



实用辐射安全手册

PRACTICAL
RADIATION
SAFETY
MANUAL

碘-131治疗应用手册

包括：

应用指南

操作程序指南

基本指南



原子能出版社



数据加载失败，请稍后重试！

72-62/7

实用辐射安全手册

碘-131 治疗应用手册

包括：

应用指南

操作程序指南

基本指南

原子能出版社

(京) 新登字 077 号

内 容 简 介

本手册是国际原子能机构为其成员国安全使用电离辐射和放射性核素编写的一套丛书性的实用辐射安全手册中的一本。该套手册均由国际上著名的辐射防护专家编写并经数次讨论定稿。

本书是写放射性碘-131 在医疗应用中的安全防护问题。对放射性物质操作者、病人、护理人员、探视人员、病人家属等的防护问题均介绍了具体、实用的措施。本书是各应用放射性核素治疗的医疗单位的医生、护理人员, 操作人员、保管人员, 医学院校有关专业师生, 放射性核素生产单位的工作人员必备的工具书。对接受该种核素治疗的病人及其家属也是一本难得的好书。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用辐射安全手册 = Practical Radiation Safety Manual / 国际原子能机构编; 冷瑞平, 任镜喧等译。—北京: 原子能出版社, 1995. 5

ISBN 7-5022-1145-4 (6)

I. 实… I. ①国…②冷…③任… II. ①辐射防护指南②放射卫生-手册 N. TL7-62

中国版本图书 CIP 数据核字 (94) 第 00449 号

MANUAL ON THERAPEUTIC USES OF IODINE-131

IAEA, VIENNA, 1992

IAEA-PRSM-6

Printed by the IAEA in Austria

实用辐射安全手册—6

碘-131 治疗应用手册

原子能出版社出版发行

社址: 北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码: 100037

原子能出版社印刷厂印刷

开本 889×1192 1/40 印张 2 字数 40 千

1994 年 12 月北京第 1 版 1994 年 12 月北京第 1 次印刷

印数: 1—1000 定价: 4.00 元

前 言

在国际原子能机构 (IAEA) 所有成员国内, 各种不同类型和活度的辐射源已在工业、医学、科研和教学领域中得到广泛应用, 并在日益增长。尽管近年来出现了几起事故, 引起了公众的关注, 但总的来说, 辐射源的广泛应用具有良好的安全记录。但是, 辐射源的控制尚不能令人满意。辐射源的失控增加了对工作人员、病人和一些公众的非计划照射, 有时会产生恶性后果。

1990 年 IAEA 出版了一套安全丛书 (Safety Series No. 102), 该丛书对辐射源在工业、医学、科研和教学中的安全使用和管理提供了指导。然而认为有必要为不同应用领域中日常操作辐射源的人员提供一套实用的辐射安全手册。同时, 主管部门也可应用这套手册促进工人或医疗辅助人员辐射防护培训方面的工作, 或帮助现场管理部门制订场所的辐射防护细则。

因此, 编写了本套新的出版物。每本手册自身都是完整的, 均包括三部分:

应用指南——它针对每一种辐射源的特定应用。内容包括该种应用的目的, 进行该种应用所用设备的类型, 以及应采取的预防措施。

操作程序指南——它包括完成该种应用的详细步骤。在这部分, 每一步骤都有附图加以说明, 以引起趣味和易于理解。

基本指南——这部分阐述了辐射的基础知识, 单位制, 辐射与物质的相互作用, 辐射探测等。在每本手册中这部分内容都是相同的。

丛书的初稿是在作为顾问的 S. Orr (英国) 和 T. Gaines (美国) 帮助下拟定的, 并得到了 1989 年 5

月在维也纳召开的专家组会议的与会者的帮助，他们是：J. C. E. Button (澳大利亚)，A. Mendonca (巴西)，A. Olombel (法国)，F. Kossel (德国)，Fatimah M. Amin (马来西亚)，R. Siwicki (波兰)，J. Karlberg (瑞典)，A. Jennings (主席，英国)，R. Wheelton (英国)，J. Glenn (美国) 和 A. Schmitt-Hannig 及 P. Zúñiga-Bello (国际原子能机构)。

