

# 中国医学物理学的过去、现在与未来

胡逸民<sup>†</sup>

(中国医学科学院北京协和医科大学 肿瘤研究所肿瘤医院 北京 100021)

**摘要** 医学物理(medical physics, MP)是把物理学的原理和方法应用于人类疾病的预防、诊断、治疗和保健的一门交叉学科,是物理学与医学实践相结合的一门独立的分支学科。它是研究人类疾病诊、治过程中的物理现象,并用物理方法表达这种现象。医学物理包括放射肿瘤物理(radiation oncology physics, ROP)、医学影像物理(medical imaging physics, MIP)、核医学物理(nuclear medicine physics, NMP)、其他非电离辐射如核磁、超声、微波、射频、激光等物理因子在医学中的应用和保健物理(health physics, HP)等分支内容。医学物理学和生物医学工程学(biomedical engineering, BME)是一对共生的兄弟学科,分别从物理学的角度(前者)和工程学的角度(后者)研究人类疾病诊断、治疗及健康保健过程中的生命现象和采取相应的物理措施和工程手段。医学物理学与物理医学(physical medicine, PM)是完全两个不同的概念,前者是物理学的分支,后者是医学的分支。自上世纪60年代以来,中国医学物理学有了很大的进展,推动了中国现代放射肿瘤学、核医学和医学影像学的发展;成立了自己的学术组织,并成为国际医学物理组织(IOMP)的成员组织。随着中国逐步奔入小康社会,为适应人民大众对健康的需求和现代化医院发展的需要,中国医学物理应该加快发展。

**关键词** 医学物理,生物医学工程,生物物理,物理医学

## The past, present and future of medical physics in China

HU Yi-Min<sup>†</sup>

(Cancer Institute (Hospital), Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union of Medical College, Beijing 100021, China)

**Abstract** Medical physics is an independent branch of physics applying the concepts (or principles) and methods of physics to the practice of medicine. It explores, explains and expresses the physical phenomenon related to the diagnosis, treatment of human diseases, and the health of human beings. It includes radiological imaging physics, radiation oncology physics, nuclear medicine physics, the use of non-ionizing techniques such as nuclear magnetic resonance, ultra-sound, microwaves, radio frequency waves, and lasers, as well as health physics. Medical physics and biomedical engineering are closely related academic disciplines that both deal with the same problems in medicine but from the different points of view of physics and engineering, respectively. In contrast, physical medicine is a branch of medicine and is different academically from medical physics, which is a branch of applied physics. Since the 1960s medical physics in China has achieved rapid development that has greatly promoted the progress of the modern medical sciences of radiation oncology, nuclear medicine, and medical imaging in the country. In the 1980s the Chinese Society of Medical Physics was founded, becoming later a member of the International Organization for Medical Physics. To meet the needs of the health care of the Chinese people and the modernization of Chinese hospitals, it is essential for the Educational Department of the National State Council to set up the academic discipline of medical physics, and the profession of medical physicist in hospitals in China.

**Keywords** medical physics, biomedical engineering, biophysics, physical medicine

2006-08-21 收到初稿 2006-10-28 收到修改稿

<sup>†</sup> Email: huyimin@pubem.cicams.ac.cn, Yiminhu888@163.com

## 1 医学物理学的兴起

医学物理是把物理学的原理和方法应用于人类疾病的预防、诊断、治疗和保健的一门交叉学科。该学科包括放射肿瘤物理( Radiation Oncology Physics , ROP)、医学影像物理( medical Imaging Physics , MIP)、核医学物理( Nuclear Medicine Physics , NMP)其他非电离辐射如核磁、超声、微波、射频、激光等物理手段在医学中的应用,和保健物理( Health Physics ,HP)等分支内容。确保其应用过程中的质量保证(QA)、质量控制(QC),以及辐射防护与安全<sup>[1]</sup>。

