



走进美丽的核科学世界系列

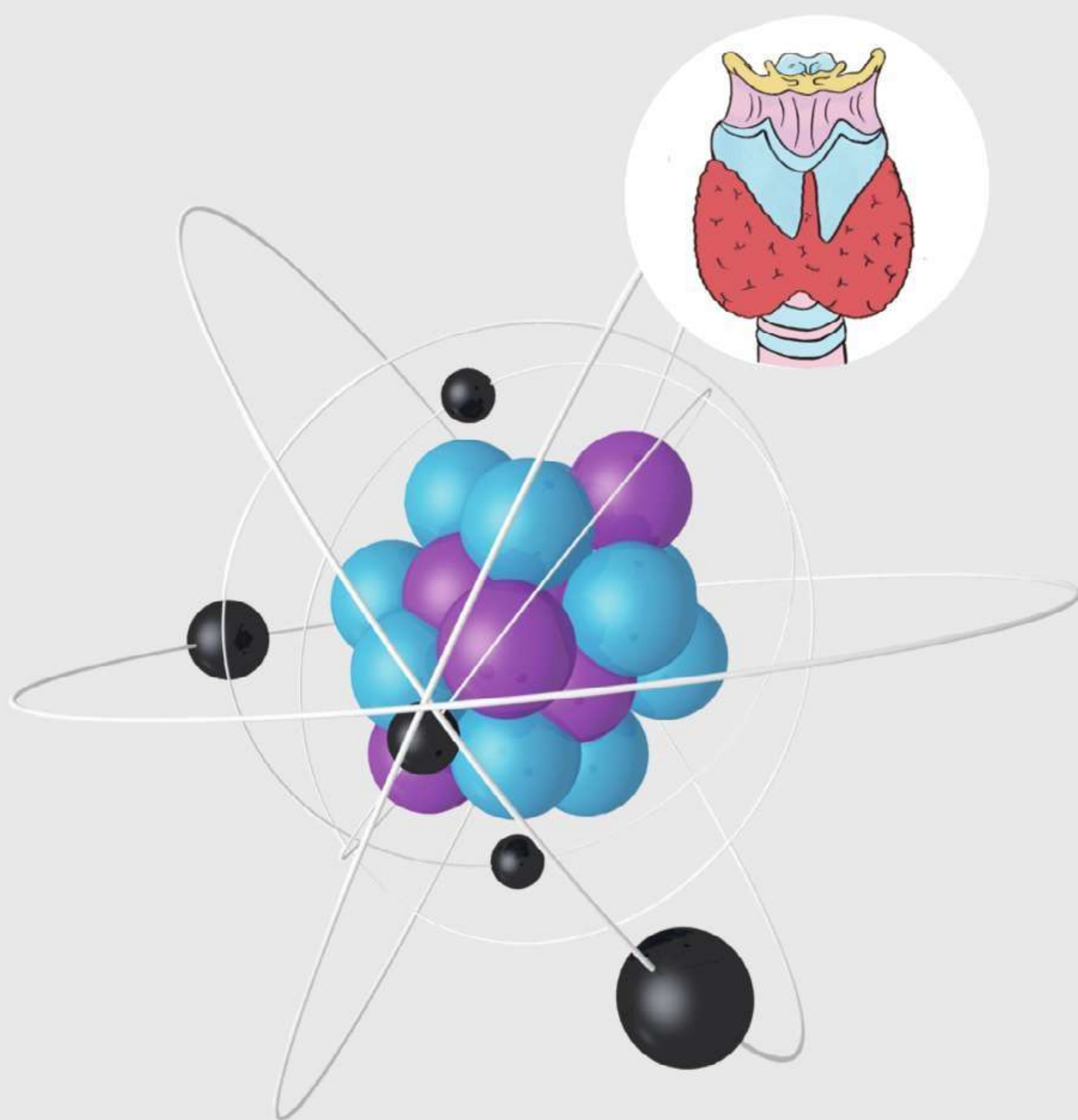
上海市核学会 组编

总主编 戴志敏

守护你的甲状腺

核医学有绝招

余飞◎编著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

走进美丽的核科学世界系列

丛书编委会

总主编

戴志敏(中科院上海应用物理研究所所长、上海市核学会理事长,研究员)

