

•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201907021

www.dxhx.pku.edu.cn

“镭”光四射

孙彦, 展鹏, 刘新泳*

山东大学药学院药物化学研究所, 化学生物学教育部重点实验室, 济南 250012

摘要: 镭是一种放射性的金属元素, 在其发现早期, 人们曾由于对其认识不足而滥用, 导致了很多悲剧。本文以自述的口吻、拟人化的方式, 简要梳理了镭的发现和应用。

关键词: 镭; 辐射; 健康; 应用

中图分类号: G64; O6

Discussion on the Discovery and Applications of Radium

Yan Sun, Peng Zhan, Xinyong Liu *

Key Laboratory of Chemical Biology (Ministry of Education), Department of Medicinal Chemistry, School of Pharmaceutical Sciences, Shandong University, Jinan 250012, P. R. China.

Abstract: Radium is a radioactive metal element. In the early period of its discovery, it was abused due to the lack of understanding, which led to many tragedies. In this paper, in a self-reported tone and anthropomorphic way, the discovery and extensive application of radium is briefly reviewed.

Key Words: Radium; Radiation; Health; Application

1 引言

大家好, 我是镭元素, 住在“元素周期表”王国的“第七周期”社区, “第二主族”的大楼里面, 在元素家族中, 排行 88。自从 1898 年居里夫妇宣布发现我、1902 年居里夫人提纯出 0.1 g 的我以来, 我和人类打交道的的时间已经超过了一个世纪之久^[1,2]。一开始, 人们并不了解我, 就开始对我那充满传奇色彩的发现历史进行大力宣传。这样一来, 大家都拿我当成稀有的宝贝, 盲目地开始把我投入到应用中去, 可惜我的射线对不少生物组织都有一定损害, 最终酿成了很多悲剧^[3]。

后来, 随着科学的不断进步, 我的面纱也逐渐被揭开。到如今, 人们已经学会在保护自身的前提下和我打交道了, 他们对我的打开方式也逐渐变得安全可靠。下面, 我就来给大家讲讲我的故事, 希望大家能够进一步认识我。

2 个人信息

2.1 基本理化性质

2.1.1 放射性

我通身都闪着银亮的金属光芒, 时不时还会发出些射线, 我的英文名字 radium 是我的发现者居

收稿: 2019-07-16; 录用: 2019-08-27; 网络发表: 2019-09-11

*通讯作者, Email: xinyongllab@163.com

基金资助: 山东大学 2019 年教育教学改革研究项目(2019Y278); 2017 年山东大学齐鲁医学部本科教学改革与研究项目(qlyxjy-201743, qlyxjy-201750); 山东大学药学院 2016 年及 2017 年青年教师教研课题项目

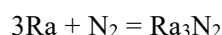
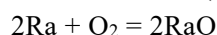
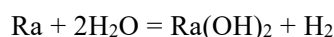
里夫妇给我起的^[4], 就是“射线”的意思。我有很多同位素, 其中最不稳定的 ^{223}Ra 半衰期只有 11.43 天, 就连最稳定的 ^{226}Ra 经 1600 年也会发生衰变^[5]。正是由于我的所有同位素都不稳定, 所以谁也不知道我真正的原子量到底是多少。

2.1.2 近“钡”性

有很多人都分不清我和住在我楼上的“钡”元素, 早在 20 世纪 30 年代, Hahn、Strassmann 等科学家就曾经试图从铀的衰变产物中把我的同位素提取出来, 可是经过反复考证, 他们最终却发现, 他们得到的衰变产物不过是我的兄弟钡^[6]。那时的人们还想利用我们兄弟二人的相似性, 通过形成 RaSO_4 、 BaSO_4 的同晶型混晶, 来把我从溶液中提取出来, 不过也正是我们化学性质的相似性, 导致我们易提取、难分离, 要把我们分开就要费很大劲啦^[7]。我的这种化学性质与钡接近的特性, 就姑且叫它“近‘钡’性”吧。

2.1.3 “平易性”

我能和空气中的很多物质发生反应, 在空气中待一阵子, 就会变成 $\text{Ra}(\text{OH})_2$ 、 RaO 、 Ra_3N_2 , 原因是我分别吸收了空气中的 H_2O 、 O_2 、 N_2 , 发生了如下反应:



