

核素治疗指南

主编 蒋宁一



原子能出版社

核素治疗指南

主编 蒋宁一

编者 卢献平 刘 生 邵季书

梁九根 蒋宁一

审校 吕 斌

原子能出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

核素治疗指南/蒋宁一主编. —北京:原子能出版社,1999.6

ISBN 7-5022-1997-8

I. 核… II. 蒋… III. ①核素②治疗 IV. R817.5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 06158 号

内 容 简 介

放射性核素治疗(简称核素治疗)已成为临床治疗的一种有效方法。本书简介了核素治疗知识,包括核医学概念、原子核基本知识、治疗用核素药物,甲状腺疾病的核素诊断与治疗,皮肤病的敷贴治疗,骨转移瘤的治疗,常用核素治疗方法及核素治疗护理特点等。本书文字浅显易懂,内容简明扼要,可供基层核医学专业技术人员和核医学科医生、护士及医学生参阅;对一般群众及接受核素治疗的患者和家属可将本书视为核素治疗就医指南,从中了解核素治疗有关知识。

原子能出版社出版 发行

责任编辑:武玉妹 李 镁

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 新华书店经销

开本:787×1092 mm 1/32 印张:2.562 字数:58 千字

1999 年 6 月北京第 1 版 1999 年 6 月北京第 1 次印刷

印数: 1—3200

定价:6.00 元



石镜

序

放射性核素治疗是核医学领域中的一个重要组成部分,在我国自 50 年代后期开创以来迄今已有 40 余年的历史。随着我国核技术的发展,用于临床治疗的放射性核素和放射性药物的研制及生产,无论在品种或质量上多已达到或接进国际先进水平,而且在数量上也能满足医疗和科研上的需要,为普及推广应用提供了有利的条件。

改革开放以来,广东省核医学事业有了较长足的进步,应用放射性核素作为治疗一些疾病的手段,已普及到大部分县市级医院。随着科学技术的进步,放射性核素治疗以其药物具有选择性集聚在病变部位的独特优势,正逐渐拓展其治疗应用范围,并已显出良好的前景。

本书概括地介绍了放射性核素治疗的有关基础知识、技能和应用范畴。书中内容丰富,阐述简明,重点突出,实用性强,不仅适合基层核医学专业技术人员 and 有关临床科室的医师们参阅,亦可供患者及病人家属阅读。

放射性核素治疗正面临进一步推广、开拓、提高的时期,我相信本书的出版,对全国放射性核素治疗的普及与提高,将会起着良好的作用。

石 锐

1999年3月

引 言

蒋 宁 一



核素治疗是本世纪初兴起的一种新的治疗方法,经过几十年的临床实践和总结,不断完善,不断发展,已成为核医学的一个重要组成部分。由于它具有方法简便、疗效可靠、无创伤、无严重副作用、见效快和疗程短等优点,越来越受到临床的重视。目前,核素治疗已应用于许多临床学科的疾病,如肿瘤科、内分泌科、皮肤科、

内科、外科、妇科、耳鼻喉科及血液科等。放射性核素治疗为一般临床学科难以解决或不能很好解决的一系列疾病提供了比较有效的治疗手段。但是,在临床应用中经常遇到一些病人和家属提出这样或那样的问题;也有些非核医学专业的医生,对核素治疗的原理与方法不太了解,在采用核素治疗时有顾虑,特别是担心射线所产生的副作用。为了使大家对核素治疗有一个全面的认识 and 了解,在临床中更好的配合核医学科医生进行核素治疗,使核医学知识更进一步普及,作者们特编写了此小册子供大家学习参考。

全书共分 10 部分:1 中主要介绍有关核医学治疗的基础

知识(蒋宁一编写);2~5中介绍甲状腺疾病的核素诊断与治疗(刘生、梁九根编写);6中介绍皮肤病的核素敷贴治疗(卢献平编写);7,8中介绍骨转移癌疼痛及血液病的放射性核素治疗(蒋宁一编写);9中介绍了常用核素治疗方法(蒋宁一编写);10中介绍核素治疗的护理知识(邵季书编写);全书由吕斌教授审校。

