

DOI: 10.3969/j.issn.2096-045X.2024.03.014

· 临床教学 ·

## 以疾病为中心的眼底多模影像在专业学位硕士研究生教学中的应用

史雪辉 王海燕 杨帆 魏文斌\*

(首都医科大学附属北京同仁医院 北京市眼科学与视觉科学重点实验室 工信部医学人工智能研究与验证实验室, 北京 100730)

**【摘要】** 眼底病学是眼科最复杂的领域之一,也是眼科学习的重点和难点。眼底影像是辅助眼底病诊疗、教学和学习的重要方式及可靠途径。眼底影像的发展已经进入多模态时代。近年来,眼底多模影像已达到不同影像多位一体,并可实现不同影像间点对点精准对位;不但是平面像与立体像的交互融合,更有结构像和功能像的有机结合。多模影像辅助眼底病教学,更有助于全方位深刻理解、系统掌握眼底病。本文针对当前眼底病教学中存在的问题,结合眼底病教学的实际需求,提出以眼底疾病为中心,以病理机制为基础,以眼底多模影像循证解读为主要教学手段,使学生高效掌握眼底病;同时,本研究将与时俱进,进一步补充完善眼科教学方法,采用发病基础与影像表现互解互证的引导式教学模式,激发学生自主学习热情、提高教学效率,并为提升学生逻辑辨证的临床思维能力提供帮助。

**【关键词】** 研究生教学; 眼底病; 眼底多模影像; 发病机制

**【中图分类号】** R445.9; G643

**【文献标识码】** A

### Application of disease-centered ocular fundus multi-modal imaging in teaching of professional degree postgraduate students

Shi Xuehui, Wang Haiyan, Yang Fan, Wei Wenbin\*

(Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University; Beijing Ophthalmology & Visual Sciences Key Lab; Medical Artificial Intelligence Research and Verification Laboratory of the Ministry of Industry and Information Technology, Beijing 100730, China)

**【Abstract】** Ocular fundus disease is one of the most complex fields in ophthalmology, and it is also the focus and difficult point of ophthalmology learning. Ocular fundus imaging is an important means and reliable method in the diagnosis and treatment, teaching and learning ocular fundus diseases. The development of fundus imaging has entered the multimodal era. In recent years, multimodal fundus imaging has achieved multiple integration of different images, and point to point accurate alignment between different images; not only the interactive fusion of planar and stereoscopic images, but also the organic combination of structural and functional image. Applying multi-modal imaging in teaching of ocular fundus diseases is more efficient to comprehensive and profound understanding and mastery of fundus diseases. In view of the existing problems in the current teaching, combined with the actual needs, this paper puts forward to take fundus diseases as center, to take the pathological mechanisms as basis, with the evidence-based interpretation of fundus multimodal images as the main teaching means to enable students to master fundus diseases effectively. Meanwhile, this research will improve

**基金项目** 首都医科大学2022教育教学改革研究课题(2022JYY218)

**第一作者** 史雪辉, 博士, 主任医师, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 眼底病学、眼底影像学。

Email: shixuehui212@126.com

**\*通信作者** 魏文斌, 博士, 教授, 博士生导师, 首都医科大学北京同仁医院副院长, 研究方向: 眼底病学。

Email: weiwenbintr@163.com

teaching methods, and adopt the guided teaching model in which the basis of disease and imaging manifestations mutually understand and support each other, so to stimulate students' enthusiasm for independent learning, improve teaching efficiency, and improve students' logical and dialectical clinical thinking skills.