医学物理学有两项开创性研究:一是伦琴(W. C. Rontgen)发现X射线并用于人体透视;二是居里夫人(M. S. Curie)发现放射性元素镭并用于肿瘤的治疗。这两项研究奠定了医学物理学的基础。医学物理学是用物理学原理揭示和解释人类疾病诊、治过程中的生命过程和现象,并用物理方法表达这种过程和现象。例如X-CT是利用X射线与人体组织的原子相互作用引起的X射线强度的改变的程度显示人体组织(器官)的健康状态,通过CT图像表达。同样,肿瘤放射治疗是利用X(或 $\gamma$ )射线,以及能量较高的电子、中子、质子、氦、碳离子等,与人体组织的原子相互作用后产生的次级粒子(如电子)将射线的能量传递给组织,通过吸收剂量的高低表达。吸收剂量(单位为戈瑞(Gy))是宏观概念,它不研究次级粒子的能量传递给组织原子的微观过程。研究和探测射线在人体组织中的吸收剂量分布和剂量分布的优化(包括使用不同射线源),是放射肿瘤物理的基本内容;研究次级粒子能量的微观传递及相关的生化反应是生物物理的基本内容;研究宏观吸收剂量和微观剂量产生的最终生物效应(通过中间的化学过程)是放射生物学(radiation biology)的基本内容。由此得出结论(1)医学物理学是与医学实践相结合的物理学的一门独立的分支学科<sup>[1]</sup>,它是研究人类疾病诊、治过程中的物理现象,并用物理方法表达这种现象;物理学是研究物质结构、物质相互作用、和物质运动的规律。(2)与医学物理学紧密相关连的生物物理学是物理学与生物学相结合的一门独立的交叉学科,它与医学物理学同源不同果。(3)从事医学物理学研究和应用的医学物理学家(或医学物理师)除具有物理学及相关的数理和工程学的基础知识外,还必须具有医学(解剖学、病理学、生理学等)的基础知识。显然,有造诣的物理学家在成

为医学物理学家之前应在医学基础知识上认真钻研和实践相当长的一段时间,就像懂得物理学并不一定懂得生物物理学一样,懂得物理学并不一定懂得医学物理学,他们之间有一段很长的路程,需要跨学科的学习和实践。

## 2 医学物理学与物理医学

医学物理学与物理医学是完全两个不同的概念。前者是研究生命现象中的物理问题,包括生命现象的物理表达,物理因素与组织的相互作用产生的病理、生理、生化、生物反应等作用达到疾病诊治和健康保健的目的,是物理学应用于医学实践的物理学的分支<sup>[1]</sup>。后者是利用物理手段(通常借助机械装置)通过物质能量(如热能、声能等)在组织中的传递和吸收,调整组织局部的微观环境(如血液循环)起到对疾病的治疗、去痛和达到健康保健等的目的,是医学的一个分支<sup>[2]</sup>。物理医学在我国有很久的历史,中医的穴位拨罐、穴位按摩、中医推拿等,属于物理治疗(physical therapy);我国的传统气功是理疗保健的典型代表,通过气场调节人体的精、气、神,达到去病和健身强体作用。西医中使用的听诊器、血压计等,是物理医学中最先出现的简单的物理诊断设备。随着现代科学特别是电子学、工程学的发展,物理医学使用的设备即理疗设备和仪器有了很大的发展,如计算机控制的电动按摩椅、频谱治疗仪、冲浪水疗仪等。物理医学中使用的物理(physical)一词,指理疗设备的形体,而与物理学的原理和方法的医学应用根本无关联。

## 3 生物医学工程学和医学物理学

生物医学工程(biomedical engineering ,BME)也是一门新兴的多学科交叉学科,其内涵是:“工程科学的原理和方法与生命科学的原理和方法相结合,以认识生命运动的定量规律,并用以维持、改善、促进人的健康”。历史地看,生物医学工程的起源可以追溯到H·冯·赫姆霍兹、D·雷蒙和W·伦琴等人。但作为一门独立的学科则形成于20世纪60年代。其动因有二:一是医学进步的需求;二是医疗器械产业发展的需要<sup>[3]</sup>。

20世纪50年代以来,随着传染病逐渐被控制,心脑血管疾病、癌症、糖尿病等非传染性现代文明流行病成为人类健康的主要威胁。因此,探索这些现代

物质文明流行病发生、演变、转归的规律(定量),并发展有效的诊断、治疗、康复的方法、技术和装置,成为医学进步的急需。但是,这些问题不是以定性观察、现象归纳为方法学特征的医学本身所能解决的,它必须和以定量观测、系统分析为方法学特征的工程科学和物理科学相结合,并综合运用各种已有的和正在发展的高、新技术,才有可能逐步解决这些问题。于是,产生了现代生物医学工程学和现代医学物理学。

