

智能阴道镜培训软件研发的必要性及挑战

秦东旭¹, 钱天翼^{2,3}, 薛鹏¹, 江宇¹, 乔友林¹

(1. 中国医学科学院/北京协和医学院群医学及公共卫生学院, 北京 100730; 2. 清华大学医学院, 北京 100084; 3. 腾讯医疗健康有限公司, 广东 深圳 518057)

摘要:我国基层阴道镜医生诊断表现不佳是宫颈癌筛查体系中的难点和痛点。开展阴道镜培训是提高基层医生诊断水平的有效方式,但由于我国基层医生人数众多且操作经验较少,专家线下授课的培训模式进展较为缓慢。随着计算机技术的发展和临床大数据的积累,研发一款科学、权威、实用、富有趣味性的智能化培训软件有望提升阴道镜医生的诊断水平。本研究旨在介绍研发智能阴道镜培训软件的研究意义、研究内容和相关研究进展,并探讨其应用的优势及现实挑战。

关键词:阴道镜;宫颈癌;筛查;智能化;培训软件

中图分类号:R737.34 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-0242(2021)10-0784-05

doi:10.11735/j.issn.1004-0242.2021.10.A011

Necessity and Challenge of Developing Intelligent Colposcopy

QIN Dong-xu¹, QIAN Tian-yi^{2,3}, XUE Peng¹, JIANG Yu¹, QIAO You-lin¹

(1. School of Population Medicine and Public Health, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100730, China; 2. School of Medicine Tsinghua University, Beijing 100084, China; 3. Tencent Healthcare Co. Ltd., Shenzhen 518057, China)

Abstract: Unsatisfactory performance of grassroots colposcopists impedes cervical cancer screening in China. The training courses are most effective for cultivating large number of qualified colposcopists at grassroots level, but there is lack of sufficient trainers for offline training. With the advances of computer technology, it is feasible to develop a practical intelligent software of training colposcopy, which is expected to improve diagnostic ability of colposcopists. This article introduces significance, content and progress of intelligent software for colposcopy training, and discusses its advantages and challenges.

Key words: colposcope; cervical cancer; screening; intelligent; training software

宫颈癌是妇科常见的恶性肿瘤之一,是全球第四大女性恶性肿瘤,也是女性第四大癌症死因。在过去的一年里,全世界范围内约有60万例宫颈癌新发病例和34万例死亡病例^[1]。宫颈癌对广大女性的生命健康造成了严重威胁,如果不采取积极的防治措施,到2030年宫颈癌的发病人数预计将会增加25%,超过70万/年^[2-4]。由于宫颈癌病因明确,可通过早期筛查发现宫颈癌前病变并给予干预,有效降低宫颈癌的发病率和死亡率^[5]。目前我国宫颈癌筛查主要采用“三阶段”策略,通过细胞学或HR-HPV

(high-risk-human papillomavirus)初筛,对筛查异常者转诊阴道镜检查,当发现异常宫颈病变时对其进行活检,送检至病理科予以组织学确诊,在这个过程中,阴道镜是对宫颈癌前病变进行识别、确定病变范围及病变分级、引导活检的重要桥梁性工具^[6-8]。

北京协和医学院乔友林教授研究团队在我国开展的17项宫颈癌人群筛查研究的数据表明,不明意义的非典型鳞状上皮细胞(atypical squamous cell of undetermined significance, ASCUS)伴HPV检测阳性的人群中,有1/3的CIN3+(cervical intraepithelial neoplasia grade 3 or worse lesions)会被漏诊,由于我国基层卫生机构的服务提供水平相对较差,漏诊情况更为严重^[9]。

收稿日期:2021-02-19;修回日期:2021-04-01

基金项目:中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(CIFMS2017-I2M-B&R-03)

通信作者:江宇, E-mail: jiangyu@pumc.edu.cn

随着大规模宫颈癌筛查项目的实施,我国有大量初筛结果异常的病人需要阴道镜转诊,如果不能对基层阴道镜诊断医生提供优质的技能培训,致使在阴道镜图像解读方面,由于医生自身知识储备欠缺作出了错误的诊断,将会影响整体筛查效果。因此,着力于提升阴道镜培训水平,对进一步提升我国宫颈癌的筛查质量、推进宫颈癌防治工作意义重大。