编委(按姓氏笔画排序)

马余刚(复旦大学现代物理研究所,教授、中国科学院院士)

支敏(中科院上海应用物理研究所,研究员)

田林(上海核工程研究设计院,研究员级高工)

吕战鹏(上海大学材料科学与工程学院,研究员)

许道礼(中科院上海应用物理研究所,研究员)

孙扬(上海交通大学物理与天文学院,教授)

李景焯(上海师范大学化学与材料科学学院,研究员)

余飞(同济大学附属第十人民医院,教授)

宋少莉(复旦大学附属肿瘤医院,教授)

陆书玉(上海市环境科学学会,教授级高工)

郑向鹏(复旦大学附属华东医院,教授)

赵明华(中科院上海应用物理研究所,研究员)

赵晋华(上海交通大学附属第一人民医院,教授)

戚文元(上海市农业科学院,研究员)

康向东(上海中医药大学附属普陀医院,教授)

韩玲(中国人民解放军海军军医大学海军医学系,教授)

颜崇淮(上海交通大学医学院附属新华医院,教授)

走进美丽的核科学世界系列

总 序

核科学的发展起源于物质放射性的发现。1896年法国物理学家贝可勒尔发现铀的天然放射性后,迅速引起了一大批科学家的极大兴趣,他们为揭示物质组成的奥秘而展开了一场空前的竞赛。

居里夫妇系统地研究了当时已知的其他所有元素,发现铀与钍及其化合物都具有天然放射性,并发现了比铀放射性更强的元素钋与镭。居里夫妇于1898年发表了他们的研究成果,证实了发射射线是放射性元素的特性。由于放射性的发现,居里夫妇与贝可勒尔分享了1903年的诺贝尔物理学奖。就在居里夫妇发现镭的当年(1897年),英国物理学家汤姆孙发现了电子,并因此获1906年的诺贝尔物理学奖。随后,汤姆孙的学生卢瑟福证实了由放射性衰变产生的 α 射线就是氦原子核,为此获1908年的诺贝尔化学奖。1919年,卢瑟福利用人工核反应发现了质子,并预言了中子的存在,后于1932年为其学生查德威克所证实,查德威克因发现中子而获得了1935年的诺贝尔物理学奖。汤姆孙、卢瑟福、查德威克的发现揭示了原子核的存在,从此人类开启了对原子核结构性质与应用的研究。

1938年,德国物理学家哈恩在实验中发现了铀原子核的裂变。随后,被誉为“原子弹之母”的莉泽·迈特纳在遭受纳粹迫



害流亡他乡的路途中运用爱因斯坦的质能方程给出了核裂变实验及其释放巨大能量的解释。哈恩因发现核裂变获得了 1944 年的诺贝尔化学奖。1942 年,意大利著名物理学家费米在美国芝加哥大学实现了人类历史上第一个核裂变链式反应,人类深入研究与利用核能的历史帷幕自此拉开。核能的发现首先被用于军事,第二次世界大战期间,德国的“纳粹核计划”催生了美国的“曼哈顿计划”,最终核武器首先在美国研制成功。我国分别于 1964 年、1967 年和 1974 年拥有了自己的原子弹、氢弹与核潜艇,拥有了战略核力量并建立了完整的核燃料循环体系。

从物质深层结构的探索到核技术的广泛研究应用,核科学在 20 世纪初开始蓬勃发展,成为 20 世纪人类最重大的创造之一。随着学科间的交叉融合,核科学技术在核物理、反应堆、加速器、核电子学、辐射工艺、核农学、核医学、核材料,以及环境、生物、考古、地质与国防安全等领域广泛应用,并与人类的生存和发展息息相关。