医学物理学和生物医学工程学是一对孪生的兄弟学科,分别从物理学的角度(前者)和工程学的角度(后者)研究人类疾病诊断、治疗及健康保健过程中的生命现象和采取相应的物理措施和工程手段。如上所述,X射线计算机断层(X-CT)成像依据X射线产生、X射线与人体组织中的原子相互作用、X射线探测等的物理原理,而X-CT机本身是依据了生物医学工程学的原理,两者的有机结合,产生了高质量的X-CT影像。同样,医用直线加速器(LA)、核磁共振成像(MRI)、正电子发射断层机(PET)、医学超声(UV)等现代医学诊疗设备,都是两个学科相结合的丰硕成果。因此,现代医疗器械产业的原创和发展,都不能离开医学物理学和生物医学工程学的学科进展。

#### 4 医学物理和生物医学工程学术组织

随着医学物理学和生物医学工程学的发展,世界各国和地区(包括我国台湾省和香港)都分别成立了相应的医学物理学会和生物医学工程学会。中国生物医学工程学会(CSBME)成立于1980年;中国医学物理学会(CSMP)成立于1981年,当时挂靠在中国生物医学工程学会下。经中国科协批准,两个学会于1986年分别独立加入国际医学生物工程联合会(IFMBE)和国际医学物理学组织(IOMP)。由于医学物理学和生物医学工程学是兄弟学科,因此,自上世纪80年代以来,两个国际组织每三年联合召开一次国际学术会议。2006年8月底在韩国首尔召开过一次这种联合的学术会议,我国首次申办成功的两个国际组织的联合学术会议将于2012年在北京召开。两个国际学术组织联合成立了国际医学物理和医学工程科学联合会(IUPESM),每届主席由两个国际组织的主席轮流担任。

中国医学物理分会自1981年成立以来,在历届理事长(主任委员)刘普和、胡纪湘、姜远海、胡逸民

教授和历届理事会的努力下,经历了25年的发展和壮大,至今已具有3000多名会员,分布在下属的医学放射物理、医学影像物理、医学激光物理、医学物理教育等9个医学物理分支专业委员会中。医学物理分会每2年举办一次学术年会,每4年召开一次会员代表大会。1981年创刊的中国医学物理学杂志,经历了创刊、整合和发展的艰苦历程,学术水平和办刊质量有了很大的提高,已列入中国科协核心期刊。

#### 5 中国医学物理学的发展

我国医学物理学的发展历史,最早可以追溯到上世纪40年代。我国医学物理的先行者原中国军事医学科学院的徐海超教授同美国医学物理学家Marvin Williams教授一道,工作在北京协和医学院,用400kV的X射线机治疗恶性肿瘤。解放后,在我国著名的老一辈放射肿瘤学家吴恒兴教授、谷铎之教授等的呼吁下,应卫生部的要求,高教部于1964年从北京大学、复旦大学、浙江大学、安徽大学4所综合性大学物理系分配了5名物理系毕业生,分别就业于北京中国医学科学院的北京协和医院和肿瘤医院、上海肿瘤医院、浙江省肿瘤医院、广州中山大学肿瘤医院,启动了我国医学物理学的发展。1965年有更多的物理系毕业生分配到中央和省级肿瘤医院。1965—1976年间因“文化大革命”被迫中止。改革开放后,各级肿瘤医院因工作的急需,分别从不同渠道,招聘了一批理、工类的毕业生以及“文革”前在非医疗机构工作的与核物理研究和应用有关的物理工作者;同时有一批在医院工作的医学物理工作者于上世纪80年代初被送往欧美国家访问和进修;以及继后开展的中美、中法、中瑞等双边的医学物理师的交换学者项目和在我国召开的双边、多边国际医学物理学术研讨会和讲习班等,大大推动了我国医学物理学的发展。上世纪80年代末,中国医学科学院协和医科大学肿瘤医院在我国最早开设医学放射物理硕、博课程,1996年我国历史上第一位医学放射物理博士毕业。上世纪90年代中至本世纪初,北京大学重离子物理研究所、武汉大学物理学院、山东泰安医学院、清华大学医学物理和工程研究所、中国科学技术大学核能研究所等大学院校开设医学物理学本科、硕、博士学位课程,将会进一步加速我国医学物理人才的培养。在医疗市场人才需求的催逼下,一批老一代的医学物理学工作者和

热心推动我国医学物理事业发展的物理学家、教授和院士,于2004年3月16-18日召开了医学物理发展的第221次香山学术会议<sup>[4]</sup>,就我国医学物理的现状和发展,医院设立医学物理师制度,以及在我国设立医学物理学科教育等,进行了深入的研讨,并以香山会议简报的形式,通报了国务院学位办、教育部、卫生部、劳动部等国务院部委。

