



金属离子与生命

名家讲演录

续编

Wang Yong
Jiangyanlu

上海科技教育出版社

名家讲演录续编

名家讲演录续编 第 1 卷 第 1 分册

金属离子与生命

王夔 著

上海科技教育出版社

名家讲演录续编
金属离子与生命
王夔 著

策 划 卞毓麟
责任编辑 卞毓麟
装帧设计 汤世梁

出版 上海科技教育出版社
(上海冠生园路 393 号 邮政编码 200235)
发行 上海科技教育出版社
经销 各地新华书店
印刷 常熟市印刷二厂
开本 850×1168 1/64
印张 1.25
插页 2
字数 26000
印次 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷
印数 1—5 000
书号 ISBN 7 - 5428 - 2585 - 2/N·421
定价 4.50 元

作者简介

王夔,男,1928年5月生 中国科学院院士。1949年毕业于燕京大学化学系 1949~1953年为燕京大学和北京大学研究生。1953年起在北京医学院、北京医科大学任教 历任系主任、院长 现为北京大学医学部教授 1994~1998年任国家自然科学基金委员会化学部主任 现为中国科学院学部主席团成员,我国生物无机化学科研和教学的开拓者之一 结合无机化学与细胞生物学两门学科,开拓了细胞无机化学新领域,以细胞对无机物应答的化学过程为基础,阐释了某些病理、毒理和药理过程。

图书在版编目(CIP)数据

金属离子与生命/王夔著.—上海:上海科技教育出版社,2001.6

(名家讲演录续编)

ISBN 7-5428-2585-2

I. 金…

II. 王…

III. 金属离子-影响-生命-普及读物

IV. Q1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 022257 号

目 录

一、启闭生命之门的金钥匙 3

生命过程中的金属离子

金属离子的两面性

正确看待有毒金属

二、铁的功与过 19

铁是人体必需金属

活性氧损伤生物体

体内铁过多会引起疾病

遵循“缺者补之”的原则

三、稀土农用的利与弊 44

什么是稀土元素

抑制和促进细胞增殖

细胞的氧化性损伤

稀土的抗癌和促癌作用

对硬组织结构和性能的影响

四、有毒金属的药用 63

砷化合物的致癌和抗癌作用

中医药使用矿物药的经验

不生者能生生，
不化者能化化。

——《列子》

钥匙有两面性，能开门，也能关门。

生命过程也有自己的钥匙。这种钥匙也有两面性：有时起着维持生命的作用，有时又会阻遏生命过程。

这把神奇的钥匙，就是金属离子。

那么，什么是金属离子呢？

我们先来看什么是金属。通俗地说，可采用《现代汉语词典》对金属的解释：“具有光泽和延展性，容易导电、传热等性质的单质。”

2 名家讲演录续编

除汞以外，在常温下都是固体，如金、银、铜、铁、锰、锌等。”此外，还有些元素，按其性质可列为金属，也可列为非金属，如砷、锑、硒、碲等。

离子是原子或原子团失去或者得到电子后的产物。失去电子的带正电荷，叫正离子，或阳离子；得到电子的带负电荷，叫负离子，或阴离子。金属离子就是由金属原子形成的离子。

发现金属离子在生命过程中的重要作用经历了很长的时期，而发现它们开启和关闭的双重作用更不容易。

实际上，不仅是金属离子，人类赖以进步的所有物质，无论天然的还是人造的也都是如此。

所以，学会分析、处理好事物的两面性乃是一个永恒的课题。

一、启闭生命之门的金钥匙

生命过程中的金属离子

我们人类生活在地球上的生物圈里。在这个生物圈中,每一种金属都有一定的来龙去脉。比如钙,岩石里的钙在空气和水的侵蚀下,溶到水里,随着地面和地下水的流动又在土壤里安家落户。春天来临,一粒粒种子在土壤里生根发芽。植物从根部释放出多种物质,它们和土壤中的腐殖酸之类的东西都可以和钙离子结合。结果,一部分钙就被植

物吸收进去。动物把植物吃了，钙又成为动物的一个重要成分。动物的排泄物和死后留下的尸骨又把钙送还大地。每一个钙离子似乎都在走着这个不知哪里是头，也不知哪里是尾的轮回路。有一首诗是这样写的：“来从何处来，去向何处去。是归途也是来路……”。每种金属在自然界中的循环也正是如此。

在每一种生物体中，各种金属也各有一定的动向和功能。对每一种金属来说，一个正常人体内存在有多少、存放在什么地方、它和什么物质结合着、每天需要补充多少、从什么渠道补入、经什么通路输送到它要去的地方、以什么方式维持合适的浓度以发挥它的功能、它又经过什么通路排出体外……，凡此种种都是在数十亿年的生物进化过程中形成的。因此，生物体中有着惊人准确的控制系

统,精细地调节着每种金属的动向,而金属又精细地调节着千万种生物化学反应。

那么,金属离子调节哪些生物过程呢?

