

美国医学物理学培养体系对中国放射科住院医师规范化培训的启示

张大明¹, 周雪妍², 薛华丹¹, 孙昊¹, 苏童¹, 金征宇^{1*}

(1. 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院 放射科, 北京 100730;
2. 哈尔滨学院 工学院, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要: 医学物理学是一门将物理学与医学实践相结合的交叉学科, 产生于放射学及放射肿瘤学临床实践中对于物理学知识的广泛需求。目前以美国为代表的发达国家已经在放射科住院医师培养过程中形成了系统的医学物理学培养体系。中国的放射科住院医师规范化培训仍处在起步阶段。本文介绍了美国放射科住院医师医学物理学培养的体系, 并探讨了其对中国放射科住院医师规范化培训的启示。

关键词: 医学物理; 放射科; 住院医师规范化培训

中图分类号: G242.41 文献标志码: A

Enlightenment of American medical physics training system to the standardization training of Chinese radiological residents

ZHANG Da-ming¹, ZHOU Xue-yan², XUE Hua-dan¹, SUN Hao¹, SU Tong¹, JIN Zheng-yu^{1*}

(1. Department of Radiology, Peking Union Medical College Hospital, CAMS & PUMC, Beijing 100730;
2. Harbin University College of Engineering, Harbin 150086, China)

Abstract: Medical physics is an interdisciplinary subject that combines physics with medical practice, resulting from a broad need for physics knowledge in the clinical practice of radiology and radiation oncology. At present, the developed countries represented by the United States have formed a systematic medical physics training system in the process of radiology resident training. The standardized training of radiology resident in China is still in its infancy. This paper introduces the system of physics training in the American radiology resident training program and explored its enlightenment to the standardized training of radiological resident in China.

Key words: medical physics; radiology; standardized training of resident

放射科住院医师接受医学物理学 (medical physics) 的培训可以使其从物理学原理了解各类成像设备的优势与限制, 从而在执医过程中为患者提供更为恰当、安全的成像方案。在以美国为代表的西方国家, 在放射科住院医师培训过程中对各类成像设备原

理、图像质量的影响因素、图像质量与辐射剂量之间的互相平衡等内容进行了明确要求, 并且在住院医师培训结束后的考试中对相应内容进行考核^[1]。此外, 医学物理学知识对于放射科住院医师的学术研究也非常重要, 内容可以涵盖基础研究 (如动物实验)、新

收稿日期: 2019-11-04 修回日期: 2020-01-02

基金项目: 北京协和医院临床骨干师资海外培训项目 (2018PUMCHFDO-ZDM); 黑龙江省“十三五”教育科学规划重点课题 (GBB1318063)

* 通信作者 (corresponding author): jin_zhengyu@163.com

技术临床应用以及转化医学等多个领域^[2]。

中国的放射科住院医师规范化培训始于 2006 年,随着十余年来年的发展,培训内容、考核评价方法逐步完善。但是,在培训内容,尚未形成系统的医学物理学培训课程及考核要求。因此,针对这一现状,通过与美国放射科住院医师应物理学培养比较,寻找适用于中国放射科住院医师医学物理学培训模式。

1 美国放射科住院医师医学物理学培训现状

1.1 培训管理规定

医学物理学是把物理学与医学实践相结合的一门交叉学科,通过将物理学原理和方法应用于医学从而实现人类疾病的预防、诊断、治疗和保健。放射学(radiology)是一门设备依赖性的学科,而放射成像设备的成像原理多基于物理学,因此,对于放射科住院医师进行医学物理学的系统性培训是整个住院医师培训中不可或缺的一部分。

美国放射学会(American Board of Radiology, ABR)在美国医学物理师协会(American Association of Physicists in Medicine, AAPM)的参与下进行医学物理培训课程的制定、培训材料的准备以及考核评

估标准的确定。除此之外,通过美国毕业后医学教育认证委员会(Accreditation Council for Graduate Medical Education, ACGME)在放射科住院医师培训中也对医学物理学内容进行了规定(表 1)^[2]。

1.2 培训模式

北美放射学会(Radiological Society of North America, RSNA)及 AAPM 均为自己的会员提供医学物理的培训材料^[3]。ACGME 认证的放射科住院医师培训基地,都有一套医学物理学课程,不同基地进行的授课形式有所不同,多以大课的形式进行^[4]。内容包括与放射学相关的物理学原理、辐射防护、与设备相关的成像原理、设备组成、图像质量以及成像安全等。

2010 年以后,ABR 的考试结构发生了变化^[5],将医学物理学有一门单独的考试转换为植入到住院医师规范化培训的整体考试之中。多数放射科基地都据此对医学物理学的培养方案进行了调整,其中改革模式较为具有代表性的为 Nachiappan 等人^[6]。这一改革以临床轮转为主导,围绕 ACGME 中规定的 6 个核心胜任力(core competencies)对医学物理学课程进行了新的设计。ACGME 中规定的 6 个核心胜任力包括:患者照护、医学知识、基于实践的学