正是因为我在空气中比较容易发生反应, 所以, 我想, 这就是我“平易”的一种体现吧。

2.2 我的出身

我是一种价格不菲的稀有元素, 我在自然界分布不多, 但范围却很广。在玛丽·居里的实验室里, 我分散在黑乎乎的沥青中。尽管这沥青铀矿是我的主要矿石来源, 但我在这里面的含量并不高, 根据平衡值来看, 在 10 kg 含铀量 50% 的矿石中, 我的含量可能仅有 1 mg 左右^[7]。我还置身于土壤与河流之中, 根据中国开展于 1983–1990 年间的全国土壤中天然放射性核素含量调查, 我在土壤和河流中的含量分别在 $36 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $6.0 \text{ mBq}\cdot\text{L}^{-1}$, 可以说, 人们无时无刻不在天然辐射的照射之下^[8]。

3 发现初期: 盲目滥用

3.1 癌症治疗

20 世纪 50 年代, 在癌症治疗领域, 我可是红极一时的大明星呢。那时候的人们知道我的射线能把癌细胞赶尽杀绝, 就把我放在一个机器里面, 用我的射线照射患处; 他们回收了我释放的放射性氦气, 也拿来治疗癌症^[9]。在 1907 年, 就有关于我治愈皮肤癌的报道^[7]。可惜的是, 他们的治疗方法并不周密, 不但没有找清楚癌症治疗的靶点, 也没有对健康组织做好防护措施, 这一来, 大多数时候不但病没治好, 患者和医护人员的健康状况反而逐渐恶化^[10]。令人类更没想到的是, 我这弟弟氦元素如果发起脾气来, 可是十分吓人的: 它在衰变的时候会释放出损害人体的罪魁祸首—— α 粒子, 流行病学研究显示, 氦已成为诱发肺癌的第二大因素^[11]。

还有的人就更疯狂啦, 他们直接把我切成小块, 搞一个“皮下填埋”的方法来治疗恶性肿瘤, 这样消除肿瘤的效果虽然好, 但是患者体内的其他细胞也元气大伤, 反而折损了寿命^[12]。

3.2 夜光材料

因为我在辐射的时候总是能够发出好看的亮光, 所以人们就喜欢拿我来做各种装饰品。如果他们早一点知道, 我虽然好看, 但却是不能随意接近的, 可能就不会有那么多悲剧发生了。

3.2.1 夜光手表和“镭女孩”

早期比较常见的夜光手表涂层使用了镭盐作为激发剂^[13], 那时候的制表工人为了更好地涂抹表盘, 就喜欢先用舌头舔一下刷子, 这可好, 他们把我都给吃进肚子里面去了。因为这些和我打交道的工人大多是女孩子, 所以她们也有了一个好听的名字, 叫“镭女孩”。可惜“镭女孩”们的身体把我当作钙元素, 用于骨骼合成, 久而久之, 我在她们身体里的衰变就给她们的健康带来了威胁:

轻则牙齿脱落，重则患骨肉瘤等癌症而早亡^[9,12]。此外，长期佩戴这种夜光手表的人，健康会或多或少受到影响。按理说，手表上面的石英顶盖会阻隔一部分射线，从而对人体起到保护作用，但当顶盖上出现裂缝时，它就阻挡不住强大的射线啦^[14]。

3.2.2 夜光粉作业工人健康状况

几乎所有跟我打交道的从业人员，都会患上诸如骨肉瘤等长期辐射带来的疾病。据调查，美国 20 世纪 30 年代以前接触夜光粉的女工罹患癌症的比例高达 5.6%；而在中国，甚至到 80 年代，接触军用和民用夜光粉的工人体内的镭含量的平均水平仍分别有 36.6 和 28.8 Bq 之多^[15]。

3.2.3 “镭”光四射

有些女孩子为了在晚会上“闪耀夺目”，把我涂抹在了指甲上；更有甚者直接拿我当饮料，企图以此来让全身都光彩照人^[9]。20 世纪，在中国也有个别与由我制成的夜光粉打交道的女工，把这些放射性材料涂抹在指甲上，甚至是脸上^[15]。那时的她们并不清楚，她们将为自己如此的爱美之心付出怎样的健康代价。

3.3 养生保健

一开始，我的神秘感让人们对我充满崇拜，他们坚信我的辐射可以对人体内分泌做出有效调节，从而对身体健康起到积极的作用^[12]。那时候，人们把我参与构成的药物看作“神药”，认为这些药能够包治百病、缓释疼痛，于是争相购买^[9]，当时很火的一款名叫“镭钍水”的药物就是我昨日辉煌的见证。