近年来互联网和计算机技术的快速发展,促进了医疗相关领域的进步,将智能化培训技术与阴道镜诊断相结合是未来的发展趋势。医疗数字化的推进,使得大量数字化的临床病例资料信息得以完整留存。因此,研发一款智能阴道镜培训软件,对医生进行智能化线上培训,有望提高其阴道镜图像的解读能力及引导宫颈活检的表现,从而有效地提高整体宫颈癌筛查表现。本文对智能化培训系统与阴道镜培训教学相结合的可行性及研发内容进行阐述和未来展望,并探讨其实际应用的重要价值。

1 智能阴道镜培训软件的研究意义

美国于1964年成立了阴道镜及宫颈病理学会(American Society for Colposcopy and Cervical Pathology,ASCCP),然而我国直到2015年才成立中国优生科学协会阴道镜和宫颈病理学分会(Chinese Society for Colposcopy and Cervical Pathology,CSC-CP),开始逐步提出适用于中国的宫颈癌筛查指南和规范操作标准。由于起步较晚,在阴道镜的诊断技术方面与发达国家存在着一定的差距。

在阴道镜检查中,对医生进行专业培训,提高其诊断水平是提高阴道镜检查质量的关键所在^[10]。但是按照传统的方法,训练出一名合格的阴道镜医生需要较长的时间,期间耗费大量的人力物力。尤其是在许多中低收入国家,阴道镜初学者较多,而专家数量较少,在很大程度上限制了培训效果^[11]。中国现在对于阴道镜医师的培训,主要采取线下教学的模式,如在上级医院培训、参加继续教育项目、各种阴道镜相关学术会议等^[12]。考虑到我国的基层医疗卫生机构服务提供能力和庞大的人口基数,采用更加科学合理的培训方式,结合高效的线上教学模式,着力于快速提升筛查中阴道镜医师的能力就显得至关重要。并且,智能化培训软件在医疗领域已经具有一

系列的应用并取得了较好的效果,而阴道镜培训尚未有类似的软件出现,因此,研发一款阴道镜相关的智能培训软件显得尤为迫切。

通过研发一款智能阴道镜培训软件,根据病变图像识别的难易程度分级,将内容进一步设置为培训、考核等模式,可以让基层阴道镜医生也能得到权威、优质的培训。智能化培训软件其本质是一套智能教学系统,此系统基于大量临床数据经过图像标注后通过计算机技术进行合理的展示,主要目的是为用户提供便捷、高质量的学习资源,大幅度提升学习效率,是随着计算机和智能化技术进步和发展出现的产物。

此外,这类培训系统可移植到各类智能化便携设备,如平板电脑、智能手机等,为用户提供便捷、高质量的学习资源,提高培训学习的可及性。结合VR(虚拟现实技术)、AR(增强现实技术)、物联网等技术,还可以增加培训的表现形式、模拟真实操作场景,提升学习兴趣^[13-14]。

综上,这一款能在电子设备上运行的、基于庞大阴道镜图像数据库的智能化培训软件,有望提升阴道镜培训的质量,并进一步提升阴道镜医生的诊断水平,减少筛查过程中不必要的漏诊和误诊。

2 智能培训软件在医学相关领域中的应用研究

目前虽然尚无阴道镜相关智能化培训软件,但智能化培训软件在医学其他领域已经取得了一定的进展。冯琦等^[15]研究建立了一套肝脏肿瘤智能化学习系统,该研究共纳入了17名进行住院医师规范化培训的医生,通过“阅读影像资料-标注病灶-分析影像征象-结合病史及临床资料-得出明确诊断”的流程对医生进行培训,将他们接受个体化强化学习前后的考核成绩进行比较,学习前17名学生的测试平均分为(48.9±12.3)分,学习后为(60.6±10.8)分;两次测试成绩之间的差异具有统计学意义($t=2.947, P<0.01$),发现住院医师在利用该智能化培训系统进行训练后,其考核成绩及对肝脏肿瘤病种的诊断正确率都得到了显著提高,同时在认识和判断肝脏肿瘤的影像学征象的正确率方面也有提高。牛丹丹等^[16]设计了一套智能手术室临床教学培训与考

