

影 显 自 射 学 踪 放 示

朱 寿 彭 著

原子能出版社

影 显 自 射 放 学 踪 示

李 海 彭 著

原子能出版社

放射自显影示踪学

朱寿彭 著

原子能出版社

1995

(京)新登字 077 号

内 容 简 介

本书是生物医学领域中关于放射自显影示踪最新研究成果的专著。该书全面系统地探讨了各种不同水平放射自显影示踪研究在不同科研任务和实际需要中的运用。尤其对于研究内污染放射性核素的行径追踪探查和阐明疾病机理方面,它具有独特的优越性,可以把机体组织的形态结构和行径定位的动态过程加以统一显示和表达。本书阐明了放射自显影示踪的原理、特点、设计、类型、示踪量与曝光,探讨了不同水平放射自显影示踪,以及几种特殊放射自显影示踪研究等。

本书可供从事放射医学、核医学和辐射防护工作者,以及基础和临床医务工作者、研究人员、高等医学院校师生参考。

本专著的研究课题得到国家自然科学基金的资助。

图书在版编目(CIP)数据

放射自显影示踪学/朱寿彭著. —北京:原子能出版社,1995. 9

ISBN 7-5022-1352-X

I. 放… II. 朱… III. 放射自显影法-同位素示踪技术-应用-病理学 N. R817.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 04268 号



原子能出版社出版发行

责任编辑:陈进贵

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

中国核情报中心复制印刷部印刷厂印刷 新华书店经销

开本 787×1092 mm 1/32 印张 5.375 字数 120 千字

1995 年10月北京第 1 版 1995 年10月北京第 1 次印刷

印数:1—600

定价:6.00 元

前 言

核能和核科学技术的发展与利用,是现代高科技的重要标志,其对人类的造福,已经显示并将继续显示巨大的作用。放射自显影示踪学是伴随着核能、核科学技术以及放射医学的发展而成长起来的新兴学科,它的研究,具有高分辨力的追踪探查和累积成像的特点,呈现出机能和形态结合的逼真图像的特色,可以把机体组织的形态结构和行径定位的动态过程统一显示和表达,能运用于解决生物医学各学科领域中的理论和实际问题,显示出其独特的优越性。

本专著在研究过程中全面而系统地探讨了放射自显影示踪的原理,放射自显影示踪量与曝光,放射自显影示踪的设计,放射自显影示踪的特点与分辨力,放射自显影示踪的本底与灵敏度,宏观放射自显影示踪,微观放射自显影示踪,以及亚微观放射自显影示踪等专章的论述。通过对上述放射自显影示踪课题的系列研究,使放射自显影示踪学的发展达到新的水平。

本专著的研究课题得到国家自然科学基金的资助。

著者

1995. 7. 30

目 录

第一章 放射自显影示踪的原理	(1)
第一节 射线对核乳胶的作用过程	(1)
一、 α 或 β 粒子与核乳胶的作用	(2)
二、 γ 射线与核乳胶的作用	(3)
三、射线的感光作用与潜影形成	(4)
第二节 潜影的显影和定影过程	(6)
一、显影的基本原理	(6)
二、显影方法的选择	(9)
三、显影条件的选择	(10)
四、定影的基本原理	(12)
五、定影条件的选择	(13)
第三节 射线在核乳胶中的径迹及射程	(15)
一、不同射线的特点及其在核乳胶中的径迹	(15)
二、不同射线能量与其在核乳胶中射程的关系	(18)
第二章 放射自显影示踪量与曝光	(20)
第一节 放射性核素的选择	(20)
一、放射性核素半衰期的选择	(20)
二、放射性核素射线类型的选择	(21)
三、放射性核素射线能量的选择	(22)
四、放射性核素标记位置的选择	(23)
五、放射性核素放射纯和化学纯的选择	(23)

六、放射性核素活度的选择	(24)
第二节 放射性核素摄入途径的选择	(24)
一、呼吸道摄入	(24)
二、胃肠道摄入	(30)
三、皮肤摄入	(31)
第三节 放射性核素的定位类型和规律	(31)
一、定位类型	(31)
二、定位规律	(35)
第四节 放射性核素的曝光过程	(36)
一、曝光条件	(36)
二、曝光时间	(37)
三、潜影消退	(38)
第三章 放射自显影示踪的设计	(39)
第一节 放射性示踪剂的选择	(39)
一、放射性示踪剂辐射体类型的选择	(39)
二、放射性示踪剂代谢途径的选择	(40)
三、放射性示踪剂活度的选择	(40)
第二节 感光材料的选择	(42)
一、原子核乳胶的组成	(42)
二、原子核乳胶的种类	(44)
三、X 线胶片与增感层	(46)
四、氟片	(47)
五、电影正片或幻灯片	(47)
第三节 研究标本制备方法的选择	(47)
一、组织切片标本的制备	(48)

