

Mingmingbaibai
Zuo Fangshexing Hesu Zhiliao

明明白白

做

放射性核素 治疗

- 
- 哪些疾病能使用
放射性核素治疗？
 - 放射性核素治疗
是否安全？
 - 治疗过程中应该
注意哪些营养问题？

陈绍亮 主编
许兰文

放射性核素治疗常用于甲状腺功能亢进，甲状腺癌，
肿瘤骨转移，皮肤病和前列腺癌等，疗效肯定，使用安全。

如果您对放射性核素治疗还不十分了解，
甚至怀有恐惧情绪，就请您读一下这本小册子。



科学出版社

明明白白看病系列丛书

明明白白做放射性核素治疗

陈绍亮 许兰文 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以问答的形式,力图用最通俗的语言,讲解放射性核素能够治疗哪些疾病、治疗的原理和注意事项,告诉读者哪些疾病适合放射性核素治疗,做治疗前需要做哪些准备,治疗过程中要注意什么,一次治疗要经受多少辐射剂量,如何判断治疗的效果,对患者、对家属是否安全。此外,本书首次涉及放射性核素治疗过程中的营养问题,对于何时需要忌碘,如何选择含碘量低的食物,放射性治疗过程中对蛋白质、维生素、矿物质的补充都进行了叙述。有利于您充分利用现代医学的成果,使疾病得到合理而适当的治疗。

本书是明明白白看病系列丛书中的一册,语言通俗,内容丰富,图像优良,适合于中学文化水平以上的读者阅读,也适合于广大临床医师阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

明明白白做放射性核素治疗 / 陈绍亮, 许兰文主编.
— 北京: 科学出版社, 2014.2
ISBN 978-7-03-039257-2

I. ①明… II. ①陈… ②许… III. ①放射性同位素
— 放射治疗学—问题解答 IV. ①R817.5-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第291772号

责任编辑: 潘志坚 叶成杰
责任印制: 刘 学 / 封面设计: 殷 靓

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

上海叶大印务发展有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年2月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2014年2月第一次印刷 印张: 8 插页: 1

字数: 183 000

定价: 25.00 元

《明明白白做放射性核素治疗》

编委名单

主 编 陈绍亮 许兰文

编 委 (按姓氏拼音排序)

陈仰纯 程爱萍 高克家 葛 琦

谷晓云 何 薇 李蓓蕾 李文罡

马宏星 彭屹峰 苏晓丽 王 燕

王卫东 魏之星 徐本华 许长德

叶黛西 张 倩 张 汐 周 易

朱明凤

前言

治疗核医学是临床核医学的重要组成部分。它的特点是将放射性药物或放射性器械引入需要治疗的组织,即靶组织中,通过靶组织内部的照射、或与靶组织非常接近的近距离照射引起的效应杀灭肿瘤或消除病变。它与常用的直线加速器产生高能量X射线及电子束治疗病变的相同之处在于它们所利用的都是放射线照射所产生的生物及物理效应,而它们的差异在于直线加速器等产生的射线是要穿透人体组织才能到达病变细胞,而核医学治疗是从病变组织近旁、甚至是从病变组织内部发射射线。因此,相对于从外部照射的外放射治疗,核医学的放射治疗又称之为“内放射”治疗。

内放射可以治疗许多疾病,例如甲状腺功能亢进、甲状腺癌转移灶、肿瘤骨转移疼痛、一些肿瘤疾病和一些皮肤疾患等。近年来放射性近距离治疗的应用,特别是放射性粒子对包括前列腺癌在内的多种肿瘤的治疗,更是大放异彩,在国内外得到广泛应用。

在医疗实践过程中,笔者发现患者对核素内放射治疗还不是十分了解,甚至对内放射治疗怀有恐惧情绪。但是经过解释和介绍,患者都

消除了顾虑,安心、放心、愉快地接受了治疗,并且获得了预期的效果。因此,笔者认为,对患者的解释和宣教工作非常重要。这本书的许多内容,都是笔者在医治疾病时反复与病患宣教讲解的东西。