核能是世界上清洁、高效、安全并可规模化应用的绿色能源,在人类开发新能源的征程中,核能对人类的生存发展和国家地位与安全发挥了重大作用。当下,核能应用已成为衡量综合国力的一项重要指标,也是当前各国解决能源不足和应对气候变化的重要战略。在确保安全的前提下,积极有序地发展核能对我国确保能源长期稳定供应及实现 2060 年碳中和尤为重要。核科学备受人们关注的另一个重要应用是面向人民生命健康的核医学。作为核裂变副产品的放射性同位素可以用来诊断和治疗肿瘤,以及心血管、甲状腺、骨关节和其他器官疾病;核标记免疫分析让病变无处遁形;基于粒子加速器的质子、重离子治疗可以有效杀死癌细胞而对正常细胞影响很小,是精准医学诊

治领域不可或缺的工具；核技术还可破译中医药千年“密码”，为人类健康保驾护航。在农业上，辐射育种可获得优良品种；辐照保鲜不仅可以提高农产品与食品的质量，而且可以延长储藏时间，成为食品的安全卫士。另外，辐射加工可以使各类材料改性从而获得优质性能，还可用于医疗器材消毒、环境污染物处理等，能极大地改善人们的生存环境。形形色色的粒子加速器则是各类辐射粒子源的“加工厂”，是研究核科学、发展核技术的重要手段。

然而，由于公众对核科学缺乏基本的认识，再加上一些不恰当的宣传和误导，“恐核”现象依然存在。因此，核科学知识亟待普及。

上海市核学会一直致力于核科学技术的传播与推广，组织编写和出版过一系列学术专著及科普丛书。在学术专著方面，近年来，原理事长杨福家先生作为总主编的“核能与核技术出版工程”已出版近30种图书，入选了“十二五”与“十三五”国家重点图书出版规划项目；其中，原理事长赵振堂先生主编的子系列“先进粒子加速器系列”是本丛书中的特色系列，得到了国家出版基金的支持。另外，丛书中部分英文版图书已输出至国际著名出版集团爱思唯尔与施普林格，在学术界与出版界都取得了良好的社会效益。在科普书方面，上海市核学会曾在20世纪80年代组织编写过一套核技术丛书，主编由时任上海市核学会理事长的张家骅先生担任，当时对普及与推动核技术应用起到了积极作用。40年过去了，核技术有了更多更新的发展，应用领域不断拓展，核科普宣传也应该顺应时代发展，及时更新知识。经与上海交通大学出版社多次讨论，上海市核学会决定启动新时代的核科普丛书“走进美丽的核科学世界系列”的编撰工



作。本科普丛书的编写队伍由上海市核学会各专业分会学者、高级科普专家,以及全国核科学领域爱好科普宣传的优秀学者联合组成。丛书按不同主题划分为不同分册,分别介绍核科学的基础研究以及在各个领域的应用。丛书运用大众能接受的语言,并辅以漫画或直观图示,将趣味性、故事性、人文历史元素与具体科学研究的产生、发展和应用融合在一起,展现科学、思想方法的过程美,突出核科学技术的应用美。希望本丛书的出版能让大众真正认识和理解核科学,并且发现核科学的“美”,从而提高科学素养,走近核科学,受益于核科学,推动核科学更好地为人类服务。

戴志敏

2021年3月

序 一

很多人“谈核色变”，对“核”的理解还停留于原子弹、核辐射和核污染层面，却不知核技术目前已广泛应用于电力、医学、农业等多个民用领域。其中，核医学正是核技术在医学领域和平应用的产物，在科研、诊断、治疗等方面，为呵护人类健康做出了巨大贡献。