二、脂溶性或挥发性标本的制备	(49)
三、细胞、体液和排泄物涂片标本的制备	(49)
四、超薄切片标本的制备	(50)
第四节 放射自显影示踪类型的选择	(51)
一、整体水平放射自显影示踪	(51)
二、脏器水平放射自显影示踪	(52)
三、细胞水平放射自显影示踪	(53)
四、亚细胞水平放射自显影示踪	(54)
第五节 放射自显影假像的防止	(55)
一、张力和压力显像	(56)
二、化学显像	(56)
三、示踪剂移位显像	(56)
第四章 放射自显影示踪的特点与分辨力	(58)
第一节 放射自显影示踪的特点	(58)
一、追踪探查	(58)
二、累积成像	(59)
三、高分辨力	(59)
四、图像逼真确切	(59)
五、机能形态结合	(59)
六、不同水平示踪	(60)
七、无损伤的探查	(60)
第二节 放射自显影示踪的分辨力	(60)
一、分辨力的定义	(60)
二、不同形状放射源标本的分辨力表达	(62)
三、影响放射自显影示踪分辨力的因素	(65)

第五章 放射自显影示踪的本底与灵敏度	(71)
第一节 放射自显影示踪的本底	(71)
一、本底的概念	(71)
二、影响本底的因素	(72)
第二节 放射自显影示踪的灵敏度	(75)
一、灵敏度的定义	(75)
二、影响灵敏度的因素	(75)
第六章 宏观放射自显影示踪	(80)
第一节 整体水平放射自显影示踪	(80)
一、冰冻整体水平放射自显影示踪	(81)
二、石蜡包埋整体水平放射自显影示踪	(82)
三、双标记整体彩色放射自显影示踪	(83)
第二节 脏器水平放射自显影示踪	(85)
一、冰冻脏器水平放射自显影示踪	(85)
二、脑脱氧葡萄糖代谢图放射自显影示踪	(86)
三、肾脏促排放射自显影示踪	(88)
四、骨骼阻吸收放射自显影示踪	(89)
五、石蜡包埋脏器水平放射自显影示踪	(91)
六、不同组织蛋白放射自显影示踪	(91)
七、肾上腺揭膜核乳胶放射自显影示踪	(93)
八、色层分析放射自显影示踪	(94)
九、火箭电泳放射自显影示踪	(95)
第三节 宏观放射自显影示踪的定量分析	(96)
一、用测微光度计测黑化程度	(97)
二、镜检还原银盐颗粒计数	(98)

第七章 微观放射自显影示踪	(100)
第一节 涂片放射自显影示踪	(101)
一、血涂片放射自显影示踪	(101)
二、组织液涂片放射自显影示踪	(103)
三、骨髓涂片放射自显影示踪	(104)
第二节 细胞培养放射自显影示踪	(105)
一、淋巴细胞转化放射自显影示踪	(105)
二、染色体放射自显影示踪	(107)
三、细胞周期时间测定放射自显影示踪	(109)
四、UDS 放射自显影示踪	(114)
第三节 冰冻组织微观放射自显影示踪	(116)
一、操作过程	(116)
二、研究促排作用的微观放射自显影示踪	(117)
三、研究安眠作用的微观放射自显影示踪	(119)
第四节 石蜡组织微观放射自显影示踪	(121)
一、操作过程	(122)
二、研究甲状腺素合成和贮存的微观放射自显影示踪	(123)
三、研究 T 细胞定位的微观免疫放射自显影示踪	(123)
四、研究蛋白质生物合成的微观放射自显影示踪	(126)
第五节 双标记放射自显影示踪	(130)
一、双标记核素辐射体类型的区别定位	(130)
二、双标记核素能量的区别定位	(131)
三、双标记核素半衰期的区别定位	(133)
四、双标记核素选择性滞留的区别定位	(134)
第六节 荧光增敏放射自显影示踪	(136)