英国国家辐射防护局 (NRPB) 的 R. Wheelton 和美国威斯康辛大学的 B. Thomadsen 修改了这些草稿。在 1990 年 9 月在维也纳召开的第二专家组会议上，修订后的草案再次经下列专家审议：P. Beaver (英国)，S. Coornaert (法国)，P. Ferruz (智利)，J. Glenn (美国)，B. Holliday (主席，英国)，J. Karlberg (瑞典)，A. Mendonca (巴西)，M. A. Mohamad -Yusuf (马来西亚)，J. C. Rosenwald (法国)，R. Wheelton (英国)，A. Schmitt-Hannig (德国) 和 P. Ortiz 及 P. Zúñiga-Bello (国际原子能机构)。所有 6 本手册的最后定稿是由德国联邦辐射防护办公室的 A. Schmitt-Hannig 和国际原子能机构的 P. Zúñiga-Bello 完成的。

目 录

应用指南：碘-131 治疗应用	1
放射性碘-131 治疗原理	1
碘-131 治疗中的辐射防护	2
对人员照射的评估	5
有关碘-131 治疗方案的准备	5
放射射药物安全应用的典型规则	6
辐射安全检查表	
——用于体内带有放射性核素的出院病人	8
对出院病人家庭的指导	9
操作程序指南：碘-131 治疗应用	11
电离辐射用户基本指南	42
辐射的产生	42
辐射能量单位	43
辐射穿过物质	44
放射性物质的封装	48
源的活度	49
辐射测量	51
辐射和距离	54
计算举例	56
辐射和时间	58
辐射效应	58



【 孟尝君列传 】

厚遇宾客 止入嬴秦	三〇九
盗狐白裘 出函谷关	三一三
屠县泄怒 托病归老	三一六
恼弹剑客 谢楚券人	三一九
叹诸客去 奉一人教	三二六

【 廉颇蔺相如列传 】

奉命入秦 归璧于赵	三二九
设九宾礼 拜上大夫	三三六
赴渑池会 进秦王缶	三三八
引车避隙 负荆请罪	三四二

【 屈原贾生列传 】

因才重用 以能遭谗	三四八
怀愤作赋 抱忠眷国	三五一
行吟泽畔 赴沉江中	三五五

【 淮阴侯列传 】

寄亭长食 忍胯下辱	三六〇
始为郎中 卒拜大将	三六五
评论刘项 攻打京索	三六八
下魏破代 斩君擒王	三七三
请汉王封 谢楚使劝	三八一
徙封楚王 厚报漂母	三八四



降淮阴侯 答高皇帝	三八七
夷灭三族 赦免一人	三九〇

【 李将军列传 】

良家子弟 边郡太守	三九六
擒射雕手 调未央宫	四〇〇
马邑无功 雁门有险	四〇五
猎蓝田山 斩霸陵尉	四〇九
身有美号 家无余财	四一一
出右北平 斗左贤王	四一四
一人揽过 万民垂泪	四一八

应用指南：碘-131 治疗应用

放射性碘-131 治疗原理

当距辐射源的距离增大，来自源的辐射强度随距离平方值增长而减小。这个原理通过辐射源的安放位置可以有利地加以应用，这就是将放射源放在癌细胞靠近处，这些细胞因此得到高的辐射剂量，而在比较远处的正常健康细胞得到较低的、不太会引起损伤的剂量。这种形式的治疗被称为近距离放射治疗。基本方法则是把放射性物质置于癌细胞内。在这种情况下，对带有放射性物质的细胞产生的剂量变得非常高。如果正常细胞不吸收放射性物质，它们的剂量仍然是很低的。因为碘进入甲状腺细胞，放射性碘（通常是同位素碘-131）可以此种合适的方式来治疗某些类型的甲状腺癌或者用于对甲状腺激素过量生成（甲状腺亢进）的治疗。