在编写本书过程中得到中山医科大学孙逸仙纪念医院领导的大力支持,副院长陈积圣教授、科研科唐运昭科长给予了具体指导和帮助;放射科梁碧玲教授对本书的出版发行给予大力支持;广东核医学界专家石锐教授、曾世荃教授对本书的构思及写作提出具体指导,在此一并表示衷心的感谢。

编者水平有限,本书无论在题材的选择还是在具体内容叙述上,都会存在不少缺点和不妥之处,恳请各位读者提出批评和指正。

蒋宁一

1999年1月

目 录

1	概述	(1)
1.1	核医学的定义和内容	(1)
1.2	原子核基本知识	(2)
1.3	治疗用放射性药物及其治疗机制	(6)
2	甲状腺疾病的病因与诊断	(8)
2.1	甲状腺解剖与生理作用	(8)
2.2	甲状腺疾病的分类	(9)
2.3	甲状腺功能亢进症的病因	(9)
2.4	甲状腺疾病的诊断	(11)
2.5	甲状腺疾病患者求医指南	(19)
3	放射性核素 ¹³¹ I 治疗甲状腺机能亢进症	(22)
3.1	甲亢治疗概况	(22)
3.2	¹³¹ I 治疗甲亢原理	(23)
3.3	适应症和相对适应症	(23)
3.4	禁忌症	(25)
3.5	治疗方法	(25)
3.6	治疗效果	(29)
3.7	治疗反应	(31)
3.8	注意事项	(34)
4	放射性核素 ¹³¹ I 治疗甲状腺腺瘤	(36)
4.1	适应症	(36)
4.2	治疗方法	(36)

4.3	治疗前后注意事项	(36)
4.4	疗效	(36)
4.5	随访	(37)
5	放射性核素 ¹³¹ I 治疗甲状腺癌转移灶	(38)
5.1	治疗原理	(38)
5.2	适应症	(39)
5.3	治疗方法	(39)
5.4	治疗反应	(40)
5.5	治疗效果	(41)
6	放射性核素敷贴治疗	(42)
6.1	放射性核素 ³² P 治疗皮肤血管瘤	(42)
6.2	⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y 敷贴器治疗皮肤血管瘤	(48)
6.3	其它皮肤粘膜疾患的核素敷贴治疗	(50)
7	骨转移癌疼痛的放射性核素治疗	(53)
7.1	骨痛的病理生理学	(53)
7.2	放射性核素治疗骨转移疼痛的机理	(54)
7.3	常用的放射性药物	(54)
7.4	适应症与禁忌症	(54)
7.5	治疗方式	(55)
7.6	副反应	(55)
7.7	疗效	(55)
8	³² P 治疗血液病	(56)
8.1	真性红细胞增多症	(56)
8.2	原发性血小板增多症	(57)
8.3	慢性白血病	(58)
8.4	其它疾病	(58)
9	其它核素治疗方法简介	(60)

9.1 放射性微球栓塞治疗	(60)
9.2 腔内治疗	(60)
9.3 间质治疗	(61)
9.4 囊内治疗	(62)
9.5 组织间插植治疗	(62)
9.6 核素受体介导的靶向治疗	(62)
9.7 肿瘤的放射免疫治疗	(63)
9.8 前列腺增生治疗简介	(64)
9.9 $^{99}\text{Tc-MDP}$ 治疗类风湿性关节炎	(65)
10 核素治疗的护理	(68)
10.1 心理护理	(68)
10.2 一般护理	(68)
10.3 内照射治疗护理	(69)
10.4 外照射治疗护理	(71)
主要参考文献	(72)

1 概 述

1.1 核医学的定义和内容

核医学旧称原子核医学,也有人称之为原子医学或同位素医学。它是利用放射性核素的电离辐射进行医学理论基础研究及临床医学应用的一门学科,是核技术和医学相结合的一门新兴学科,是现代医学中很重要而且很有生命力的一门新学科,也是人类和平利用核能的一个重要方面。核医学本身分临床核医学和基础核医学两大部分,总任务是用核技术诊断、治疗和研究疾病。目前在我国各大、中型医院及某些县级医院都设有核医学科(或称同位素科)。它的主要任务是对病人进行核素诊断和治疗。