**[Keywords]** postgraduate teaching; fundus disease; multimodal fundus imaging; pathogenesis

眼底病学是眼科最复杂的领域之一,是眼科学习和培训的重点。眼底病涵盖广泛,包括葡萄膜病、视网膜病、视神经与视路疾病、玻璃体病,与眼外伤、巩膜病、眼肿瘤病相关。眼球内任何结构异常都可能导致眼底病的发生,同时,眼底病与全身系统性疾病密切相关。随着社会发展和生活方式转变,眼底病变谱扩大,眼底病变表现更为多样、更为复杂,致使眼底病学习难度和诊疗难度增加。在眼科培训中,掌握眼底知识对于提高医生的诊疗水平具有重要意义,眼底病专业也成为眼科专业学位硕士研究生学习和培训的难点,更是临床医学人才培养和高层次医学人才培养的需要<sup>[1]</sup>。眼底影像是辅助眼底病诊疗的重要手段,也是以胜任力为导向的住院医师规范化培训教学的必要方式及可靠途径<sup>[2]</sup>。本文针对当前问题,结合眼底病教学中的实际需求,提出以眼底疾病为中心,以病理机制为基础,以眼底多模影像循证解读为主要教学手段,使学生系统、高效学习掌握眼底病;同时,本研究将与时俱进,进一步补充改善眼科教学方法,采用发病基础与影像互解互证的引导式教学模式,激发学生自主学习热情,培养自主学习习惯,并为提升学生临床思维能力提供帮助。

## 1 眼底影像在专业学习及教学中的重要性

眼底影像是辅助眼底病教学必不可少的重要手段,在眼科学学习和教学中有独特的优势<sup>[3]</sup>。眼底病学习需要熟悉眼底病基础理论,如发病机制、诊断标准、治疗方法等。在此基础上,临床实践中正确诊疗眼底病必须掌握多种眼底检查技术,如眼底镜检查、光学相干断层扫描成像检查、荧光素血管造影阅片、视野及微视野检查等。

眼底影像具有直观的特点,在眼底病学习中,能够提高对眼底疾病的直观认识,辅助提高

对眼底疾病的辨识度;支持学生在教师指导之外借助现有平台增强自学,提高学习效率,在较短的时间内快速扩展眼底病知识面。眼底影像具有表现复杂的特点,展现丰富的病变信息,能够激发学生的探索欲望,主动发现问题,提升善于观察、眼底病辨识的能力,特别是提升独立思考的能力。更重要的是,解读眼底影像的过程是溯源发病机制过程。学习眼底影像,首先要掌握其病理基础,是由基础到临床、由发病机制到影像表现的过程,这一过程促使学生系统学习基础理论,重温巩固基础知识,增强逻辑思维能力。解读眼底影像,则是从异常表现分析病理基础、发生机制,及判断疾病本质的过程,是逆向思维的过程,这一过程提升学生辩证思维能力。此外,正确理解眼科影像特性及意义,有利于明确检查目的并正确选择检查方法。总之,通过眼底影像综合阅片培训,将提升学生系统学习和综合分析的能力、培养逻辑及辩证的临床思维习惯,掌握自我学习、自我修炼的方法,提升专业素养。

正确解读眼底影像,已经成为眼科医师临床工作的必备技能,也是眼科教学培训中的重要任务,是眼科专业学位硕士研究生教学及培训体系中的重要组成部分。对于教师,眼底影像是辅助教学必不可少的手段;对于专业学位硕士研究生,越来越多的眼底影像已经成为应知应会的内容,特别是在专业学位硕士研究生和住院医师规范化培训并轨后,成为必须掌握的临床技能和考核重点。

## 2 专业学位硕士研究生眼底病教学中存在的问题

眼底病及眼底影像教学在眼科专业教学中已经取得了很大成绩,但仍存在问题。

首先,在授课方式方面,教师授课必须以教

材内容要求为主,随着眼科学发展,教材中纳入的影像学检查越来越多,但多偏重简单文字描述,缺乏足够的具体影像及其解读。其次,教学辅助工具中,目前现有的眼底影像数据库及图谱共同存在的主要问题是偏重单一影像模式,如彩色眼底像图谱、眼底血管造影数据库及图谱等,应用范围有限,层次维度不足,更是缺乏针对专业学位硕士研究生专业培养的系统的、综合性的眼底影像整合分析。

