

名医护航 / 第二军医大学健康科普系列丛书
总主编 孙颖浩 朱明哲

汇聚军大医学精英 打造医学科普全书 传递前沿健康理念

射波刀 精准放疗

SHEBODAO JINGZHUN FANGLIAO

主编 © 张火俊 居小萍



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

名医护航

第二军医大学健康科普系列丛书

总主编 孙颖浩 朱明哲

射波刀精准放疗

主 编 张火俊 居小萍

副主编 刘永明 张晓青



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

内 容 简 介

射波刀是精准的全身立体定向放射外科设备。本书以问答的形式介绍了射波刀的基本知识、放射物理和技术、常见肿瘤射波刀治疗的适应证和治疗方法，并且介绍了目前国内外在该领域的进展和长海医院射波刀治疗的疗效，同时解答了患者关心的常见问题。本书适合接受射波刀治疗的肿瘤患者及家属阅读，亦可供临床从业人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

射波刀精准放疗/张火俊, 居小萍主编. —上海:
第二军医大学出版社, 2016.9

(名医护航/孙颖浩, 朱明哲主编)

ISBN 978-7-5481-1277-8

I. ①射… II. ①张…②居… III. ①放射疗法—问题解答 IV. ①R815-44

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第225356号

出 版 人 陆小新

责任编辑 崔雪娟

策划编辑 陆小新 高敬泉

射波刀精准放疗

主 编 张火俊 居小萍

第二军医大学出版社出版发行

<http://www.smmup.cn>

上海市翔殷路800号 邮政编码: 200433

发行科电话/传真: 021-65493093

全国各地新华书店经销

江苏天源印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 11 字数: 151千字

2016年9月第1版 2016年9月第1次印刷

ISBN 978-7-5481-1277-8/R.1995

定价: 33.00元

第二军医大学健康科普系列丛书

编 委 会

总 主 编 孙颖浩 朱明哲

副 总 主 编 王红阳 廖万清 夏照帆

刘 斌 贺 祥

编委名单 (以姓氏笔画为序)

丁 茹	马丽萍	王 丹	邓本强
石勇铨	白 冲	白玉树	冯 睿
毕晓莹	庄建华	刘 龙	刘玉环
刘伟志	刘建民	江 华	江德胜
李 兵	李 明	李兆申	吴宗贵
张 彤	张火俊	陈世彩	陈岳祥
金志军	郑宏良	居小萍	封颖璐
赵东宝	赵仙先	侯晓军	俞超芹
袁 文	徐明娟	高春芳	唐 昊
凌昌全	黄 勤	黄志刚	梅长林
盛 媛	梁 春	韩一平	景在平
曾 欣	谢渭芬	潘炜华	魏锐利

总主编助理 孙 逊 徐正梅 刘厚佳 孙 嫫

《射波刀精准放疗》

编者名单

主 编 张火俊 居小萍

副主编 刘永明 张晓青

编 者(以姓氏笔画为序)

于春山	王 强	王晓艳
方 芳	石煜琳	卢明智
代智涛	朱晓斐	刘永明
刘珠磊	江林宫	孙永健
沈钰新	张 瑜	张火俊
张晓青	陈 樱	邵 青
居小萍	孟鸿宇	胡中超
贾 臻	郭学玲	曹 飞
曹洋森	清水汪	谢红亮
顾 蕾		

总序

General Preface

随着医学科技的发展和人民生活水平的提高,预防保健、健康管理已成为当代人日常生活关注的热点。

国医大师蒲辅周说过,“无病善防、提高体质;有病驱邪,慎毋伤正”。惟有了解疾病,才能有效地与其作斗争。因此,一套科学可靠、权威专业、贴近需求、易于理解、便于操作的科普保健指导丛书对于广大群众来说,显得十分必要。与此同时,现代医学技术、互联网科技和健康保健产业快速发展,人们获取各类医疗保健知识和讯息的方式更为便捷,渠道更为通畅,信息量空前巨大。特别是近年来,各类养生、保健的知识、食品、药品宣传铺天盖地,相关书籍、网站、微信公众号层出不穷,在丰富健康资讯的同时,也给广大缺乏医疗专业知识背景的群众带来了选择和鉴别上的困惑,甚至某些时候产生了误导,从而影响了正确的健康选择。

为满足广大人民群众对医学科普和保健的需求,我们精选了当前人们普遍关心和发病率较高的常见病、多发病和一些健康问题,内容涵盖了循环、呼吸、消化、泌尿生殖、内分泌、肌肉骨骼、神经系统以及心理健康等,形成了这套“第二军医大学健康科普系列丛书”,以期为广大军民普及医疗保健知识,正确了解相关的疾病和健康问题,有效地选择防治方法和策略提供指导,为推进国人整体健康提供帮助。