总之，人们对于我的热衷渗透在生活的许多领域，不但含镭的牙膏、鞋油备受青睐，就连淀粉和矿泉水里面也能见到我的影子。可最终事与愿违，人们跟我打太多交道非但没有延年益寿，反而有不少人由于受到我的严重辐射而病逝。

在中国早期的《地热资源地质勘查规范》(以下简称《规范》)中，我曾被列为“理疗热矿水水质标准”的成分之一，但是在 2010 年发布的新版《规范》中，我就作为意义不明或对人体有害的矿水被除名了。

3.4 农业生产

一直到 20 世纪末，我和铍两兄弟构成的中子源体系仍然颇受农业生产的青睐。人们用我们来照射鱼卵，意图促进鱼苗的生长；还有的甚至直接把我们放在汽车上，到农村养桑育蚕的相关地带进行流动辐射处理，来实现蚕丝增产的目的^[16]。

3.5 献身式探究

后来，皮埃尔·居里似乎意识到了我不可滥用，为了进一步了解放射性物质的威力，他竟然直接把我倾倒在自己的胳膊上，根据他皮肤的一系列变化，来证明自己关于射线可以杀死活细胞，也同样可以杀灭恶性肿瘤细胞，从而实现癌症治疗的猜想。

这种利用我的射线来治疗癌症的方法的确有效，但居里夫妇长期在几乎没有保护措施的条件下跟我打交道，已经身形消瘦、疾病缠身。尽管在后期居里夫人曾强制要求自己的学生在接触我的时候采取保护措施，但她本人却依旧不会使用^[9]。我听说一直到居里夫人过世后 40 年，她使用过的笔记本还依然带有放射性。

4 当今时代：理性应用

说了这么多，大家可别觉得我是个只会叛逆的坏家伙，其实只要对我进行合理利用，我还是人类的小帮手呢。

4.1 癌症治疗

曾经的科学家们对我的深入研究，开创了放射治疗肿瘤的新领域。如今随着人工放射性元素的崛起，我没有了往日的辉煌。尽管如此，随着人类在放疗领域技术的进步，我依然“宝刀未老”，在某些领域还是能够派上用场的。

就拿前列腺癌的晚期骨转移治疗来说吧,我那最不稳定的亲骨放射性同位素 ^{223}Ra 在这方面可是颇有建树: ^{223}Ra 靠着在人体内衰变所释放出来的能量,诱发周围细胞不可修复 DNA 双链断裂,进而导致相关细胞的死亡,以此来实现对抗骨转移肿瘤的目的。早在 2013 年,美国 FDA 就曾批准了一种商品名为 Xofigo 的 RaCl_2 注射液(拜耳公司研发,通用名为镭-233)的上市。在患者体内,我靠着吸收快、耐受性好、作用范围局限、对骨组织内部其他正常组织及身体其他组织和器官影响小等优点,顺利通过临床实验,有效减轻了患者癌性骨痛,延长了患者的生存期,成为了有并发症的男性患者不错的选择^[17,18]。

4.2 特殊勘探

人们还把我的放射性应用在了某些特殊的勘探领域:当我和铍粉混合时,我就能作为中子的放射源,在石油资源的勘探和岩石组成的调查中发挥重要作用^[19]; ^{223}Ra 与 ^{226}Ra 的质量平衡模型,又可以用于海底地下水排放相关参数的研究^[20,21];我的存在,还可以作为判断古河道是否铀矿化的一个辅助条件^[22]。

另外,需要提出的一点是,我和铍粉的混合体系释放出来的高能量快中子在实际勘探过程中,跟周围的水分子等物质发生碰撞,经吸收或经慢化而降低能量后不会对人体造成太大的伤害;在其他情况下,只要有意识地进行合理防护,我也是没那么可怕的。

5 未来趋势:精准高效

我的四种同位素原子核分别来自三个天然放射系^[23],都极不稳定,它们不仅能够放热,还会发光,能量强大到可以让周围的物质也都带有放射性并发出亮光^[12],而且它们还具有半衰期长的特点。在未来,或许人们可以针对我的这一特点,通过诱导基因突变实现药用植物的新品种培育工作;另外,在现有的基础上,缩小放射治疗时的靶区,从而提高治疗的精准度,也是规避我所带来的危害的关键所在。