在学习方式方面,专业学位硕士研究生无论是理论学习还是见习期间,学生接触的是需要鉴别的不同的疾病,以及疾病的不同阶段、不同分型的某个侧面,所见临床表现及眼底影像只呈现出阶段性和局限性特点。这些不足导致学生专业知识碎片化、分离化、断层化,未能对疾病深刻理解及全面彻底掌握。尽管可能有机会对同一病种多次接触学习,也未能形成一个完整有效的知识体系,甚至产生了更多的知识点矛盾状态和困惑,如基础知识与影像表现不能衔接、知识点分离甚至混乱。这种情景下,学生学习过程中专业知识碎片式低效积累的问题更为突出。

### 3 眼底多模影像进展及其解读

多模态影像学是一种综合多种影像技术的医学影像学分支。眼底影像种类繁多,其中,眼底形态学检查主要包括彩色眼底照相(包括广角及超广角眼底照相)、眼底自发荧光(fundus autofluorescence, AF)、眼底荧光血管造影(fundus fluorescein angiography, FFA)、吲哚青绿血管造影(indocyanine green angiography, ICGA)、光相干断层扫描成像(optical coherence tomography imaging, OCT)、OCT血管成像(optical coherence tomography angiography, OCTA)等;眼底功能学检查主要有视野/微视野、视网膜电图及视觉诱发电位等<sup>[4-5]</sup>。不同的影像学检查各具特色,各有优势及不足。FFA检查反映视网膜循环时间、视网膜内/外屏障相关病变;ICGA则反映脉络膜循环、脉络膜基质及视网膜色素上皮相关病变;OCT检查则反映视网膜、络

膜断层结构、层次、形态等,且接近组织学水平;OCTA显示视网膜脉络膜分层血流状态。各种检查有不同的成像原理,不同的展现方式,提供视网膜和脉络膜组织中发生的分子基础、病理生理机制、解剖和功能变化的详细形态学表征信息眼底影像的发展已经进入多模态时代<sup>[5-8]</sup>。眼底多模影像已经不再是多种眼底影像简单地对比、叠放放在一起,而是集多个不同功能的检查于一体,多个影像模块有机组合,无论是功能像、结构像,平面像、断层成像,各模态均可两两联合,甚至是3种影像和为一体,并可实现点对点精准对位匹配<sup>[9]</sup>。眼底多模影像可在同一时间对同一病变位置进行不同模块的对比检查,如FFA和ICGA同步造影,实现了视网膜与脉络膜血管的实时同屏显示,精准比对,同时动态造影不遗漏早期病变情况;眼底多模影像也可进行不同时间,如以Follow-up方式进行随访检查时对同一病变位置完全精准点对点地对位地显示,精准量化,病灶变化差异一目了然。可以从不同角度、不同层面整合疾病的病变特征,提供更全面的眼底疾病信息,有助于临床医生更准确地理解和诊断眼底疾病,并进行形态、结构、功能等疗效同步评估。

眼底病教学应用多模影像辅助,更有助于全方位深刻理解、学习掌握眼底病<sup>[9-10]</sup>。采用多模影像进行眼底病教学,可以同时展示、对比讲解多种不同模式影像信息。如在讲解眼底疾病的本质和特性时,可以通过眼底血管造影显示病变表面动态变化,同时对造影中显示的异常区域进行OCT断层展示,让学生看到表面现象的同时认知深层组织接近于病理学水平的改变,更全面地了解眼底疾病病变的多种表现形式和内在特征的关联,提高学生对眼底病变的认识和理解。通过分析和比较不同病程阶段的多模的影像,可以对眼底疾病的病因、病理、病程和疗效评估进行推进式展开教学,从而提高教学效果。