为了使本套科普丛书可靠、可读、可用,我们在编写中注意把握住了以下几个方面:一是坚持科学性。书中所有内容均来自于医学专业书籍、期刊和真实的病例、案例,每个观点、论断都有

科学的数据或理论支撑。二是突出权威性。丛书汇集全校数十名长期在临床一线从事医教研工作的国内知名临床医学专家,充分利用学校几十年来形成的临床常见病、多发病防、诊、治方面的特色和优势,科学梳理、系统归纳,科普演绎,编撰成册。三是注重系统性。每种疾病和健康问题的描述均从“因”“防”“治”“养”四个方面加以展开,既保证系统性,又有所侧重,使广大读者知道病因、明确预防,了解治疗,学会保养,全面了解疾病防治策略。四是兼顾新颖性。虽然丛书介绍的均为常见病、多发病,但在具体编写中,注重增加国内外前沿动态和编写者原创性的研究成果和发现,力求将疾病最新的进展介绍给大家。五是提升可读性。在科学、专业、准确的同时,坚持做到语言通俗易懂、编排图文并茂、案例典型深刻,确保整书可读、易读、好读。六是确保实用性。本书坚持科普与保健相结合,做到在了解危险因素的基础上针对性预防,在知道疾病演变的前提下主动性保健,并将日常最简便经济、科学易行的方法介绍给大家,力求增强日常生活实践的可操作性。

中医自古就讲究“治未病”,在自己健康时注重卫生与养生,预防疾病。希望该套丛书能够为大家了解常见疾病、理解健康、学会自我保健提供帮助和指导,为大家的健康保驾护航。同时,该书也可作为医学生和各单位医务工作者的参考书籍。

医学在发展,理念在更新,丛书内容中难免会存在缺漏与不足,我们恳请广大读者和医学专业人士提出批评、给予意见和建议,以便我们再版时改进和完善。最后,衷心感谢为该套丛书编写付出辛勤劳动的编委会成员、各位编写者、出版社编辑人员和组织协调的各位工作人员!

孙永浩 李明哲

精准放射治疗是目前肿瘤治疗的重要手段之一。精准放疗不同于常规放疗，常规放疗照射范围大、局部控制效果欠佳、正常组织损伤大，而现代精准放疗能精确定位、精确设计、精确照射，可以作为很多早期肿瘤或寡转移病灶的根治性治疗手段。近年来，以影像引导下立体定向放疗技术为代表的精准放疗得到越来越多的应用，极大地提高了肿瘤的局部控制率，降低了正常组织损伤，取得了较好的疗效。

射波刀立体定向放射外科治疗系统是由美国斯坦福大学 John R. Alder 教授研发，首台于 1994 年安装于美国斯坦福大学医学中心并开始临床应用，2001 年获得美国食品及药品监督管理局（FDA）认证后开始于临床积极推广。射波刀从治疗第一例患者至今已有 20 余年，开辟了全新的图像引导放射领域。随着技术的发展，射波刀治疗极大地推动了随呼吸移动度大，以及对于精度、准确度要求较高肿瘤的立体定向放射治疗，如颅内肿瘤、肺癌、肝癌、胰腺癌、前列腺癌等全身多部位肿瘤。

由于目前射波刀应用在国内还未普及，为了肿瘤患者及家属更多地了解射波刀常识，解答其在治疗过程中的常见问题，我们编写了本书，希望有所帮助。

本书分为两大部分：第一部分为物理技术与治疗，具体介绍了射波刀的基本概念、治疗流程、放射物理和技术，常见肿瘤射波刀治疗的适应证、治疗现状和方法，并对在第二军医大学长海医院治疗的部分射波刀病例进行了疗效分析；第二部分

为相关常识与问答，介绍了射波刀治疗过程中需要了解的常识，对比射波刀与其他放射治疗方法和手术治疗的优劣，便于患者及家属选择合适的治疗方法，阐述了射波刀与其他治疗手段相结合在肿瘤综合治疗中的作用，解答患者及家属在治疗过程中关心的常见问题。