一、闪烁液掺入乳胶荧光增敏放射自显影示踪	(137)
二、闪烁液浸渍乳胶荧光增敏放射自显影示踪	(137)
三、荧光增敏放射自显影示踪的定量分析	(138)
第七节 中子诱发放射自显影示踪	(141)
一、设计原理	(142)
二、中子诱发放射自显影过程	(142)
第八章 亚微观放射自显影示踪	(144)
一、放射性电镜标本和超薄切片制备	(145)
二、单分子层乳胶膜的制备和涂敷	(146)
三、浓缩铀-235 的感光作用	(148)
四、标本的显影、停显、定影和染色	(149)
五、肾组织的亚细胞定位	(150)
六、肝组织的亚细胞定位	(150)
七、骨组织的亚细胞定位	(152)
八、血有形成分的亚细胞定位	(153)
参考文献	(156)

第一章 放射自显影示踪的原理

放射自显影示踪是基于运用原子核乳胶膜紧密接触含有放射性核素的标本,由放射性核素释放的射线或粒子所致的电离作用,使带负电荷的溴离子发射电子后,移向感光中心,形成荷阴电的静电层并使荷阳电的银离子聚集,促使还原为银原子,从而构成显影中心。而显影中心的生成过程,就是潜影的形成过程。潜影经显影处理后,使乳胶层上的相应部位显示出射线或粒子的径迹颗粒影像。由于标本中存在的放射性核素能按其自身的衰变规律而不断地释放出射线,持续作用于核乳胶层,使得与放射性核素紧密接触的核乳胶的相应部位银原子颗粒不断累积,从而记录并显示出放射性核素存在的部位和活度,实现放射自显影示踪。

第一节 射线对核乳胶的作用过程

由于在放射性标本中含有带示踪原子的放射性核素,具有不稳定的原子核,因而必然按其自身的衰变规律随时发射出 α 、 β 带电粒子或 γ 射线,基于带电粒子产生的直接电离作用和 γ 光子产生的间接电离作用,而使核乳胶层显示出放射自显影像。

一、 α 或 β 粒子与核乳胶的作用

带电粒子与核乳胶的相互作用表现在：① 带电粒子与乳胶原子或分子的轨道电子碰撞，将电子击出；② 带电粒子的电场与整个乳胶原子作用，使产生电离或激发。由于这些相互作用，快速的带电粒子在乳胶中不断地损失能量而慢化，最后就停止下来。如果跟踪一个带电粒子，沿着它的径迹测量形成的电离数，可以得到如图 1-1 中虚线所示的电离分布：随着带