6 正名:镭与镭射

我必须声明,“镭射”这家伙虽然听起来很像“镭的辐射”,但事实上,它和我可不是一回事:镭射又名激光,它是英文 Laser 的音译,指的是原子受激辐射的光,就是指原子中的电子在获得能量之后,发生能级跃迁时,以光子束的形式释放出来的能量。能够发出激光的元素很多,可不单单是我这一家。

7 结语

1903 年,鲁迅先生的《说钋》第一次把我和我的发现者居里夫人介绍给中国人^[24-26],鲁迅指出“科学之盛大,绝不缘于一朝”,在我的发现者居里夫妇的引领下,他们的女儿女婿小居里夫妇也揭开了放射性的冰山一角^[27]。现如今,大家对我的认识不断深入,在对我的应用中也变得越来越谨慎、理性。诚然,作为一种放射性元素,我和其他兄弟姐妹一样,有一定的危险,人们在跟我打交道的时候,心中要时刻存有安全防护意识,时刻用前人的悲剧警醒自己,用现代科学武装自己。总之,正如人有善恶一样,我的危险的一面是可以最大程度地去规避的。最后,我衷心希望大家能用发展的眼光去审视我,对我温柔以待,让我在人类的世界里扬长避短,继续放射出友好的光辉。

参 考 文 献

- [1] 白欣,王晓义,冯晓颖. 化学通报, 2011, 74 (5), 474.
- [2] 达维. 教师博览, 2005, No. 9, 34.
- [3] 宋宗簏. 金属元素纵横谈. 北京: 人民教育出版社, 1989.

- [4] 张清建. 大学化学, **2000**, *15* (2), 52.
- [5] 辞海编辑委员会. 辞海 理科分册(上). 上海: 上海辞书出版社, 1989: 299.
- [6] 张清建. 大学化学, **1998**, No. 6, 57.
- [7] 伍彦. 原子能科学技术, **1960**, *Z1*, 557.
- [8] 刘春立. 大学化学, **2008**, No. 5, 11.
- [9] 布瑞恩·威廉姆斯(英). 居里夫人与放射科学. 北京: 新时代出版社, 2014.
- [10] 夏良, 张晓. 中国辐射卫生, **2008**, No. 2, 195.
- [11] 刘书焕. 镭-铍中子源库及邻近实验室内氡浓度分布特征双滤膜法测量//第十六届全国核电子学与核探测技术学术年会论文集(下册). 第十六届全国核电子学与核探测技术学术年会, 绵阳, 2012 年 8 月 15-16 日. 绵阳, 2012: 6.
- [12] 门捷列夫·斯基. 科学 FANS, **2015**, No. 3, 41.
- [13] 时尚时间, **2010**, No. 2, 16.
- [14] 时尚时间, **2009**, No. 3, 116.
- [15] 丛树樾, 戴素华, 俞云珍, 陆菊芳. 辐射防护, **1982**, No. 5, 379.
- [16] 江苏蚕业, **1977**, No. 2, 50.
- [17] 徐君林, 高云峰, 黄熠龙, 许倩. 保健医学研究与实践, **2018**, *15* (6), 86.
- [18] 李冬梅, 郑铎, 刘隽垚, 钟甘平. 现代泌尿生殖肿瘤杂志, **2017**, *9* (1), 52.
- [19] 工会信息, **2015**, No. 35, 35.
- [20] 张玄通. 用镭同位素评估渤海湾海底地下水排泄及其营养盐输入[D]. 北京: 中国地质大学, 2018.
- [21] 张成成. 镭同位素评估辽东湾海底地下水排泄及其携带营养盐通量[D]. 北京: 中国地质大学, 2018.
- [22] Dickson, B. L.; 舒孝敬. 国外铀矿地质, **1986**, No. 4, 30.
- [23] 门武, 刘广山, 陈志刚, 何建华, 尹明端, 余雯. 地球科学进展, **2010**, *25* (1), 33.
- [24] 鲁迅. 说钅·鲁迅全集(七). 北京: 人民文学出版社, 1991: 20-28.
- [25] 龚峻. 化学通报, **1974**, No. 5, 8.
- [26] 余天桃. 化学教育, **2002**, No. 2, 46.
- [27] 刘斌, 刘元方. 大学化学, **1995**, *10* (3), 62.