这本书记录了笔者和笔者的同事们几十年临床治疗的经验和体会,有些内容更是研究生们的研究成果。期望通过这种形式的交流,能使读者了解内放射治疗,能使患者消除恐惧情绪,让患者得到最有效的治疗,造福患者。

本人水平有限,本书不尽人意之处,敬请广大读者批评指正。期待读者进一步提出问题和反馈意见。

陈绍亮

2012年10月18日

目录

前 言

第一章 放射性核素治疗的特点	1
放射性核素治疗的基本概念	1
射线与物质的相互作用	16
接受放射性核素内照射治疗患者的营养支持	20
第二章 放射性核素治疗甲状腺癌转移灶	27
为什么能用放射性核素治疗甲状腺癌转移灶	27
^{131}I 清除残留甲状腺组织(清甲)	32
^{131}I 治疗分化型甲状腺癌转移灶	48
^{131}I 治疗分化型甲状腺癌的放射防护和辐射安全	65
^{131}I 治疗分化型甲状腺癌转移灶的营养问题	67
第三章 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症	76
^{131}I 治疗甲亢的方法和优缺点	76
^{131}I 治疗甲亢的安全性	109

特殊人群甲状腺功能亢进症的治疗	112
^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症的摄食和营养问题	114
甲状腺功能亢进症的饮食	120
 第四章 ^{131}I 治疗自主功能性甲状腺结节 (AFTN)	123
 第五章 ^{131}I 治疗非毒性甲状腺肿	129
 第六章 放射性核素治疗肿瘤骨转移疼痛	132
一般概述	132
放射性核素治疗肿瘤骨转移疼痛的方法、特点和注意事项	135
各种治疗肿瘤骨转移疼痛的放射性药物的特点和使用方法	144
氯化锶	145
^{153}Sm -乙二胺四甲撑膦酸 (^{153}Sm -EDTMP)	147
^{188}Re -羟乙二磷酸盐 (^{188}Re -HEDP, 商品名 ^{188}Re 依替磷酸盐注射液)	150
^{186}Re -羟乙二磷酸盐 (^{186}Re -HEDP)	156
锝 (^{99}Tc) 亚甲基二磷酸盐注射液 (^{99}Tc -MDP, 商品名云克)	157
治疗骨转移疼痛的其他放射性药物	160
用于治疗骨转移疼痛的放射性药物的横向比较	161
肿瘤骨转移疼痛患者的营养和生活问题	163
 第七章 肿瘤放射免疫治疗	166
 第八章 放射性近距离治疗	171
放射性近距离治疗概况	171

放射性粒子治疗前列腺癌	182
放射性核素插植治疗肺部肿瘤	196
放射性粒子治疗其他肿瘤——脑部肿瘤	199
放射性粒子治疗其他肿瘤——头面、颈部肿瘤	201
放射性粒子治疗其他肿瘤——腹部肿瘤	203
核素内照射预防冠状动脉再狭窄	205
 第九章 放射性胶体腔内治疗肿瘤.....	 207
 第十章 肿瘤的放射性核素动脉介入治疗.....	 211
 第十一章 ^{131}I -MIBG治疗神经内分泌肿瘤	 214
神经内分泌肿瘤和 ^{131}I -MIBG的简单介绍	214
^{131}I -MIBG治疗嗜铬细胞瘤	215
^{131}I -MIBG治疗神经母细胞瘤	221
 第十二章 云克在治疗中的应用.....	 225
 第十三章 皮肤病的放射性核素敷贴治疗.....	 233
放射性核素敷贴治疗的原理和器材	233
皮肤病的敷贴治疗	235
毛细血管瘤敷贴治疗	237
 第十四章 ^{32}P 治疗增生性血液疾病	 239
 缩略语表.....	 242

第一章 放射性核素治疗的特点



放射性核素治疗的基本概念

一、什么是放射性核素治疗？

利用放射性核素衰变过程中发出的射线来治疗疾病的方法，称之为放射性核素治疗。放射性核素治疗主要包括放射性核素靶向治疗、放射性核素介入治疗和放射性核素敷贴治疗等。进行放射性核素治疗的关键是：要将治疗用的放射性药物或者器械引入或放置到要治疗的组织或器官，以求得对病变组织的作用（治疗作用）最大，而对周围组织和身体其余部分的影响（毒副反应）最小。这个“要治疗的组织或器官”就称之为靶组织或靶器官。