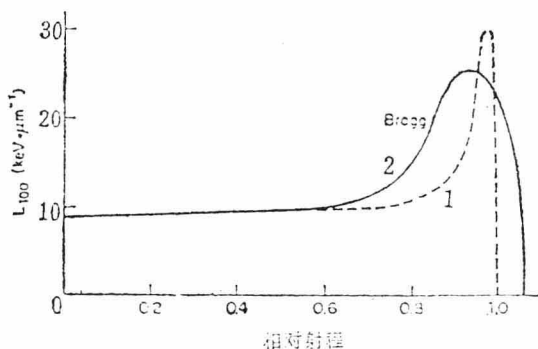


图 1-1 单个带电粒子和一束能量相同的带电粒子
沿径迹的相对电离密度或能量损失速率

1. 单个带电粒子； 2. 一束能量相同的带电粒子

电粒子速度的减小，其在单位路径上损失的能量就逐渐增加，在射程的末端，粒子的速度变得很低，其能量损失速率急剧增加，从而形成一个高电离密度的 Bragg 峰。

二、 γ 射线与核乳胶的作用

γ 射线即致电离光子与核乳胶作用时,主要通过光电效应、康普顿散射和电子对产生这三个过程而损失能量。

(1) 光电效应

入射光子被乳胶原子的一个轨道电子吸收时,后者得到光子的全部能量而脱离原子,称光电子,如图 1-2 A 中所示。

(2) 康普顿散射

当光子与乳胶原子的一个轨道电子碰撞,把一部分能量交给电子,使它脱离原子成为自由电子,剩余的能量被散射光子带走,击出的电子称为康普顿反冲电子见图 1-2B。

(3) 电子对产生

当光子的能量高到一定程度时,它们在原子核的库仑场里可以被完全吸收,并发射一个电子和一个正电子,得到电子对产生效应如图 1-2C 中。

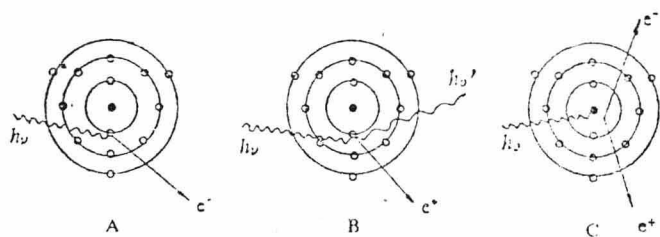


图 1-2 致电离光子与乳胶原子作用的三个过程

A. 光电效应; B. 康普顿效应; C. 电子对效应

三、射线的感光作用与潜影形成

(1) 发射电子

将核乳胶与被观察的含有放射性核素的组织细胞紧密接触,核乳胶就会受到由放射源部位产生的辐射作用,首先是从荷负电的卤素离子中发射出一个电子,如图 1-3 所示。

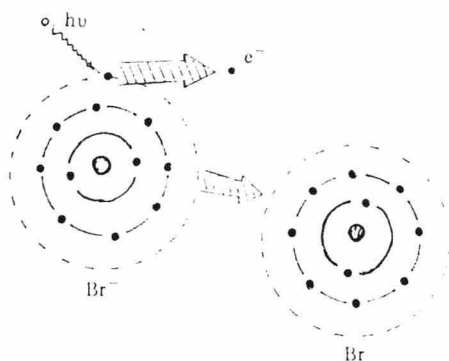


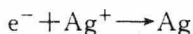
图 1-3 核乳胶膜上 β 粒子使荷负电的溴离子
发射出一个电子的过程

(2) 离子对形成

于是,当电离粒子通过溴化银晶体时,可以形成很多离子对,如图 1-4 中所示。

(3) 银原子生成

从溴离子外壳层发出的电子将被荷正电的银离子所俘获:



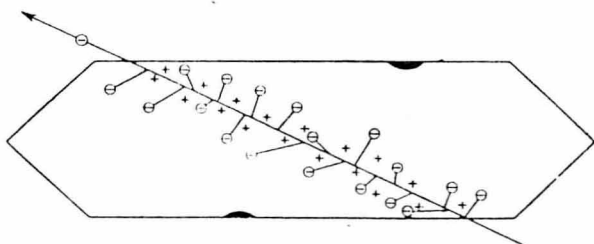


图 1-4 电离粒子通过溴化银晶体时的离子对形成

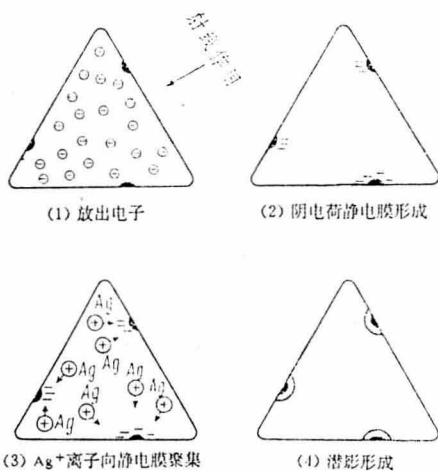


图 1-5 射线的感光作用与潜影形成的四个过程

(4) 潜影形成

俘获电子的过程,是一个还原反应,很多带正电的银离子被还原,于是就在溴化银分子中形成潜影,见图 1-5。



第二节 潜影的显影和定影过程

由于射线作用使核乳胶形成的潜影,必需经过显影处理后,才能显示出银粒的黑化,也就是我们需要获得的放射自显影像。在不同组织细胞中放射自显影像形成的多少与该组织细胞中放射性核素活度的多少呈正比关系。

追踪探查被机体吸收而处在体内转运与转化过程中的放射性核素,或者呈现出在某组织细胞部位的选择性蓄积,或者显示出均匀弥散的定位,或者呈现不同程度的转化,显然,在其相应的组织细胞所产生的辐照程度也就不同,于是导致银盐被还原的程度也就不同,从而相应地显示出银盐颗粒数的不同。因此,可以通过对放射自显影的定量来得出体内不同部位存在放射性核素的量,据此就可以进而探讨与其作用发生的关系。

一、显影的基本原理

核乳胶经射线激发,形成许多肉眼无法察觉的潜影,必须经过显影和定影处理后,才能显示出还原的银盐颗粒。

显影液是一种较强的还原剂,它是由显影剂、促进剂、保护剂和抑制剂配合而成,且各组分的作用各不相同。其作用原理如下:

(1) 显影剂