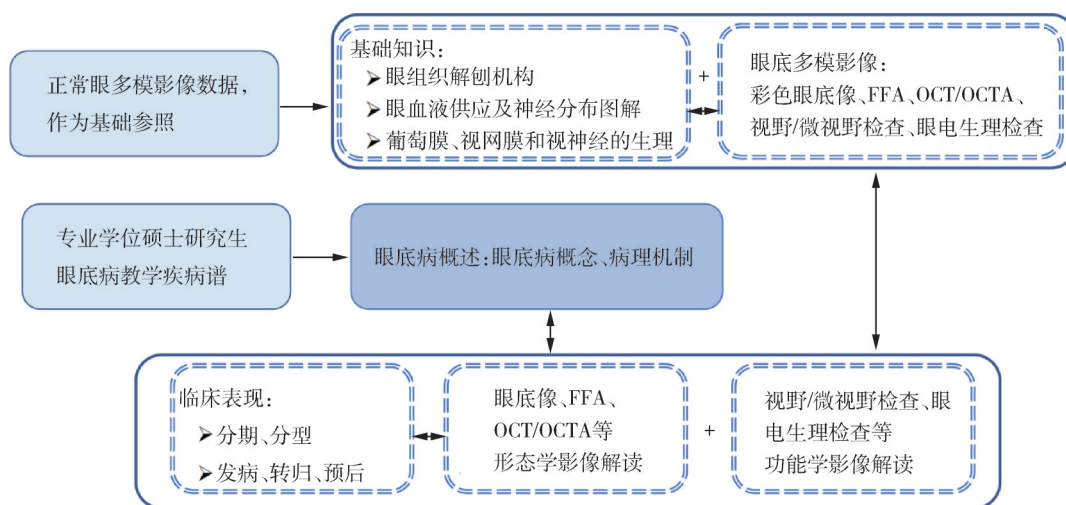
眼底多模影像是以疾病为中心,多个影像检查必要的、合理地组合。在眼底病学习及诊疗过程中,应确切掌握各种影像检查原理、成像基础,多模影像优化选择、合理组合、信息互补、综合解

析,有助于诊断、治疗及随访中可持续性应用,是临床诊疗需要,也有利于对疾病的完整深刻认识、学习和掌握,由此也成为眼科专业教学和培训任务。特别是随着医学技术的发展,以及现代眼科的实际需要,眼底影像新技术层出不穷,多模影像数据呈现出深化、细化、多元一体的特点。

与传统的影像学检查相比,多模影像能够更加准确地判断眼底疾病的性质、程度、范围,为分析病因及发病机制、诊疗及预后提供更精准信息。眼底多模影像已经成为视网膜和脉络膜疾病研究的基石,也是临床学习和实践的基础。专业学位硕士研究生正确解读常见病多发病的眼底多模影像,可提升临床逻辑思维和辨证能力,加强对眼底病的系统学习掌握,也成为眼底病专业培训的要求和将来必备的职业技能。

#### 4 高效运用以疾病为中心的眼底多模影像的教学模式

本文分析当前眼底病教学中存在的问题,总结既往教学经验,结合医学教育的实际需求,进一步改变教学模式,教学采用以眼底疾病为中心,补充完善教学方法;同时以病理机制为基础,利用现代化影像科技手段,有效整合多模影像数据,多模一体的多模影像教学,实现疾病病理机制与眼底表现及眼底影像解读的融会贯通,进而系统学习解读眼底病。课程设计将构建眼底病与其相关基础紧密联系的完整的知识体系,主体框架见图1。



FFA: fundus fluorescein angiography; ICGA: indocyanine green angiography; OCT: optical coherence tomography imaging; OCTA: optical coherence tomography angiography.