表 1 放射科住院医师培训项目中关于医学物理学的内容

Table 1 Areas in which a medical physicist may significantly contribute to a radiology residency program

ACGME 项目对放射诊断毕业后医学教育的要求	
部分	描述
Int. C. 3 and II. B. 4	应该正式进行医学物理的教学,并由具有合适资质的人进行带教
II. B. 5 and IV. B. 2	教职员工与住院医师必须规律参加有组织的临床讨论与文献学习 住院医师必须在教职员工的监督下参加学术研究项目 住院医师必须进行批判性思维及研究设计的培训
IV. A. 3. b).(2)	总的规范课堂教学包括放射物理、放射生物学和防护以及 MRI 安全
IV. A. 5. c)	质量提高项目 住院医师要能够评价、比较科学证据,展示出对射线暴露、防护及安全的警惕性
IV. A. 5. d).(6)	住院医师应该就成像恰当性及安全性进行有效沟通
IV. A. 5. f) and IV. F	住院医师应将风险收益分析纳入患者/人群护理中 住院医师应在跨专业的团队中工作,以加强病人的安全及改善病人的护理质量 住院医师应该参与到发现系统错误并提出可行的解决方法
PCTS	影像指南的评价、研究、发展及应用
MK	图像的优化及扫描方案的选择
SBP	包括国家放射数据注册、认证及同行评审
PBLI	放射安全及 MR 安全

MK=医学知识;PBLI=基于实践的学习和改进;PCTS=患者照护和技能;SBP=基于系统的实践;MRI:磁共振成像;MR:磁共振。

习、沟通能力、专业素养以及基于系统的实践。而医学物理课程又根据课程形式与内容分为医学物理学基础、临床医学物理学、实践课、网络课程、文献俱乐部和总复习 6 大部分,采用两者相结合设计的课程模式(表 2)^[6]。上述课程模式以图像为基础,通过互动实践的教学方式对放射科住院医师进行医学物理学教学,有益于结合放射学实践讲授医学物理学的知识应用^[7]。

1.3 培训师资

美国的医学物理师的培训体系完备,从 20 世纪 50 年代开始,已经形成了完整的医学物理学研究生教育、毕业后住院医师培训体系,并参与放射科、放射肿瘤科的临床工作、教学工作以及科研工作^[8]。

从全球的范围来看,医学物理师与放射科医生均参与医学物理学的授课^[1],美国、英国与其他国家相比,医学物理师在课程设计、实施以评价标准制定的参与度更高。美国的医学物理师具备良好的物理学知识基础,同时在放射科接受了规范的临床培训,对于医学物理学的临床意义更为了解,无疑是医学物理学课程最佳的授课人选。

2 北京市放射科住院医师医学物理学培训现状

2.1 培训管理规定

目前在国家卫生健康委 2014 年发布的《住院医师规范化培训内容与标准(试行)》放射科细则中,对于医学物理学的内容进行了要求,以成像设备原理及方法、放射防护要求为主,与美国 ACGME 对于培

训项目的要求相比,内容相对简略。借鉴美国的放射科住院医师管理规定制定,应在未来的培训细则中进一步细化有关医学物理学的相关内容,这样可以使培训基地在进行住院医师培训中的医学物理学的讲授更加规范。此外,应在制定细则时结合医学物理师的培训经验,夯实物理学的知识点。

2.2 培训模式

培训模式上,目前尚无文献对放射科住院医师医用物理学课程培训进行研究。以北京市的培训经验为例,北京市放射科住院医师规范化培训主任委员所在单位——北京协和医院放射科面向全北京市放射科住院医师开展培训课程,内容包括“X 线、CT 成像原理”“胃肠造影基本原理”以及“MRI 成像基本原理”,以大课讲授为主。内容基本涵盖了放射科常见医学物理知识点。此外,本科室一直坚持住院医师进行 X 线、电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)及磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)的跟机扫描,从而实现了基于系统与实践的方式学习医学物理学知识。但是值得注意的是,与美国放射科住院医师培训基地相比,目前的授课内容授课时长偏短,未对辐射安全、成像安全以及成像设备组成等内容进行详细划分。同时,尽管在培训中强调围绕胜任力进行培训^[9],但在医学物理学的教学当中,目前尚未实现系统的按照胜任力的模块进行培训的模式。此外,由于“医教研”均缺乏医学物理师的参与,因此在文献汇报、批判性阅读、临床试验设计、数据分析及科研论文撰写等方面的教学,也缺乏针对医学物理学部分的内容。

表 2 医学物理学课程内容与毕业后医学教育核心胜任力的相互关系

Table 2 Components of medical physics curriculum that address accreditation council for graduate medical education core competencies

