累;Ca、Mn、Fe、Cu 等十余种元素均异常升高;而且一些元素的含量与肿瘤的恶性程度相关.这些结果对研究肿瘤的发生、发展以及防治有重要的意义.

2.3 人发中汞的赋存状态及其与环境影响关系研究^[3]

汞是污染环境的主要元素之一.不同形态的汞对人及生物的毒害程度有很大的差异.甲基汞的毒性是无机汞的 100 倍.因此汞的形态分析已引起人们的特别关注.我们用

中子活化分析法、氢化物原子荧光法及气体色谱法,对我国汞污染地区工人、妇女和儿童,以及非污染地区人群发样,进行了总汞和有机汞以及其它人体必需元素的分析,发现在汞矿地区工人发汞是非污染地区人群发汞的35倍.儿童和婴儿的发汞分别高出5和4倍,产妇人发沿发长分段分析表明在怀孕期间人发有机汞有显著的下降趋势,污染地区儿童人发有机汞水平高于成人,儿童发汞升高来源于除母体的传输外,还与当地空气、水、食物中汞的摄入有关,应引起有关部门的高度重视.

2.4 人体肝脏和脑肿瘤组织中亚细胞组份的微量元素分布^[4]

研究微量元素在细胞和亚细胞组份乃至生物大分子中的分布对生命科学中研究微量元素的生化功能有重要意义.我们用超离心生化分离技术结合中子活化分析测定了人体肝脏细胞中的细胞核、线粒体、溶酶体、微粒体和胞液中的二十多种微量元素,发现Zn、Mn、Se主要分布在细胞核和线粒体中、Fe则分布在微粒体中、而Cu主要集中在线粒体中,它们与有关酶的存在和分布密切相关.在对脑肿瘤组织细胞的细胞核、线粒体、髓磷脂和突触体的研究中发现:肿瘤细胞核中的Ca为正常细胞核的7倍;肿瘤细胞的细胞核和线粒体中Mn等多种微量元素含量升高,而在髓磷脂和突触体则呈降低.研究结果表明,肿瘤组织亚细胞组分的变化与肿瘤的发生和发展有密切的关系.

2.5 生物标准物质和生物样品标准分析方法研究^[5]

生物样品具有种类繁多、生物差异明显、基体组成复杂、元素赋存形态复杂、非均匀分布、元素含量低和样品不稳定等特点,所以生物样品分析结果的可靠性往往会遇到严重的挑战,数据的准确性和实验室之间的数据可比性常常较差.所以,加强对分析对象和分析方法的研究,研制并应用各种生物标准物质

和发展标准分析方法是提高生物微量元素研究水平的有力手段.

我们开展生物样品微量元素研究工作较早,在生物样品的取样、保存、制备、处理和分析等方面都积累了一定经验.经过多年努力,1988年人发标准物质研制成功并被批准为国家一级标准物质,在当时该标准物质是国际上第二个同类标准物质,而在数量和质量上有了明显提高.由于它基体稳定、质量可靠、适用性强、定值元素多、定值精度高,所以几年来已在生物、医学、环境、营养、卫生、职防、地质、法学和考古等各领域中的分析测试中迅速得到广泛应用,取得了良好的社会效益,并不断地向国外实验室和国际组织提供应用.近年来,为满足生物样品微量元素研究飞速发展的需要,我们又陆续开展了牛肝(SINR-2)和猪肉(SINR-3)标准物质的研制工作,研制工作已于近期先后完成,即将投入使用.这些标准物质增加了我国生物标准物质的品种,可以预期它们将在人体、动物体和其它相似基体的生物样品微量元素分析研究中得到广泛应用.发展生物样品中重要微量元素的标准分析方法也正在进行中.

3 未来应用的展望

自从80年代以来,生物科学成了科学技术发展的一大热点,它的显著特点是多学科的综合推动着它的迅猛发展,不少人预言:二十一世纪将是生命科学时代.中子活化分析在生物医学和环境科学中的应用前景也十分广阔,同时也对它未来的发展提出了许多更新、更高和更难的要求,有些工作已要求研究元素在生物组织层、单细胞、细胞膜、蛋白碎片的微区分布分析及其结合形态的分析,检出限要求达到 $10^{-12} \sim 10^{-15} \text{g}$ 的超痕量水平.上海所的中子活化分析将在分子活化及形态分析等方面将继续作出努力,争取做更多的工作. (下转4页)

本专辑中另有三篇文章：“核模型中量子混沌的若干探索”、“用高能光子诊断 QGP 的不确定性问题及对策”及“巨共振激发的相对论效应”，反映了本室最近的研究结果与动态。

参 考 文 献

1 Qiu Xijun, et al. Phys. Rev. , 1984, C30 : 1731

2 Qiu Xijun, et al. Phys. Rev. , 1990, C41 : 2353
 3 Qiu Xijun, et al. Phys. Rev. , 1981, C23 : 1685
 4 Zhu W, et al. Phys. Lett. , 1985, B154 : 20
 5 Zhu W, et al. Phys. Lett. , 1985, B219 : 107
 6 Zhu W, et al. J. Phys. , 1990, G16 : 925
 7 Zhu W, et al. Phys. Lett. , 1990, B235 : 170
 8 Zhu W, et al. Phys. Rev. , 1990, C41 : 1674
 9 Zhu W, et al. Phys. Rev. , 1991, D44 : 2762
 10 Zhu W, et al. Phys. Rev. 1991, C43 : 1996

Recent Status and Progress of Studies in Theoretical Division of SINR

Ai Xiaobai

(Shanghai Institute of Nuclear Research, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)

Abstract A brief description for the recent projects and the advances of theoretical studies in theoretical division of Shanghai Institute of Nuclear Research (SINR) are given.

Key Words nuclear matter under extreme conditions, quark-gluon plasma, EMC effect, relativistic many-body problem, new nuclide, stability line, quantum chaos.

(上接 33 页)

参 考 文 献

1 Zhuang Guisun, et al. J. Radioanal. & Nucl. Chem. , 1991, 149(2) : 305
 2 Zhuang Guisun, et al. J. Radioanal. & Nucl. Chem. , 1991, 151(2) : 327

3 Zhuang Guisun, et al. J. Radioanal. & Nucl. Chem. Lett. , 1994, 186(5) : 385
 4 Zheng Jian, et al. J. Radioanal. & Nucl. Chem. Lett. , 1992, 166(2) : 97
 5 Cheng Yuandi, et al. Nucl. Sci. Tech. , 1993, 4(1) : 56

Application of Neutron Activation Analysis in Biological and Environmental Science

Tan Mingguang Zhuang Guisun

(Shanghai Institute of Nuclear Research, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)

Abstract This paper introduces mainly the important achievements obtained recently at SINR in application of neutron activation analysis in biological and environmental science.

Key Words neutron activation analysis, trace element, biological standard reference material.