用碘-131 治疗，给病人用药或是口服（溶液或胶囊）或是静脉注射。甲状腺亢进治疗，通常用 1 GBq 左右的碘-131。接受癌症治疗的病人，通常用 3—6 GBq 的碘-131。不建议让病人立即回家，而是应该让他或她留在医院里几小时到几天的时间。允许病人回家的最大活度取决于国家的实际情况和病人的个体情况，这个范围通常在 0.2 到 1GBq 之间。

碘-131 的物理特性如下所示：

碘-131 发射 β 和 γ 两种辐射。对含有碘的细胞的剂量主要是由 β 粒子产生的，远处剂量主要是由 γ 射线产生的。

碘-131 样品的放射性以 8 天的半衰期随时间衰变，因此，一个今天装有 2 GBq 碘-131 的小药剂瓶，8

碘-131 的特性

半衰期	辐射类型	能量 (MeV)	γ 因子 (在 1 m 处, mSv/GBq · h)	铅半值层 (cm)
8 天	β	0.61 (最大)	0.058	0.3
	γ	0.364		

天后, 将仅有 1 GBq, 16 天后, 将为 0.5 GBq, 如此减少下去。在人体内, 放射性碘量的减少要快得多, 因为除放射性衰变外, 人体也排泄碘。对于一个正常人, 体内碘-131 量每三天约减少一半。人体内放射性活度降低一半所需要的时间称为有效半减期。当患者的疾病能引起碘滞留时, 其有效半减期可能比三天长得多 (但绝不会长于 8 天)。

碘-131 治疗中的辐射防护

与应用碘-131 治疗有关的辐射防护, 必须注意辐射照射和放射性污染两种危险。对丢失和未计量的放射性物质也必须考虑。

辐射照射

三个主要考虑因素是: 时间、距离和屏蔽。

时间: 当为病人准备放射性物质时, 在从屏蔽容器中取出放射性物质前, 一定要计划好做什么并准备好所有设备的容器。所有与带有放射性碘的病人相接触的工作人员呆在病人附近的时间不应超过适当护理病人所需要的时间。

距离: 决不要用手指操作放射性物质, 不管是装有液体放射性物质的容器还是药剂瓶, 而要使用工具, 如镊子; 在所有的时间里, 要尽可能远离放射源和迅速地执行必需的职

责。护理人员在履行职责时，在不影响照顾病人的前提下，与病人之间要保持尽可能大的距离。

屏蔽：碘-131 应该保存在屏蔽物的后面（在贮存库里用铅块屏蔽，当运送时，放在屏蔽运输容器中），分析过程中和给病人用药时除外。一旦病人带有碘-131 时，应当用屏蔽板对工作人员和探视人员提供某些防护。要把剂量降低到可接受的水平，通常需要 1 或 2 厘米厚的铅。X 线透视用的围裙不能防护碘-131 的辐射。

为了病人和公众的安全，房间外面的剂量率应保持在可接受的水平，例如在公众接近的地区为 $6\ \mu\text{Sv/h}$ 。为了遵守这些要求，对治疗室加以屏蔽或使邻近的房间空置无人（对碘治疗的其他病人除外）是必需的。

放射性污染

当从事碘-131 工作的时候，应始终注意放射性污染的潜在危险，这种污染的危险来自以下的可能性：本身从事放射性工作的人员，或与带有放射性碘的病人打交道的人员，都可能使一些放射性碘进入他们的体内，对他们的甲状腺产生高辐射剂量。碘可能通过嘴、直接穿过皮肤或吸入空气中的气化碘而被吸收进入体内。防止放射性污染的第一道防线是从事碘-131 工作的时候穿戴容易处理的塑料防护服或用工具操作碘-131。