由于时间及水平所限，书中疏漏之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编者

2016年4月

一、物理技术与治疗.....	1
1. 精准高效的放疗技术——射波刀有何特点.....	1
2. 射波刀有哪些结构.....	4
3. 哪些肿瘤可以进行射波刀治疗.....	6
4. 射波刀治疗的具体流程是什么.....	8
5. 射波刀治疗固定方式有哪些.....	10
6. 射波刀治疗的追踪方式有哪些.....	11
7. 什么是金标追踪.....	12
8. 胸部肿瘤金标植入术及并发症有哪些.....	14
9. 肝脏肿瘤如何植入金标.....	16
10. 胰腺肿瘤如何植入金标.....	18
11. 前列腺肿瘤如何植入金标.....	20
12. 金标植入的常见并发症有哪些.....	22
13. 什么是颅内肿瘤追踪技术.....	23
14. 什么是肺部追踪技术.....	24
15. 脊椎追踪的适应证及技术有哪些.....	26
16. 什么是同步动态追踪技术.....	27
17. CT 定位扫描的流程和范围怎样.....	29
18. 肿瘤的治疗靶区如何勾画及治疗剂量如何确定.....	31
19. 射波刀如何设计治疗计划.....	33
20. 射波刀治疗计划如何评估.....	35

21. 如何诊断前列腺癌	37
22. 前列腺癌目前常用的治疗方法有哪些	39
23. 放射治疗如何在前列腺癌治疗中应用	41
24. 射波刀治疗前列腺癌的优势有哪些	44
25. 射波刀治疗前列腺癌的流程及需要注意的问题	46
26. 射波刀治疗前列腺癌常见并发症有哪些	48
27. 射波刀治疗前列腺癌的现状与疗效如何	50
28. 胰腺癌有什么临床表现	51
29. 胰腺癌有哪些治疗方法	53
30. 胰腺癌的放射治疗方法有哪些	55
31. 射波刀治疗胰腺癌的优势有哪些	57
32. 胰腺癌射波刀治疗流程如何	58
33. 胰腺癌射波刀治疗注意事项及常见并发症有哪些	60
34. 如何对局部进展期胰腺癌治疗后近期疗效进行评估	61
35. 射波刀治疗胰腺癌的现状与疗效如何	64
36. 原发性肝癌的发病因素临床表现及诊断有哪些	67
37. 原发性肝癌有什么治疗手段	68
38. 原发性肝癌射波刀治疗优势有哪些	70
39. 原发性肝癌射波刀治疗具体实施有哪些	71
40. 转移性肝癌如何用射波刀治疗	72
41. 放射性肝炎如何预防及治疗	73
42. 射波刀治疗肝癌的现状和疗效如何	74
43. 原发性肺癌有哪些常见类型	77
44. 原发性肺癌怎样治疗	79
45. 射波刀治疗原发性肺癌有哪些优势	82
46. 周围型肺癌的射波刀治疗如何实施	83
47. 中央型肺癌可以进行射波刀治疗吗	86
48. 如何用射波刀治疗转移性肺癌	88
49. 射波刀治疗肺部肿瘤有哪些副反应	89
50. 肺部肿瘤射波刀治疗的现状和疗效如何	92

51. 如何用射波刀治疗垂体瘤	95
52. 射波刀治疗垂体瘤的疗效如何	96
53. 如何用射波刀治疗脑膜瘤	97
54. 治疗射波刀脑膜瘤的疗效如何	99
55. 如何用射波刀治疗脑转移瘤	100
56. 射波刀治疗脑转移瘤的疗效如何	101
57. 脑胶质瘤可以使用射波刀治疗吗	102
58. 射波刀治疗脑胶质瘤的疗效如何	103
59. 颅内肿瘤射波刀治疗的注意事项有哪些	104
60. 射波刀治疗颅内肿瘤的常见并发症如何预防和治疗	105
61. 骨转移瘤的治疗方法有哪些	106
62. 射波刀治疗骨转移瘤的优势有哪些	109
63. 射波刀治疗骨转移瘤现状及疗效如何	111
二、相关常识与问答	113
64. 射波刀在放射治疗中的地位如何	113
65. 射波刀治疗团队如何协作与分工	114
66. 射波刀治疗的目标是什么	116
67. 患者治疗前的准备（腹部、盆腔肿瘤）有哪些	117
68. 射波刀治疗前后 PET-CT 的参考价值有哪些	119
69. 射波刀治疗中患者的体位有哪些	120
70. 射波刀治疗过程中如何保护正常组织	121
71. 射波刀治疗过程中如何做好安全保障	123
72. 射波刀治疗的质量如何保证	125
73. 射波刀是用哪种射线进行治疗	127
74. 射波刀治疗的疗效如何	128
75. 射波刀治疗期间饮食有哪些宜忌	129
76. 射波刀治疗中如何保护皮肤	131
77. 射波刀治疗对血象的影响有哪些	132
78. 射波刀治疗期间如何做好心理护理	133