临床核医学的主要内容是应用核技术诊断和治疗有关疾病。它又可派生出许多专科,如心血管核医学、内分泌核医学、消化核医学、肿瘤核医学、儿童核医学等等。从应用功能方面可分为诊断核医学(功能测定及显像)、标本测量核医学及治疗核医学。

医生根据检查目的,给病人口服或静脉注射,或采用其它方法引入某种放射性药物。这些药物进入人体后就以示踪剂的身份参加体内循环和代谢,并不断发射 γ 射线。这时,医生在体外使用专用放射性探测仪器追踪检查,如单光子发射型计算机断层(SPECT)、 γ 照相机、肾图仪等,经过一定的光电信号转换成能以数字、曲线、图像或照片的形式以显示病人体内脏器的功能和形态,为临床医学提供极有价值的病情诊断

资料。这种核医学检查方法具有灵敏度高、特异性好、无创伤、简单快速等特点,而且能直接反映脏器的代谢功能,这是其它显像技术无法做到的。它已成为影像诊断学方面不可缺少的一项新技术。利用它可以显示人体内几乎所有的脏器,如大脑、心脏、血管、肝、胆、脾、肾、甲状腺、骨等。

标本测量是一种微量物质检测技术,主要用于临床诊断疾病,包括体外配体结合分析和活化分析两大类。前者指用放射免疫分析等方法对血、尿、体液等标本测定人体内微量物质,如激素、酶等,后者主要用来测定人体必需的微量元素,如锌、铜、铁、碘等。这两项核技术都是体外测量,检查时只需少量标本就能达到检测目的。

核素治疗是利用放射性核素发射的 β 射线,作用于病变细胞和组织,达到治疗目的。放射性 ^{131}I 可以用来治疗甲状腺机能亢进症、甲状腺癌及转移灶,称为无形手术刀; ^{32}P 在治疗某些皮肤病时效果显著。特别是核素治疗肿瘤的方法深受临床欢迎。近年来,除了常规的肿瘤局部注射治疗、间腔隙注射治疗、动脉栓塞治疗以外,还开展了核导弹方法治疗。医生选用一些亲肿瘤的单克隆抗体作为“运输火箭”,再配上放射性核素作为“核弹头”,给病人静脉注射这些核素药物后,它们会自动“导航”,直接进入肿瘤组织,并在肿瘤组织内不断地发出射线杀死肿瘤细胞,以达到治疗的目的。

1.2 原子核基本知识

为了对核医学及使用核素治疗疾病有比较全面的了解,下面介绍一些有关的原子核物理知识。

地球上所有的物质都是由元素构成,组成元素的最小单位是原子,原子很小,1亿个氢原子连接起来也只有1 cm长。

原子是用任何化学方法都不能分割的最小粒子,化学上把同种原子叫做元素。至今,元素周期表中列出 92 种天然元素,加上人工制造的总数可达 100 多种,虽然不同元素的原子具有不同的性质,但是它们的构造都很相似。在原子的中心有 1 个原子核,原子核的外围有若干个电子围绕着原子核按一定的轨道运行。原子核由带正电荷的质子和不带电的中子组成,在其核内具有一定数目的中子和质子以及特定能态的一类原子核称为核素。常用符号 ${}_Z^AX$ 表示,其中 X 为元素符号, Z 是原子序数, A 是质量数, Z 常省略,因此书写中常以 AX 表示,如 ^{32}P (磷-32), ^{131}I (碘-131), ^{90}Y (钇-90)等。目前,人们已知有 2000 多种天然和人工核素。