图1 以疾病为中心的眼底多模影像教学应用框架图

#### 4.1 构建正常眼基础知识及多模态影像数据

正常眼为疾病对比参照的基础,包含眼组织解剖结构、血液供应及神经分布图解;葡萄膜、视网膜和视神经的生理特征;关联解读各种正常眼底影像数据,如彩色眼底像、FFA、ICGA、OCT/OCTA、视野/微视野检查、和眼电生理检查等;标定部位、结构、层次,标注基本定义及含义。

#### 4.2 建立专业学位硕士研究生教学所需的眼底病基础知识数据集

数据集将以《专业学位硕士研究生眼科学教

学大纲》为重点,以及首都医科大学附属北京同仁医院《眼科住院医师规范化培训细则》要求,纳入眼底常见病、多发病病种。每一数据集以疾病为中心,包含疾病基础知识,如概念、发病机制,从病理机制上关联疾病分期分型、临床表现及进展、转归。

#### 4.3 眼底病多模影像数据集构建

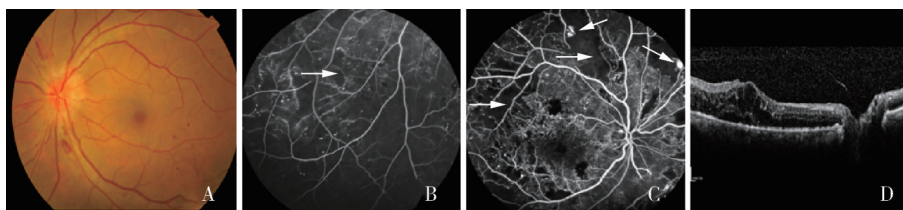
整合纳入眼底病多模眼底影像数据,解读眼底影像特征。以疾病为中心,以病理机制为基础,以影像循证为解读对象,采用单病种同步多模影像,实现形态、结构、功能的完全对应,形成

完整的知识体系。

首先展示形态学检查,眼底平面形态学影像,包括彩色眼底像、眼底血管造影;同步OCT影像显示组织断层,进而构建三维立体像。在形态学检查的基础上,整合功能学影像,如视野/微视野、眼电生理等。每一影像详细解读,部分辅助多媒体视听动态影像,达到实景化效果;采用发病基础与影像表现互解互证的引导式模式,引导学生主动参与,自主学习。综合解读多模影像,全方位多层次提供眼底病变信息。通过识别影像特征、辨析影像含义、多模影像信息解读及关联性分析,更深刻理解眼底病的发病机制和临床表现,为学生全面、系统掌握眼底病知识提供帮助。

以糖尿病性视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)为例。DR是糖尿病最常见、最主要的微血管并发症,是糖尿病导致的视网膜微血管损害所引起的一系列病变。DR的临床分型及分期与眼底病变进展有关,而眼底影像学改变直接反应视

网膜血管损伤程度及范围。DR病理基础涉及多个方面,包括血管损伤、神经元病变、炎症反应、氧化应激和细胞凋亡等,与眼底表现直接相关的是视网膜血管损伤。糖尿病患者长期处于高血糖状态,视网膜毛细血管内皮细胞和周细胞损伤,血管通透性增加,眼底表现为出血、渗出(图2A),FFA可见视网膜毛细血管扩张、微血管瘤及其渗漏,以及毛细血管闭塞形成的无灌注区(图2B),这一阶段为非增生型DR。病变进展,无灌注区扩大,视网膜缺血、缺氧刺激新生血管的形成,这一阶段为增生型DR的增生早期(图2C)。视网膜新生血管破裂引起出血加重,及玻璃体积血,并可进一步加重形成纤维血管膜、牵拉性视网膜脱离,进而成为增生晚期,最终严重影响视功能及预后。糖尿病黄斑水肿则是由于黄斑区毛细血管渗漏所致的视网膜增厚,OCT检查显示黄斑部弥漫增厚及囊样水肿,影响中心视力,可发生于DR的各个阶段(图2D)。