二、放射性核素治疗与通常我们熟悉的“放疗”有什么不同？

一般说来，放疗是通过身体外部的放射线照射病变部位，以达到消除病灶的目的。放疗所用的放射线多为X射线等穿透力较强的射线。而放射性核素治疗使用的是放射性核素衰变过程中发出的 α 、 β 等射线，并且多数要将这些放射源引入或放置到要治疗的靶组织。核素衰变所

发射的射线从组织内部照射,因此放射性核素治疗又称之为“内放疗”。

三、原子的基本结构是怎样的?

自然界中的物质都由元素组成,组成元素的基本单位是原子(atom),原子结构与元素的性质有密切关系。不同元素的原子具有不同的性质,但是原子的基本结构大致相同。所有的原子都是由原子核(atomic nucleus)和核外电子(electron)组成(图1-1)。

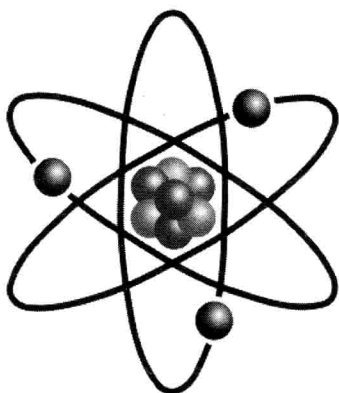


图1-1 原子结构

原子由原子核和核外电子组成。核外电子围绕原子核高速旋转。

原子核由质子和中子组成,质子带有正电荷,中子不带电荷

原子核由质子(proton)和中子(neutron)组成,质子带有一个正电荷,中子不带电荷。带正电荷的质子和电中性的中子统称为核子(nucleon)。

核外电子按照电子层半径由小到大的排列顺序,在一定的轨道上围绕原子核高速旋转。不同的原子有不同核外电子数和电子层数,一般用 n 表示核外电子层数, n 的数值越大电子层的能级越高。用K、L、M、N、O、P、Q……表示从内向不同能级的电子层。如 $n=1$, $n=2$,分别表示K、

L电子层, L电子层半径大于K层, 所以, L层的电子能级比K层电子高。

物质的物理和化学性质基本上取决于核外电子, 而放射性、核转变、核反应等现象则是由原子核的特性所决定。

四、什么是核素?

核素 (nuclide)是具有特定质子数、中子数及核能态, 并且其平均寿命长得足以被观察的一类原子的总称。如 ^{15}O 、 ^{11}C 、 ^{89}Sr 分别属于不同的核素。又如 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{124}I 、 ^{123}I 也属于不同的核素。

五、那么什么是同位素呢? 它与核素有什么不同?

具有相同的质子数、原子序数和化学性质, 而中子数不同的一类核素互称为同位素 (isotope)。如 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{124}I 、 ^{123}I 互为碘元素的同位素, 但它们分别属于不同的核素。它们在门捷列夫元素周期表中占据同一位置, 在物理和化学特性上具有相同的性质, 但在放射性、核转变、核反应等现象上各有其特点。

六、原子核怎样才能保持稳定?

带正电荷的质子和电中性的中子统称为核子, 核子之间有一种强大的短程引力, 称为核力 (nuclear force), 核力能使核子结合在一起。带正电荷的质子之间又存在着一种静电斥力。原子核中的静电斥力与核力是否平衡, 关系到核素的稳定性。

使质子和中子结合在一起的力既不是万有引力, 也不是电磁力, 而是一种特殊的力: 核力。核力是短程强吸引力, 作用距离仅 10^{-15} m ; 100倍于库伦力; 与电荷无关; 具有饱和性, 一个核子只和邻近的几个核子有作用力。

核素分为稳定性核素和放射性核素两种类型。核素原子核的稳定性又取决于核内中子数与质子数的比例,两者之比基本相同时原子核处于稳定状态。当核内中子数或质子数过多时,原子核处于不稳定状态。因此,稳定性核素和放射性核素与核内中子数和质子数的比例有关。

七、什么是稳定性核素?