在各种生物体中,某些金属离子组成生物体的硬组织,如骨骼、牙齿等;许多生物化学反应需要酶做催化剂,而没有必要的金属离子,酶往往就没有活性,我们体内的大多数反应都将大大减慢;生物需要呼吸,需要有某种能够结合和释放氧的物质,这项任务是由某些金属离子(如铁)完成的;生物必定运动,而运动必需金属离子,肌肉的收缩要由钙离子来调节;多细胞动物(特别是高等动物)有一套复杂的神经系统,在神经传导中,也有某些金属离子起着关键性的作用……

金属离子对生物的传宗接代也有很大贡献。种瓜得瓜,种豆得豆,细胞之所以只能复制和它相同的下一代,是因为每种细胞里含

有脱氧核糖核酸(DNA);而由DNA携带的遗传密码合成下一代蛋白质的过程,又是由某些金属离子控制的。

所以说,金属离子是生命的钥匙。但是,一次讲演当然不可能说尽各种金属离子的生物功能,作者的希望是通过这次讲演,让读者对研究此类问题的思路和方法有所了解,对生物无机化学这门年轻的学科发生兴趣。

现在,我们先从人类认识生命过程中的金属离子的历程谈起。

最初,原始人类是继承了动物的传统本性,认识生物和感受生命的。生物是我们祖先赖以生存的物质基础。他们“食草木之实,鸟兽之肉,饮其血,茹其毛。未有丝麻,衣其羽皮”(《礼记·礼运》)。为此需要辨识不同的生物,它们的形貌、习性以及可否食用。传说中的神农实际上是教人“尝百草之滋味,水泉

之甘苦,令民知所避扰”(《淮南子》)的一位民间领袖。在采集植物和捕猎动物的时候,必然会遇到“当此之时,一日而遇十七毒”之类的情况,并由此而感受到生命,认识到生老病死这一不可抗拒的过程。

在科学没有诞生之前,人类只能辨认看得到的生物和体验得到的生命现象。至于生物何以生,何以死,当时对这个过程的无知只能化为对命运与神的畏惧和信仰。虽然古代思想家也努力描述和解释生死过程,但是或是或非统统都是猜测。随着生活改善、人类进步,祛病强身、延年益寿成为追求的目标。从巫术、炼丹、寻找长生药的方术发展到医术,再由医术发展到医学,人类之所以从信赖神灵到信赖科学,重要的是逐渐积累对生物体和生命过程的科学认识。

科学的发展,特别是显微镜的发明,不但

使人类发现了看不见的微生物,还使我们看到了细胞,看到了生物体的结构单元,看到了生命过程中细胞的结构和功能的变化。不过,那时的认识还只是唯象的,还不知道生命现象背后的机理。直到20世纪,化学迅速发展,从分子层次探察自然界各种物体(包括生物体)的结构和变化规律。化学家认为世间一切物质,包括生物体,都是由分子构成的。宇宙间一切变化,包括生命过程都是以化学反应为基础的。要知道生命过程的本质,就要设法知道过程中哪些分子起了反应,起了什么反应,产生了什么后果。于是在生物学研究中开始引进化学的概念和方法,从而分化出生物化学这个学科。

生物化学家们设想生物体内各种生物分子参与的化学反应构成了生命过程。他们致力于从生物体中分离出各种生物分子,研究

它们的结构、性质和功能。并且设法把它们参与的反应串起来,构成物质代谢的种种途径,以便解释生物由生到死的过程。如此开始了从分子层次认识生命过程的新阶段。

但是,当时有一种片面的看法:认为生物分子都是有机物,生物过程是这些有机化合物相互转化的结果。后来,人们发现这些反应是严格受控、而且按照规定程序组织起来的。是什么机制控制着每个反应的速度?是什么机制传递信息、指挥着各个反应间的关系?经过长时间的探索,人们终于发现,“没有生命的”金属离子倒是调控生命过程的极其重要的因子。没有这些金属离子,许多生物分子或者失去活性,或者活性失去控制。后来发现的大量事实告诉我们,没有金属离子就没有生命。战国时期的思想家列御寇说过:“有生不生,有化不化。不生者能生生,不

化者能化化。”这两句话好像预示了如今才认识的这一真理：有生命潜力的生物分子，如果没有无生命力的某些金属离子去推动它们，它们就“有生不生，有化不化”。

金属离子的两面性

金属离子开启和关闭生命之门的两面性有两层意思。第一，从不同金属离子看，有的金属是生命必需的所谓必需金属（例如钠、钾、钙、镁、铜、铁、锌、钴等）；有的金属是有害或者有毒的，叫做有毒金属（如汞、铅、镉、铊等）；还有一些金属离子既不是必需的，也不是有害的（也许还没有证明它是必需的或是有害的）。第二，从同一种金属来看，它既可能对生命有利，也可能有害。必需金属离子可以产生毒性；而有毒金属只要使用得当，也可以变成有益的。

不要认为必需金属有益无损；也不能认

为有毒金属有害无利。关键在于如何认识，如何处理。我这次讲演的中心思想是请大家注意金属离子的两面性问题，注意一种金属有害抑或有益并不是绝对的。使用得当，可以避害取利；否则，求益反而获害。

金属离子的两面性和它的根本性质有关，这种两面性应该是内在的。例如，铁是必需金属，但是各种形式的铁中毒并非罕见。这是由铁的几种化学性质决定的，并通过它们在生物体内参与的不同作用而产生的。这算是内因，是不能更改的。但是除去内在原因外，还有外因。外因决定哪一种作用占优势，是有益的一面还是有害的一面。在决定两面性的外因中，最重要的要看生物体“吃”了(包括经过呼吸道吸入和穿过皮肤或黏膜进去的)多少这种金属。因为动植物大小不同，一般都用每千克体重生物体“吃”进去的