核医学是应用放射性核素及其射线来诊断、治疗和研究疾病的一门新兴学科。近三十年来，核医学技术日新月异，临床应用范围很广，如应用于肿瘤的早期诊断，良、恶性肿瘤鉴别，肿瘤复发检测，冠心病早期诊断，甲状腺疾病诊断及治疗，肿瘤骨转移的诊断和治疗等。值得一提的是，碘-131治疗甲状腺功能亢进(简称甲亢)是核素治疗中应用最早、范围最广的一种方法，这种方法治愈率高，复发率低，方法简便、安全、经济。然而，有些患者会担忧核素治疗的安全性，这也是我们核医学科医生在临床工作中经常遇到的问题。不乏有患者因担心核辐射而放弃核医学的治疗方法，极大地影响了治疗效果，这一现象是我们核医学科医生所不愿见的。自《“健康中国 2030”规划纲要》提出之后，人们对健康知识越来越重视且需求越来越大，现阶段国内需要一部更贴近普通百姓的核医学科普书籍，助力核医学的临床应用。



同济大学附属第十人民医院核医学科为国家药物临床试验基地,入选上海市公共卫生体系建设三年行动计划重点学科(核医学与放射卫生学)。余飞教授作为同济大学临床核医学研究中心副主任和同济大学附属第十人民医院临床核医学中心副主任,此次受邀编写《守护你的甲状腺——核医学有绝招》科普书。纵观近年来关于甲状腺核医学的书籍,多为学术专著,本书的问世则可以弥补此领域科普书籍的缺憾。本书内容专业严谨,表述方式通俗易懂,全面地向普通百姓展示了核医学技术在甲状腺疾病方面的应用,易于大众理解,利于消除大众对核医学的误解。以此为契机,我们也希望今后有更多人能深入了解核医学,摒弃偏见,真正领略到核医学的魅力。

上海市公共卫生体系建设三年行动计划重点学科
(核医学与放射卫生学)学科带头人

2021年5月

序 二

如今甲状腺疾病在我国已成为常见病、多发病,患者数量众多,疾病带来的健康影响较大,经济负担较重。《“健康中国2030”规划纲要》提出,“推进健康中国建设,提高人民健康水平”的新目标,在新形势下人民健康促进意识不断增强,广大甲状腺疾病患者亟需基于新技术与新方法的个体化综合诊疗。因此,2017年12月,“上海市甲状腺疾病研究中心”在同济大学附属第十人民医院挂牌成立(上海市卫健委授牌),中心汇集了内分泌科、甲状腺外科、超声医学科、核医学科、病理科、放疗科的众多专家,建立了真正意义上“疾病为本”的一体化诊疗中心。近年来,上海市甲状腺疾病研究中心在科研方面硕果不断,获得科研项目24项(国家级项目14项),标志性科研成果频现,多次受邀参加国际(如美国甲状腺学会)和国内甲状腺领域学术大会并做专题报告。

上海市甲状腺疾病研究中心也希望能提高人民健康水平,促进健康科普,做到“科研科普两翼并举”,让饱受甲状腺疾病困扰的患者有更佳的治疗选择,改善患者预后生活质量,降低社会经济负担,助力“健康中国”建设。上海市甲状腺疾病研究中心博士生导师、中国核学会核医学科普教育委员会副主委、上海市核学会高级科普专家余飞教授受邀于上海交通大学出版社,编



写了《守护你的甲状腺——核医学有绝招》科普书,为普通百姓健康着想,调整以往医学研究者的思维模式,立足普通百姓视角,将生涩专业的甲状腺核医学以图文并茂的形式、通俗易懂的语言呈现于普通百姓面前。相信这本科普书的出版,必能将甲状腺核医学知识“广而告之”,让更多甲状腺疾病患者知晓并且了解核医学的诊治方法,同时消除大众对核医学的恐惧,进而能有更多甲状腺疾病患者“知而不怕”,受益于核医学,收获健康。

上海市甲状腺疾病研究中心主任

2021年5月

前 言

近年来,甲状腺疾病的检出率越来越高,老百姓从原先只知“大脖子病”需要补充加碘盐,逐渐转变认识到甲状腺疾病种类甚多,且有不少甲状腺疾病还需要限制高碘饮食。其实,老百姓能有这样的意识转变是令人欣喜的。“十三五”期间,中共中央、国务院发布了《“健康中国 2030”规划纲要》,要提高全民健康水平,提升全民健康素养,进而全面推进健康中国的建设。因此,针对日益增多的甲状腺疾病患者,普及更多的甲状腺疾病诊治知识乃当下重任之一。