原子核内含有相同质子数的原子,属于同一种元素,同一种元素的原子可以是不同的核素。原子核内质子数相同而中子数不同的核素,彼此称为同位素,如 ^{125}I (碘-125), ^{131}I (碘-131), ^{123}I (碘-123)互为同位素。核内质子数和中子数都相同而能量状态不同的核素,互称同质异能素,如 ^{99m}Tc (锝-99m)和 ^{99}Tc (锝-99),其中 m 表示核素处于激发态。处于激发态的核素都很不稳定,要释放过剩的能量而回到基态。

核素按其原子核的稳定程度分为稳定性核素和不稳定性核素。核内核子之间存在着一种引力,又叫核力,而带正电的质子之间又存在一种斥力,原子核能否稳定,取决于这两种内在力量是否平衡。当核内中子和质子数保持一定比例,两种力量平稳,没有外来因素(如高能粒子的轰击)作用时的核素处于稳定状态。相反,不稳定核素,即放射性核素是指原子核不稳定,其核内容易发生结构或能级的变化,能自发地发出某种射线而转变为别的核素。这种核内结构或能级的调整,即核转化过程,称为放射性衰变或核衰变。

核衰变的方式主要有三种,发射出 α 射线的现象叫做 α 衰变;发出 β 射线的现象叫做 β 衰变,包括 β^- 衰变和 β^+ 衰变;发出 γ 射线的现象叫做 γ 衰变,包括电子俘获, γ 跃迁和同质异能跃迁。 α 射线是氦原子核的核子流,其能量为几兆电子伏(MeV),速度较低,为光速的 $1/10$,电离本领很强而穿透力很差,一张薄纸或一张薄铝箔就能挡住,医学上比较少用。 β 射线是从原子核中发射出来的高速电子,能量为 $1/10$ 到几 MeV,速度接近光速,电离本领远低于 α 射线,穿透本领强于 α 射线,医学中常用于治疗疾病。 γ 射线是一种电磁波,与可见光、特征性 X 射线相比只是一种能量更高的光子。其能量通常在几十 keV 到 MeV 范围,不同的是,它是原子核从高能状态跃迁到低能状态而产生的,其穿透本领最强,可穿透几厘米厚的铝板,医学中常选用低能的 γ 射线用作显像诊断。

放射性核素衰变与周围环境如温度、压力、湿度等无关,但是它遵循一定规律衰减,即指数函数衰减规律。放射性核素在单位时间内衰变的原子核数与现有的原子核数成正比,每一种放射性核素都有自己固定的单位时间内衰变百分数,叫做衰变常数(λ)。单位时间内原子核衰变的数量定义为放射性活度。放射性活度随时间按指数规律减少,放射性活度减少至一半所需的时间称为物理半衰期($T_{1/2}$)。核医学中还常使用生物半排期(T_b)和有效半减期(T_e)。 T_b 是指生物体内的放射性核素由于生物代谢从体内排出一半所需要的时间; T_e 是指体内放射性核素由于生物代谢和放射性衰变的共同作用,减少到原来的半数所需的时间。

描述放射性活度常以单位时间内发生衰变的原子核数来表示,它的单位是 s^{-1} ,原用居里(Ci),专名贝可[勒尔](Bq)。

1 Bq 表示每秒内有 1 次核衰变($1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$)。医学中还有一种应用较多的量叫吸收剂量。它表示被照射物质吸收任何电离辐射能量的辐射量,其含义是单位质量的物质所吸收的平均辐射能量,专用单位为戈瑞(Gy),原用拉德(rad)。在核素治疗疾病时,医生常常开处方以某种核素为多少 MBq (mCi)口服或静脉注射用,如 ^{32}P 敷贴治疗皮肤病时,病历上常写上每平方厘米多少兆贝可(MBq),敷贴多少时间。吸收剂量常常用来表示病人用药后病灶部位可以达到的量,如一个甲亢患者口服 ^{131}I 296 MBq(8 mCi),甲状腺受 β 射线的内照射吸收剂量为 62 Gy(6200rad)。剂量当量比较常用,它是在吸收剂量的基础上考虑到生物学效应的不同而设置的一种电离辐射量,它直接反映各种射线被吸收引起的生物学效应的电离辐射量,其含义是组织中某一点的吸收剂量、射线的品质因素和其它一些修正因子的乘积,单位专用名为希沃特(Sv)或雷姆(rem)。有关辐射剂量学还有其它一些单位和名称,就不在这里一一解释。