核心胜任力	医学物理基础	临床医学物理	实践	网络课程	文献汇报	总复习
患者照护	X(成像安全讲座)	X(成像安全讲座)	X(放射安全)	X(放射剂量课程)		
医学知识	X	X	X	X	X	X
基于实践的学习及改进	X(成像安全讲座)	X(成像安全讲座)	X		X	
沟通技能		X(住院医师讲座)	X(小组讨论)		X	
专业能力	X(出席)	X(住院医师讲座)	X(出席)	X(完成作业)	X(准备及遵守指南)	X(出席)
基于系统的实践			X(与技师一同工作)			

备注:“X”代表该项教学内容所对应的核心胜任力,括号中对课程形式进行了说明。

2.3 培训师资

在现有的医学物理学课程重,授课老师以放射科医生为主,所占比例超过 50%,同时有医学物理师参加。这与西方国家放射科培训基地医学物理学培训 50%以上的师资为医学物理师^[1]相比还存在很大差距,这主要是由于中国放射学医学物理师培训体系的不完善所致。目前中国医学物理师配备相对完备的专业为放射肿瘤学,但即便在放射肿瘤学专业,也存在着医学物理师数量缺乏、学历差别较大、培养模式规范性较差等问题^[10]。因此,放射科住院医师医学物理学培训的完善必须建立在医学物理师规范化培训的基础上。从研究生教育的角度来看,既往的医学物理学专业的学生多来自于设有物理学专业的大学所开设的研究生专业方向,而 2018 年起,教育部首批授予了包括北京协和医学院在内的 5 家医学院校医学技术一级学科博士学位授予点,这将更加有利于医学院校开展医学物理学专业方向高等科研人才的培养;同时,医学院校由于具备相对完善的放射科住院医师培养制度,可以在医学物理学专业研究生培养的过程中,给予更多的临床实践,从而使物理学与医学的结合更为紧密。这为未来扩充放射科住院医师医学物理学培训师资提供非常有利的基礎。

参考文献:

- [1] Rehani MM, Pauwels R, Rehani B, Evaluation of medical physics training in radiology residency in 67 countries [J]. *Phys Med*, 2018,54:30-33.
- [2] Sensakovic WF, Role of medical physicists in the diagnostic residency training program [J]. *J Am Coll Radiol*, 2017,14:119-121.
- [3] RSNA/AAPM Online Physics Modules. <http://www.rsna.org/physics-modules>.
- [4] Kansagra AP, Early resident-to-resident physics education in diagnostic radiology [J]. *J Am Coll Radiol*, 2014,11:59-62.
- [5] Nachiappan AC, Wynne DM, Katz DP, *et al.* A proposed medical physics curriculum: preparing for the 2013 ABR examination [J]. *J Am Coll Radiol*, 2011,8:53-57.
- [6] Nachiappan AC, Lee SR, Willis MH, *et al.* Clinically o-

2.4 培训考核

在考核方面,2018 年由国家卫生健康委发布的《住院医师规范化培训结业理论考试大纲(试行)》放射科部分,专业理论汇总明确规定了影像技术学中需要掌握或了解 X 线基本特征及成像原理、数字减影血管造影技术(digital subtraction angiography, DSA)基本原理、CT 成像基本原理、CT 成像基本技术、MRI 基本原理、MRI 常用脉冲序列、MRI 基本技术等内容,但是与前文讨论的培训管理规定、培训模式存在类似的问题,大纲要求过于概括、缺乏细节,也并未与多项胜任力相匹配,与美国 ACGME 的培养规定仍存在差距。

3 启示

通过对中美放射科住院医师医学物理学培养模式的对比发现,中国在放射科住院医师培养的培训细则、培训内容中,均包含了医学物理学知识。但是与美国的培训现状相比,仍存在培训要求不够详细、培训内容不够丰富、未与临床胜任力相挂钩以及培训师资中缺乏医学物理师等不足。因此在未来的工作中,一方面要加大医学物理师人才培养的力度,另一方面要着力于在放射科住院医师培训过程中构建更为完善的医学物理学培训内容,从而推动放射科住院医师医学物理学的培训效果。

- riented three-year medical physics curriculum: a new design for the future [J]. *Am J Roentgenol*, 2012,199:635-643.
- [7] Zhang J, Hardy PA, DiSantis DJ, *et al.* Hands-on physics education of residents in diagnostic radiology [J]. *Acad Radiol*, 2017,24:677-681.
- [8] 蔡雪竹,杜一平. 论美国医学物理师培养机制[J]. *中国医学物理学杂志*, 2013,30:4070-4075.
- [9] 张大明,金征宇,薛华丹,等. 情景设计视频模式在放射科住院医师规范化培训沟通技能考试中应用的评价[J]. *基础医学与临床*, 2018,38:1207-1210.
- [10] 王志远,彭洁,吕庆文,等. 我国医学物理学专业建设的构想刍议[J]. *中国医学物理学杂志*, 2010,27:1947-1950.