79. 治疗时间对疗效的影响有哪些	135
80. 射波刀治疗后如何随访	135
81. 常见肿瘤标志物在随访中有何意义	136
82. 射波刀治疗后的注意事项有哪些	139
83. 局部肿瘤复发可以再次射波刀治疗吗	140
84. 哪些肿瘤目前还没有开展射波刀治疗	141
85. 第四代射波刀与第三代射波刀有何不同	142
86. 射波刀与手术治疗有何不同	144
87. 射波刀与三维适形及调强放疗有何不同	146
88. 射波刀与伽马刀治疗有何不同	147
89. 射波刀与 Tomo 治疗有何不同	148
90. 射波刀治疗与重离子治疗有何不同	150
91. 射波刀与粒子植入治疗有何不同	152
92. 射波刀与介入治疗的结合有何特点	153
93. 射波刀与化疗的联合有何特点	156
94. 射波刀与生物治疗的联合有何特点	158
95. 射波刀治疗疑问集锦	159
96. 可以了解射波刀相关知识的网站	163

一、物理技术与治疗

1.

精准高效的放疗技术——射波刀有何特点

- ★ 什么是射波刀？
- ★ 射波刀有哪些优势？

恶性肿瘤是由人体内正常细胞演变而来，是生长失控具有侵袭性的一群细胞。时至今日，手术、放射治疗（简称放疗）和化学药物治疗（简称化疗）仍是治疗恶性肿瘤的主要手段，其中以手术为主导的漫漫抗癌路已经延续了100多年。目前越来越多的临床数据证明，现代放疗技术在很多肿瘤治疗方面能达到或接近甚至超过手术的治疗效果，且创伤和副作用更小。

精准放疗是目前恶性肿瘤治疗重要的手段之一，精准放疗不同于常规放疗。常规放疗技术在大部分情况下是一种以不造成正常组织严重损伤为前提的辅助治疗手段和姑息治疗手段，而现代精准放疗可以作为很多早期肿瘤或寡转移病灶的根治性治疗措施。

精准放疗的目的是最大限度地杀灭肿瘤细胞，而不损伤或尽可能少损伤周围正常组织或器官，一些肿瘤如脑瘤、鼻咽癌、脊柱肿瘤、前列腺癌的放疗，会损伤重要器官如脑干、晶体、脊髓、肾、性腺等。传统放疗技术在治疗肿瘤的同时，会造成这些正常组织器官的伤害，甚至以牺牲一些重要器官为代价。肿瘤精准放疗只照肿瘤，而不照射

2 肿瘤周围的正常组织或照射量极少，因而能最大限度地减少副作用。

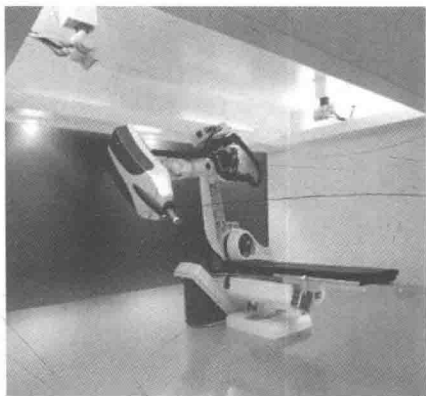
射波刀（cyberknife），又称立体定向射波手术平台，是新型的全身立体定向放射外科治疗设备，它将直线加速器、计算机技术和肿瘤实时追踪技术完美地结合在一起，在影像引导系统的实时监控下，使用大剂量、低分割（治疗次数很少）、窄束、高能X射线精确对准靶体，产生局部的放射生物学反应，达到消融肿瘤或病灶的目的。可对全身各部位的恶性和非恶性肿瘤进行非侵入性治疗，是具有无伤口、无流血、无麻醉、无痛苦、恢复时间短等优势的全身体放射手术形式。

1987年，美国斯坦福大学放射肿瘤学教授John R. Adler研制出射波刀。1994年开始临床应用，2001年通过美国食品及药品管理局准许治疗患者，可以治疗全身各部位的肿瘤。此后，研究人员经过对射波刀不断研发，已经制定出治疗多部位肿瘤如脑、脊柱、肺、肝、胰脏、肾脏及前列腺肿瘤等的蓝本，并在临床恶性肿瘤治疗中得到广泛应用。尤其是靠近重要器官如眼球、脑干、脊髓等部位的肿瘤，此类肿瘤外科手术切除难度大，普通放疗难以实施，而射波刀治疗显示出独特的优势。