重要的放射性污染源包括：

气载碘蒸气。碘放出蒸气，含碘-131 的溶液有最大的危险。碘-131 容器应始终被保存好，应在通风柜内操作。就这种危险而论，应该使用胶囊代替液体。

病人体液 进入病人体内的碘在头 24 小时里约有 80% 出现在尿中^①。这意味着病人尿中包含着大量碘-131。在任何情况下，尿必须收集起来，并按照地方法规作为放射性废物处理。对于甲状腺癌治疗，下述是一种好的做法：将治疗后头 24 个小时的尿贮存在密封容器中，放在加锁的屏蔽房间里，让其衰变 2 个月左右，而后排放到下水道系统。然而，最好的办法是：让病人呆在一个专门的房间里治疗，房间里的厕所与一个隔离开的贮存容器相联通。当护理病人的时候，工作人员应始终穿戴易于处理的塑料手套、围裙以保护衣服。对病人换下来的衣服，必须进行污染检查，如果被污染，必须分开清洗。任何不能清洗的东西，必须贮存在放射源贮存库里，在那里经过一定时间，通过放射性衰变，污染最终将消失。

接触源物质 放射性碘常常污染容器外面，由于人员接触容器本身或者操纵容器所使用的工具，污染可能传播扩大。假定用于操作碘-131 的所有工具可能被污染，将它们放在靠近通风柜处易于处理的纸垫上（为了防止桌面的污染）。不戴手套决不要接触这些工具，并且决不要将它们用于其它目的。

溢出物质 为了限制由容器溢洒放射性物质产生的污染危险，容器应始终放在易于处理的、盘中垫着背面覆有塑料的吸附衬垫，周围有高边的托盘上，以包容污染。本手册给出了关于放射性药物安全应用的典型规则。

放射性物质丢失或其它原因失踪的防止

从放射性物质运抵直至应用或处置，建立详细的

^① 此处指人体未吸收部分中有 80% 在 24 小时内自尿排出。——译者注

登记制度，能最好地防止其丢失。应该设置记录本，它至少包括下列资料：同位素名称、日期、组或批数、容器序数、分析日期、总计分析活度和体积。同样的资料也必须反映在容器的标签上。

使用后，在作普通废物处置以前，可以把容器本身贮存在一间带锁的贮存库里，等待放射性衰变。

对人员照射的评估

对使用碘-131 的工作人员的监测必须包括对碘的辐射照射的评估和他们是否摄入碘到体内。他们的个人剂量计显示照射量水平。为确认进入他们体内碘的量是很少的，可以像对病人所做的一样对他们进行甲状腺计数。

有关碘-131 治疗方案的准备

碘-131 治疗方案执行前，应该保证：

(1) 要对包括制订方案的所有工作人员进行适当的培训，使他们知道本手册给出的安全应用规则。

(2) 设施要有贮存和准备放射性物质的房间，在这些房间里的通风柜正面要有一定的带屏蔽的区域。房间的墙和地板的表面要容易去污。贮存房间不应是通道，也不应是与碘-131 治疗无关的人员所共用的房间。贮存设施应有安全屏障，防止未经许可接近辐射源，而且还要维持可接受的辐射水平（例如 $20 \mu\text{Sv/h}$ ）。用薄铅玻璃窗保护从事辐射源工作人员的眼睛。