电离辐射是指直接电离粒子(α , β , 电子等)或间接电离粒子(γ , X, 中子等)或两者混合所组成的核射线的统称。核射线的物理效应也称射线与物质的相互作用。这里主要介绍带电粒子与物质的相互作用,各种作用中,最主要的有电离和激发。电离作用是指射线使物质中的电子失去轨道而形成正负离子对,这是射线引起物理、化学变化及生物效应的主要机制;激发作用是指使某些原子的轨道电子从低能级跃迁至高能级,当该电子退激时,这部分能量以光或热能形式释出,它也是引起物理、化学变化和生物效应的机制之一,电离和激发作用均是核医学治疗疾病的机理所在。其它一些作用不在此里详述。

1.3 治疗用放射性药物及其治疗机制

放射性药物是为诊断及治疗而引入体内的放射性核素及带有放射性核素的标记化合物。例如 $^{153}\text{Sm-EDTMP}$ (标记化合物)、 $\text{Na } ^{131}\text{I}$ (简单化合物)以及放射性核素形成的各种胶体、微球等均为放射性药物。放射性核素是放射性药物的重要组成部分,而某些医用放射性核素在自然界并不存在,但可以通过反应堆、发生器和加速器生产。现在已发现的 1700 多种放射性核素中,绝大多数是人工生产的,通常称为人工放射性核素。

1.3.1 治疗中常用的放射性药物及其特点

目前国内最常用于治疗的放射性核素及其药物主要是含有 β 衰变类核素,见下表。

表 1 常见治疗用放射性药物物理特征及用途

核素	半衰期 (d)	衰变 方式	主要能量 (MeV)	主要用途
^{32}P (磷-32)	14.3	β^-	1.71	血液病、淋巴瘤、皮肤病
^{131}I (碘-131)	8.04	β, γ	0.607(有 γ)	甲亢、肿瘤
^{89}Sr (锶-89)	50.5	β^-	1.49	皮肤病
^{90}Y (钇-90)	2.67	β^-	2.29	肿瘤
^{153}Sm (钐-153)	1.96	β, γ	2.23(有 γ)	骨肿瘤,转移癌性骨痛
^{186}Re (铼-186)	3.8	β, γ	3.49(有 γ)	肿瘤,转移癌性骨痛
^{188}Re (铼-188)	0.71	β, γ	7.64(有 γ)	肿瘤

放射性药物的特点如下:

(1) 含有放射性 不言而喻,这类药物不同于一般药物的是含有放射性,它包括药用的放射性核素本身和含有放射性核素的化合物。药的实用部分是放射性核素。

(2) 有合适的半衰期 即放射性核素活度衰减到原来活度 1/2 时需要的时间。治疗用放射性药物要选择合适的半衰期核素。

(3) 理想的核素衰变方式和射线能量 治疗用放射性药物一般选用 β 衰变类核素, 能量适中。

(4) 理想的生物学特性 即药物进入机体后, 其生物学行为有利于治疗。

1.3.2 放射性药物的治疗作用机制

核素治疗主要取决于射线对病变局部的作用。根据放射生物学和肿瘤放射生物学的理论, 生物体内的细胞被核射线作用都是传递能量的过程, 在这个过程中发生电离和激发, 从而产生辐射生物效应, 达到治疗效果。

组织细胞吸收能量后, 各种成分产生电离。每个电离或激发动作传递的能量大约可使 100 个氢键断裂, 仅此并不会造成组织出现显著异常, 因为病变组织和正常组织类同, 其结构严密复杂, 修复能力强。这里还有另外两个原因, 治疗使用的放射性核素活度以作用的病变组织为主, 其次是被核射线作用的病变组织和正常生物组织一样, 在上述能量传递和化学变化的基础上存在着若干环节上的连锁反应增强机制, 包括物理增强机制、化学增强机制和生物化学加强机制等。