A: 彩色眼底像——视网膜点片状出血;B: FFA检查——视网膜毛细血管扩张、微血管瘤(白点)及无灌注区(白色箭头);  
C: FFA检查——无灌注区(白色粗箭头)及视网膜新生血管(白色细箭头);D: OCT检查——糖尿病性黄斑水肿。

图2 糖尿病性视网膜病变眼底多模影像

#### 4.4 眼底病多模影像数据集的教学应用

眼底多模影像教学将改善眼科教学方法,采用宽松式、引导式教学。指导学生运用基础知识、基本理论解释并解决实际问题;引导学生由基础到临床,由理论到实践,提高其综合素质和临床实践能力;由单病种到多元分析,培养独立思考、逻辑辩证的思维方式和思维习惯。在此基础上,由影像表现逆向推导疾病的本质,进行诊断;利用多模眼底影像直观、变幻、复杂特点,激发学生自觉求索、独立思考,自我求证,锻炼逻辑辩证的临床思维能力。学生可以根据需求进行深度学习、扩展眼底疾病谱及影像谱,进一步扩大知识面,提升医学专业素质。

## 5 结语

医学影像的应用是专业教育、学习和实践的重要手段。眼底多模影像是眼科教学的实用、可靠的教学工具。在教学中,以疾病为中心,以病理机制为基础进行眼底多模影像循证解读,有助于提高眼科教学水平;多重影像特征识别、辨析,有助于学生理解各种多模影像产生机制,分析各种现象下的本质,增强辩证思维、拓展思路,提高眼底病影像诊断水平,为后续职业发展奠定基础。本研究也将为专业学位硕士研究生规范化培养及其与住院医师规范化培训并轨建立眼底

多模影像数据库奠定基础。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突。

**作者贡献声明** 史雪辉:提出研究思路,设计研究方案,调研、收集和分析数据,撰写论文;王海燕:提供前期工作基础及实施方案,撰写论文;杨帆:调研、收集和分析数据,撰写论文;魏文斌:总体把关,审定论文。

## 参考文献

- [1] 武艳,朱森,郭蕊,等. 加强顶层设计培养不同类型临床医学人才的探索与实践[J]. 医学教育管理, 2023, 9(1): 1-7.
- [2] 陈丽芬,王亚军,卢洁,等. 以胜任力为导向的住院医师规范化培训模式改革[J]. 医学教育管理, 2023, 9(1): 21-27.
- [3] 史雪辉,魏文斌. 多媒体直观教学法在眼底病教学中的应用[J]. 眼科, 2014, 23(3): 210-213.
- [4] 谢娟,王永梅,侯军军,等. 超广角眼底影像在外伤性脉络膜视网膜病变诊断中的应用[J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2021, 43(8): 589-594.
- [5] 文峰,华瑞. 掌握各种眼底影像学检查特点,合理选择眼底影像学检查方法[J]. 中华实验眼科杂志, 2021, 39(5): 376-381.
- [6] Fogel L M, Sadda S R, Rosenfeld P J, et al. Advanced retinal imaging and applications for clinical practice: A consensus review [J]. Surv Ophthalmol, 2022, 67(5): 1373-1390.
- [7] 文峰,张雄泽. 眼底影像的繁荣和挑战[J]. 中华眼底病杂志, 2021, 37(2): 89-92.
- [8] 宋宗明,郭晓红. 眼底多模式影像的进展及其现阶段存在的问题[J]. 中华眼底病杂志, 2022, 38(2): 93-97.
- [9] Arrigo A, Aragona E, Battaglia P M, et al. Quantitative approaches in multimodal fundus imaging: state of the art and future perspectives[J]. Prog Retin Eye Res, 2023, 92: 101111.
- [10] 乔蕊蕊,周娜磊,马景学,等. 先天性视盘小凹的多模影像学特征分析[J]. 中华实验眼科杂志, 2021, 39(11): 989-996.

(收稿日期:2023-10-23)

(本文编辑:高健)