(3) 治疗房间可以是邻近贮存与准备房间的另一个房间，或者是病房本身。治疗房间的墙和地板表面应容易去污。

(4) 设施里要提供足够的用于操作放射源的远距离操作工具，带唇型结构和吸附衬垫的托盘。

(5) 治疗计划里涉及的所有人员，要配备和佩戴

个人剂量计，要配备两个盖革计数器：一个在贮存室里使用，一个在贮存室外使用，用以应付万一源发生泄漏和污染了其他探测器的情况。

(6) 要建立登记制度，以便掌握源物质的去向。

(7) 要为放射性废物的处置，特别是尿的处置，建立适当的制度。

碘-131 对某些甲状腺病人可提供有效的治疗，但草率处理或者没有充分的准备可能是危险的。

放射性药物安全应用的典型规则

对放射性药物的安全应用，你可以使用如下的规则，或者，如果你愿意的话，可建立自己的规则。

典型的规则

(1) 在使用放射性物质区，在整个工作时间内，要穿实验室（用）工作服，或其他防护服。

(2) 在操作放射性物质的整个时间里，要戴易处理的手套。

(3) 在每一过程之后，或者在离开工作区之前，在低本底区用晶体探测器或电离室测量手的污染。

(4) 对于常规的多种不同剂量的药瓶的分装和对病人给予放射性药剂，可使用注射器屏蔽体，但禁忌使用它们的情况（例如隐型静脉窦、婴幼儿）例外。对这些例外的情况，要考虑其他的防护措施，例如远距离输送放射性药剂（例如通过使用蝶形阀）。

(5) 在任何贮存或应用放射性物质的地方，不要吃、喝、吸烟或使用化妆品。

(6) 在贮存和应用放射性物质区，不要贮存食物、饮料或私人物品。

(7) 在应用和贮存放射性物质区、在所有时间里，要佩带个人监测设备。这些设备要按照辐射安全官员

的指示佩带。当未用于监测职业照射时，个人监测设备应存放在工作场所内标明为低本底的区域中。

(8) 在清洗放射性药剂发生器的过程中，放射性药剂的准备、检测和注射过程以及当治疗过程中扶助病人时，要戴指环式个人监测计。

(9) 放射性废物的处理只能在规定的、贴有标签的、具有适当屏蔽的容器中。

(10) 决不能用嘴吸移液管。

(11) 所有副产品^①的贮存区、准备和管理区域，要每周一次地进行污染擦拭检验。如果必要的话，进行去污，或者为了使放射性衰变，保护好这个地区。

(12) 要每天用辐射探测仪对发生器贮存库、准备区和注射区域进行污染检查。如果必要的话，要进行去污或保护好这个区域待放射性衰变到适当程度。

(13) 放射性溶液应置于具有明显标志的屏蔽容器中。放射性药剂的多种不同剂量的诊断容器和治疗容器要标明所具有的同位素、化合物名称和收到或制备的日期及时间。应该使用记录本记录上述的资料以及制备好的总放射性活度，在特定时间的比活度（以 Bq/cm^3 表示），制备好的总体积，剩余的总体积，测得的每一个病人一次用药放射性活度和任何其他的适当的资料。注射器和每份药剂应标明所具有的放射性药剂名称或其缩写，研究的类型或病人姓名。

(14) 在给病人用药前，要用剂量校准器检测每一个病人的药量，如果药的剂量值大于处方剂量值的 10% 就不要使用，但处方的剂量值低于 $10 \mu\text{Ci}$ (370 kBq) 的除外。当测量药的剂量值时，不必考虑注射器壁粘着的或注射针里剩余的放射性。在给药前，核对

① 副产品这里指放射性废物或残留有放射性的物品。——译者注

病人的姓名、身份证明号码，处方的放射性核素、化学形态和剂量值。

(15) 溢流源、注射器、废物和其他放射性物质要始终保存在屏蔽容器里。

(16) 由于即使带有少量放射性的源在接触处也呈现出高剂量率，应当用手拉车或轮椅搬运溢流源、废物和其他放射性物质。

辐射安全检查表

用于体内带有放射性核素的出院病人

病人姓名：_____ 年龄：_____

地址：_____ 电话号码：_____

被询问者姓名：_____

居住情况：_____

在大住宅区里，可能的近邻、家庭成员的姓名、关系、年龄：_____

经常到住处的访问者：_____

经常被病人访问的人：_____

问题讨论：

—排出的源的处理

—分床居住的重要性

—距离的重要性

—对年轻人特别照顾的重要性

—住院或死亡情况的处理

发给的胶片佩章剂量计：_____

身份证明卡或发给的袖标_____

日期：_____

内科医生或辐射防护主管者