原子核不会自发地发生核衰变,处于稳定状态的核素,称为稳定性核素 (stable nuclide)。如¹³C就是一种稳定性核素。

八、什么是放射性核素?

不稳定状态的原子核,经过核内结构或能级调整,自发地释放出射线同时转变为另一种原子核,这种核素称为放射性核素 (radionuclide)。这个过程即为放射性核衰变 (radioactive nuclear decay)。放射性核素分为天然和人工生产两种类型,人工生产的放射性核素多数由核反应堆、回旋加速器及核素发生器中获得。核衰变不受外界条件,如温度、压力、电磁场等的影响。

九、放射性核素的核衰变有几种类型?

放射性核素的原子核自发地释放出射线转变成为另一种核素的过程,称之为核衰变。衰变前的核素原子核称母核,衰变后转变为另一种核素的原子核称为子核。放射性核素的核衰变可分为 α 衰变、 β 衰变、 γ 衰变等。

十、什么是 α 衰变? 它有什么特点?

核衰变时释放出 α 粒子的衰变称为 α 衰变 (alpha decay)。 α 衰

变的本质是衰变过程中发射出高速运动的氦原子核(${}^4_2\text{He}$)粒子流,由2个质子和2个中子组成。它带有2个正电荷,质量在所有粒子中是最大的,电离作用也最强。经过 α 衰变后的母核(X)失去2个中子和2个质子,相当于一个氦原子核(${}^4_2\text{He}$)(图1-2)。因此,衰变后产生的子核(Y)质量数减少4,原子序数减少2,同时释放出衰变能(Q)。如:

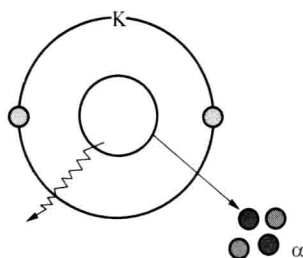
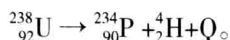


图1-2 α 衰变示意图

α 衰变过程中发射出高速运动的2个质子和2个中子【氦原子核(${}^4_2\text{He}$)】,带有2个正电荷,质量大、电离作用强

α 衰变多发生在原子序数大于82的核素,由于 α 粒子带有电荷,电离能力强,但其质量大,射程短,穿透能力弱,故一张纸就可以阻挡 α 粒子的通过。鉴于 α 粒子的这一物理特性,医学领域试验将 ${}^{211}\text{At}$ 、 ${}^{212}\text{Bi}$ 等释放 α 粒子的核素引入肿瘤细胞内治疗疾病,但难点是如何将这类放射性药物引入需要治疗的部位而不引起给药途径上组织的损伤和破坏。

十一、什么是 β 衰变? 它有什么特点?

核衰变中仅发生原子序数改变,而质量数不变的核衰变方式为 β 衰变(beta decay)。 β 射线的本质是接近光速运动的电子流。 β 衰变

包括 β^- 衰变、 β^+ 衰变和电子俘获三种核衰变方式。

核衰变时释放出 β^- 粒子的衰变被称为 β^- 衰变(negative beta decay)。这种衰变常发生于中子过多的核素,由于核内的一个中子转化为质子,同时释放出 β^- 粒子、反中微子(antineutrino, $\bar{\nu}$)和能量,使原子核内的中子和质子达到平衡(图1-3)。 β^- 衰变后子核的质量数不变,原子序数增加1。如: $^{32}_{15}\text{P} \rightarrow ^{32}_{16}\text{S} + \beta^- + \bar{\nu} + 1.71 \text{ MeV}$

β^- 粒子与负电子相同,带有1个负电荷,有较强的电离能力。与 α 粒子相比,电离能力弱于 α 粒子,但穿透能力大于 α 粒子,而在空气中的射程一般都为毫米级。目前,临床治疗大多用释放 β^- 粒子的放射性核素。例如 ^{89}Sr 用于多发性骨转移灶疼痛的治疗; ^{131}I 用于甲状腺功能亢进症和甲状腺癌术后转移灶的治疗等都是 β^- 粒子放射性核素治疗疾病的成熟例子。