甲状腺作为人体最大的内分泌器官,常被形容为“人体的发动机”,它执掌着人体的生长发育及新陈代谢,起着无可替代的重要作用。当甲状腺生病了,人体的内环境就会发生翻天覆地的变化,机体健康必然遭受重创,所以对于甲状腺疾病的诊治不容忽视。随着甲状腺疾病学科的发展,诊治方法也日趋规范且多样化,不过在各种诊疗方法中,老百姓对甲状腺核医学的诊治手段相当陌生,对绝大多数没有医学背景的人来说,甲状腺核医学就似空中楼阁,遥不可及。

我国人民对“核”的认识,最早莫过于第二次世界大战时期美国在日本广岛、长崎投下的两枚原子弹,此后人们便对核武器的威力有了认识。事实上,“核”早已在医学领域建功立业,核医



学的崛起使得更多、更精准的疾病诊疗方式应运而生。在甲状腺疾病诊治中,核医学也绽放异彩,众多狙击甲状腺疾病的“核武器”横空出世,爆发出它们的核威力,追捕和歼灭了很多甲状腺的“敌人”。但是在临床工作中,我们也发现老百姓对于核医学不只是陌生,还充满疑虑,担心在诊治过程中受到放射性伤害,使原有的疾病雪上加霜。

为了让更多适宜于甲状腺核医学治疗的患者受益,我们秉持着科学严谨的态度,首次以科普的形式将甲状腺核医学介绍给老百姓,让其走下神坛,走近普通百姓,让读者能够以一种崭新的视角看到甲状腺核医学散发的迷人魅力。

本书的顺利撰写得到了上海市卫健委临床研究课题(编号202040016)、上海市中西医结合学会社区医学与健康管理工作项目(编号2020-50)、上海市静安区科普项目(编号KP2020013)的支持。同时也感谢李琳、博士研究生(张涵、张佳佳)、硕士研究生(杨梦蝶、樊鑫、尹宇振)的共同参与。

希望大家在阅读本书之后,能对甲状腺核医学有一个全新的认识,进而消除误解、疑虑与不安,让更多适宜于核医学诊疗的甲状腺病患者能安心地接受诊疗并最终受益。

由于编者的水平有限,不免有疏漏不当之处,敬请读者指正。

余 飞

上海市甲状腺疾病研究中心

同济大学医学院临床核医学研究中心

2021年3月

目 录

第 1 章	卿本佳人,人类甲状腺的自我介绍	001
	人体的“小蝴蝶”:甲状腺概述	001
	初识“小蝴蝶”的生理位置	002
	浅说“小蝴蝶”对人体的贡献	004
	全身系统的“蝴蝶效应”:甲状腺激素	006
	甲状腺激素的“四大分身”	006
	不可缺少的“生命之火”	008
	时而脆弱的“生命之火”	009
	“生命之火”的助燃剂	011
	“生命之火”的指挥官	012
	自身抗体界的“间谍”:甲状腺抗体	013
	对甲状腺组织“不友好”的 TGAB	014
	性格多变的 TRAB	016
	有“飓风”破坏力的 TPOAB	017
	甲状腺激素中的“另类”	018
	调节血钙的血清 CT(降钙素)	018
	“花样”脱碘而来的血清 rT_3 (反式 T_3)	018