## 6 医学物理学的学科设立和未来的发展

医学物理学和生物医学工程学的学科设立,是促进现代医学发展的关键,是医院现代化的推动力。21世纪将是生命科学大发展的世纪,对人类生命的科学认知和对疾病的防、诊、治,都离不开两个学科的发展。在以原中国医学科学院黄家驷院长等老一代的科学家的呼吁和推动下,我国高教部和国务院学位办,于上世纪80年代,正式确定了生物医学工程学为一级学科,并在我国理工科大学和医科大学开展了生物医学工程学的本科、和硕、博课程,为我国培养了大批的生物医学工程人才。对比之下,医学物理学在我国一直没有受到国务院相关部委的重视。甚至我国各级医院的相关科室(综合性医院影像科、核医学科、专科医院的放射肿瘤科),因自身工作的需要而自主招收和培养的医学物理师,都得不到相应的职称和待遇。医学物理人才的匮乏,严重阻碍了我国医院现代化的发展和医疗质量的提高,造成昂贵的大型医疗设备的不能有效使用,频发的医疗事故不能有效防止。随着我国逐步奔入小康社会,为适应人民大众对健康的需求和现代化医院发展的需要,我国高等教育也应朝面向社会、市场需求的方向发展。因此,在我国设立医学物理一级学科,开展医学物理的学科课程,是国务院学位办和教育部应急需研究和解决的问题。

医学物理学的教育应该是本科以上的医学物理硕、博研究生课程,而不是医学物理学的本科教育。欧、美、日,包括澳大利亚、印度、我国香港和台湾地区,在医疗机构或与医疗机构有关的研究机构内工作的医学物理学家或医学物理师,都是通过医学物理的硕、博研究生课程的培养。医学物理学的入学学生,应该是大学本科毕业取得学士学位的有较好的数理基础的理、工科学生,但也不排除有较好数理基础的医科毕业生。研究生硕、博课程应包括医学物理基础、医学影像物理、放射肿瘤物理、人体解剖学、病理学、生理、医学信息学等。

尽管中国医学物理学的发展已走过了40多年的历程,但与欧、美发达国家和亚洲发展中国家(包括说汉语的国家和地区)的医学物理学的发展相比,无论在学科设置、学科规模、人才数量等诸多方面,我国仍远落在后面。以肿瘤(癌症)放射治疗为例,按世界卫生组织(WHO)对发展中国家医用加速器(包括钴-60治疗机)数量/人口的比例要求,在未来10年内,中国大陆约需3,000台套治疗机,至少需要3,000—5,000个合格的肿瘤放射物理师为其服务;加上医学影像科、核医学科等对医学物理师的需求数量,总共约需6,000—8,000人。但目前,全国在三个学科内工作的医学物理师的总数不足1,000人,他们的大部分都集中在肿瘤放射治疗科。希望关心我国医学物理学事业发展的相关科学家,更多地关注我国现有医学物理学科队伍的建设和发展。

### 参 考 文 献

- [1] ACMP Scope\_feb\_12\_2002. doc
- [2] www.answers.com/topic/physical-medicine
- [3] 薛公为. 中国卫生画报 2006(3):4
- [4] 医学物理发展. 香山科学会议简报(第221期). 2004年4月5日



作者简介 胡逸民, 1964年8月毕业于安徽大学物理系, 1982年至1983年留学英国。现任中国医学科学院协和医科大学肿瘤研究所研究员、博士生导师、首席专家, 中国生物医学工程与学会副理事长兼秘书长、中国医学物理

学会主任委员、国际医学生物工程学与计算学报副主编、中国生物医学工程学报常务编委、国际科学理事会中国委员会委员、国际医学物理组织(IOMP)中国理事、美国医学物理学家协会(AAPM)会员、美国科学进步协会(AAAS)会员。一直从事医学物理方面的临床和研究工作, 主要研究医学放射物理, 擅长放射治疗物理。以第一作者发表论文40多篇, 著有《肿瘤放射物理学》等多本专著, 拥有“三源X( $\gamma$ )射线调强治疗装置”等多项国家发明专利和实用新型专利。曾获卫生部科技成果三等奖、广东省科技进步二等奖和中国医学科学院科技成果进步一等奖。