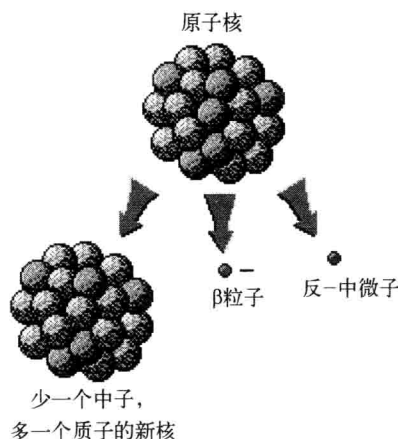


图1-3 β^- 衰变

β^- 粒子带有1个负电荷,电离能力较强,但弱于 α 粒子;穿透能力大于 α 粒子,空气中的射程为毫米级

十二、什么是电子俘获？它有什么特点？

原子核衰变时从核外K层轨道俘获1个电子，使核内的1个质子转变成为1个中子，同时释放出1个中微子的过程称之为电子俘获（electron capture, EC）（图1-4）。电子俘获后产生的子核的质量数不变，但原子序数减少1。如： $^{125}_{53}\text{I} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow ^{125}_{52}\text{Te} + \nu + Q$

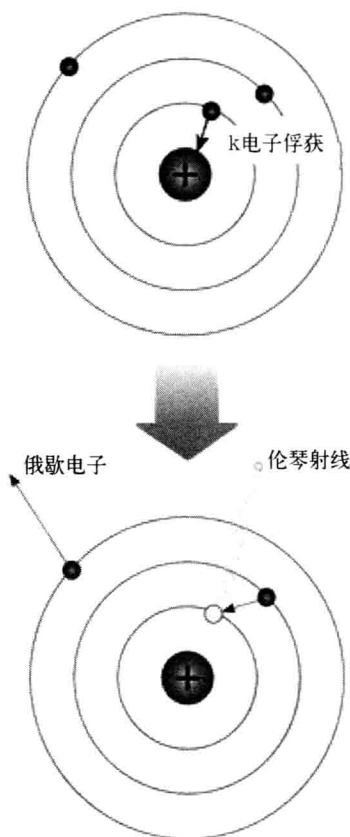


图1-4 电子俘获

上图：原子核从核外俘获1个电子。

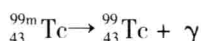
下图：核内1个质子转变成1个中子，同时释放出1个中微子。

能量传递给更外层电子使其脱离原子核束缚成为自由电子，即俄歇电子

电子俘获发生时,因为内层轨道的电子缺失,外层电子向内层轨道跃迁补充内层电子空缺,外层电子多余的能量则以特征X射线释放。若电子跃迁后多余的能量不以特征X射线释放,而将能量传递给更外层电子,使其脱离原子核的束缚成为自由电子,此电子称为俄歇电子(auger electron)。

十三、什么是 γ 衰变?它有什么特点?

处于高能态或激发态的原子核跃迁到低能态或基态时,释放出 γ 光子的过程称为 γ 衰变(gamma decay);又称为 γ 跃迁(gamma transition)或同质异能跃迁(isomeric transition, IT)(图1-5)。 γ 衰变的本质是波长极短的电磁波。经 γ 衰变后的子核与衰变前母核的质量数、原子序数均相同,只有核素的能量状态发生变化。如:



γ 光子是一种不带电的光子流,电离能力较 α 射线和 β^- 射线弱,穿透能力较之为强。因此,释放 γ 光子的核素适合于放射性核素脏器显像和功能诊断。

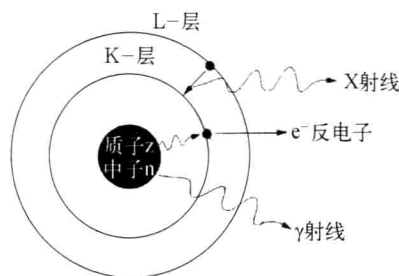


图1-5 γ 衰变和内转换

高能态的原子核跃迁到低能态时,释放出波长极短的电磁波—— γ 射线。
 γ 射线穿透能力较 α 射线和 β 射线强,电离能力较之为弱