第 2 章	缘起缘灭,与人类甲状腺发生故事的那些核医学明星	021
	核医学明星之一:锝	021
	^{99m}Tc 的显像好伙伴——显像仪	023
	^{99m}Tc 揭秘甲状腺病变良恶性	025
	锝能治疗甲状腺疾病	026
	核医学明星之二:碘	026
	甲状腺激素的“原动力”——碘	027
	“追捕”甲状腺疾病的“核弹”——碘-131	032
	精准“粒子刀”——碘-125	033
	甲状腺显像“新贵”——碘-123	034
	核医学明星之三:氟	036
	世纪分子—— ^{18}F -FDG	036
	PET/CT 的秘密	037
	^{18}F -FDG 揭秘甲状腺疾病	039
第 3 章	终有一天,甲状腺作妖了	040
	心慌眼突脖子粗,甲亢症状要清楚	040
	天热当心甲亢刷存在感	041
	甲亢治疗的“三剑客”	042
	甲亢患者的饮食	044
	有些甲亢,并不是甲状腺的错	045

甲状腺变老与甲减	046
甲减发生的信号.....	047
治疗——低剂量起步,药物治疗简单 便捷.....	049
手脚冰冷的治疗.....	050
中枢性甲减与普通甲减区别.....	052
分“善恶”,辨“忠奸”,收起甲状腺结节的 “必杀令”	053
别用极端眼光看结节.....	054
“手感+B超”初辨“忠奸”.....	055
亲肿瘤显像进一步辨“忠奸”.....	057
细针穿刺定乾坤.....	057
粗针活检成辨别“忠奸”新手段.....	058
甲状腺结节该不该“一刀切”.....	059
学会与结节“和平相处”.....	060
桥本甲状腺炎:中年危机另有因	061
人体“发动机”怠速运转,后果很严重.....	062
桥本甲状腺炎:一种特殊的“甲减”.....	063
少食含碘食物,谨慎选择手术.....	064
谈甲状腺癌莫色变	065
常见甲状腺癌可能不再是癌症.....	065
甲状腺癌比较“懒”.....	066
留意“肿”“生”“哑”,早期发现儿童 甲状腺癌.....	067



甲状腺“感冒”了	069
甲状腺疾病找上“特殊人群”	071
准妈妈甲状腺“发威”，宜分期慎重	
“轻治疗”	071
甲亢妈妈产后哺乳有讲究	072
老少幼孕的甲亢治疗方案	072
甲减对准妈妈的三大危害	073
备孕前一定要检测甲状腺功能	074
准妈妈甲状腺“萎靡”，及早补充	
左甲状腺素钠	075
婴幼儿甲减谨防呆小症	076
呆小症需要终身服药吗	077

第4章 如影随形，核医学的绝招之一

“甲功”是哪一种“武功”	079
什么时候该去医院学习“甲功”	080
“甲功”异常可见甲状腺疾病端倪	081
甲状腺抗体检测让甲状腺疾病暴露无遗	082
学习“甲功”时都需要注意什么呢	083
学习“甲功”前的准备事项	084
多久复习一次“甲功”	084
小心实验室里的“同向跷跷板”	086
同向升高跷跷板	086
同向降低跷跷板	087

第 5 章	鉴病照妖镜,核医学的绝招之二	090
	鉴别甲亢与亚甲炎,摄碘率一探显究竟	090
	摄碘率检查好帮手——甲状腺功能仪	090
	“分离现象”有助诊断亚甲炎	092
	“热结节”“冷结节”,甲状腺平面显像告诉你	093
	甲状腺结节遇“冷”,亲肿瘤显像“留一手”	095
	判断“冷结节”良、恶性有绝招	095
	揪出“冷结节”假阳性有妙招	096
	当甲状腺和你玩起了捉迷藏	097
	甲状腺喜欢躲在哪里	097
	玩捉迷藏的甲状腺会留下什么 迹象	098
	甲状腺为什么和我们玩捉迷藏	099
	异位甲状腺怎么“找”	099
	异位甲状腺的藏身之地	100
	PET/CT 如何看甲状腺的病变	100
	PET/CT“一个顶俩”显优势	100
	PET/CT 于甲状腺癌中的应用价值	101
	PET/CT 不是万金油	103
	MIBI - SPECT 双时相显像,让甲旁亢 “水落石出”	104
	甲状旁腺的自然生长史	105
	甲状旁腺病变会“声东击西”	105