射波刀是由直线加速器、机器人机械臂、机器人控制治疗床、治疗计划系统、靶区定位追踪系统、呼吸追踪系统、计算机网络集成与控制系统组成。其核心是交互式机器人技术，能实时追踪患者体位、肿瘤位置和呼吸运动的反馈，并针对患者靶区的微小移动进行实时修正，是真正实现动态图像引导放射治疗的设备。由计算机控制的带有6个关节的机器人手臂，能将多达近1500条不同方位的X线射束准确地照射到全身各处病灶上，而病灶周围放射剂量急剧下降，大大降低放射副作用和并发症的发生。射波刀的优势表现在以下5个方面：

第一，射波刀是目前唯一采用实时影像引导定位技术的放疗设备，此技术能实时监测靶区的位移，能针对患者靶区的微小移动进行实时补偿修正，以确保放射“手术”的精确度。通过这项技术，患者可以在治疗期间正常呼吸并充分放松。

第二，在头部照射中不需要头颅钉和金属固定架，故无须麻醉，也无出血及痛苦。它既能实施单次治疗又能实施低分割治疗，对于颅底深部、颅颈交界和部分鼻咽部肿瘤（如普通放疗后局部复发的肿瘤），比其他放射外科（如伽马刀等）有明显优势，治疗过程中没有死角。



射波刀机房

第三，射波刀具有优异的肿瘤适形投射技术，它的6个自由度级的精密机械手臂能提供最佳的空间拓展性及机动性，且搭配轻巧的直线加速器高能放射源，根据治疗计划可轻快地将射线束投放到病灶靶区上，利用多条笔形光束穿射肿瘤并适时分散各笔形光束入射点，以减少周围正常组织的受照剂量并保证靶区得到最集中的照射。由于是非共面及非等中心的照射，故非常适用于不规则形状的肿瘤，也可对多个肿瘤同时进行治疗。

第四，射波刀治疗的精确度是无可匹敌的。它高精度治疗肿瘤的能力是其他放射治疗和放射外科系统所无法比拟的。射波刀可“雕刻”出肿瘤的范围，从而能够只针对肿瘤进行精确照射而避免或减少损伤周边的正常组织。

第五，射波刀是一种高效的肿瘤放射治疗方式，一般1~5次完成全部疗程。颅内肿瘤每次约30分钟，体部肿瘤45~60分钟，大部分患者门诊治疗结束即可回家休息。

总之，射波刀为放射外科和放射治疗提供了一个很好的工具。到目前为止，全球已有超过10万例患者接受了射波刀治疗，如“股神”巴菲特确诊前列腺癌后采用射波刀治疗，效果良好，治疗后没有任何不适；“苹果之父”乔布斯查出胰腺恶性肿瘤后采用包括射波刀在内的综合治疗，存活了近8年时间。由于治疗效果显著，美国排名前50名顶级医院约有50%医院采用射波刀技术。射波刀被《福布斯》列为“高

2.

射波刀有哪些结构

- ★ 射波刀系统是由哪几个子系统构成的？
- ★ 每个子系统的功能是什么？

射波刀的核心技术是交互式机器人、无框架、非侵入、可替代性技术，实现了实时追踪患者体位、肿瘤位置和随呼吸运动的反馈，并针对患者靶区的微小移动进行实时修正，是真正实现动态图像引导放射治疗的设备。

射波刀系统主要是由机器人照射子系统、影像子系统、同步追踪子系统、治疗床子系统、治疗计划系统、电源和控制子系统共6个子系统构成。其具体构造及功能参数如下：

(1) 机器人照射系统：是由机械臂和直线加速器两部分构成。其中机械臂有6个活动关节，运动精度为 ± 0.2 mm，能将多达1500条不同方位的X线射束准确地照射到全身各处病灶上，但病灶周围放射剂量急剧下降，从而大大降低放射副作用和并发症的发生。直线加速器约重150 kg，装载在机械手臂末端，由机械臂运送至准确的设定位置，可以产生6 MV的X射线，第四代射波刀的剂量率为800 MU/min，可选用5~60 mm孔径的12个二级准直器。

Iris 可变射野准直器（亦称 Iris 可变孔径准直器）是二级准直器，其射野可在计算机控制下进行调整。由于可以使用钨段快速调整射野，因此 Iris 准直器可在每个 LINAC 位置提供多种大小的射束。Iris 准直器