评系统,共纳入了手术室护士 185 人,将其随机分为两组,分别接受传统人工培训与考评、智能化手术室临床教学培训与考评系统,结果显示,在实境操作和理论考评方面,结合使用智能化培训系统的人员学习效果总体优于传统人工培训组。

3 智能阴道镜培训软件的研发内容

设计和开发一套电子学习系统并将其推广应用是许多学科都在关注的问题,它所提供的优质资源,使人们可以独立自主地接受高质量的学习内容,从而熟练掌握相关的知识和技能^[17-18]。基于计算机技术研发一款智能阴道镜培训软件,可以对阴道镜医生的诊断能力进行一个客观、量化的评估与高质量的训练。Jerónimo 等^[19]设计了一项用于阴道镜检查和数据采集工具,可以对宫颈阴道镜图像进行数字化收集,并请专家对图像的病变区域进行边界标记,已经形成了一套庞大的数据库。在此基础上与计算机技术相结合,开发出可用于对阴道镜医生诊断水平培训、测试的软件,并允许医生在便携式电子设备上使用,可以更方便快捷地提高其诊断水平。

智能阴道镜培训软件,其核心组成部分是阴道镜图像数据库,需要大量清晰、标准的阴道镜图像用以数据库的建立。由经验丰富的阴道镜医生根据病理结果(金标准)对图像进行精细化标注,结合阴道镜专家小组的质控评估,以保证培训软件数据库的科学性及权威性。其训练及测试基于此标准阴道镜图像数据库,每项测试都呈现给软件使用者同一位患者的多幅阴道镜图像,包括原始图、多时段的醋染图和碘染图。测试集包括不同诊断难度的阴道镜图像,难度越高的图像所占分值越高,在医生首次注册使用软件时对其进行初步测评,根据测试结果对医生进行定级。之后根据医生的诊断评级智能地安排个性化训练,确保培训内容难易适中,以保持良好的培训效果,在一个阶段的训练完成后,再对他们进行水平测试。按照“考核评级—个性化训练—训练效果评价”的流程,对医生进行高质量的阴道镜诊断能力培训,同时对其诊断识图水平进行科学评估。若用户考评成绩较好,可为其安排下一阶段的进阶培训内容,增加软件使用的趣味性。在人机交互方面,用户可以通过电脑、平板等移动设备在软件中对判定病

变的部位进行标注、给出病变等级判断等。进一步可以结合手柄类外部设备,模拟真实阴道镜操作场景,在规范化取样、染色、识图等多步骤对阴道镜的操作技巧及结果解读进行全方位的培训。

培训题目的设置可参照《阴道镜应用的中国专家共识》^[20],包括判断子宫颈可见性、鳞柱交界可见性、子宫颈转化区类型、描述阴道镜图像特征、作出诊断等,如需活检则划定活检区域。为每一项测试结果赋值,将用户的答案与标准答案对比后计算每项试题的得分情况,汇总后得出用户对这名患者诊断结果的最终得分。

接受培训者在使用软件过程中,其学习时长、学习内容、考核成绩等信息都会被记录并保存在云端。软件可以通过对数据进行分析,为使用者出具一份详细的培训报告。供学习者查看其诊断水平提高情况、易错题型(病变判断或活检区域划定)、学习建议等,以在后续训练中参考,着重提升薄弱环节。

4 智能阴道镜培训软件的优势与挑战

首先,相比较于传统的线下培训方式,智能阴道镜培训软件的可及性更强,阴道镜医生可以自由选择空余时间,随时随地参加培训。其次,由于阴道镜图像的判断与解读存在很大的主观性,传统的教学模式下,单个专家得出的结论很可能与实际诊断之间存在偏差,对教学质量造成不同程度的影响。而智能化培训软件的数据库需由经验丰富的阴道镜医师标注、专家小组质控评估等步骤,可以保证教学质量,使得培训的准确性更高、效果更好。第三,通过分析用户的测试结果,对阴道镜医生水平进行定级,从而个性化地为其设定培训内容,因材施教,可以起到事半功倍的作用,提升培训效果。第四,此软件后续可以不断进行更新升级,并有望结合 AR、VR、物联网等技术,增加阴道镜培训的多样性,模拟实际操作场景,对阴道镜医生的操作及诊断水平进行全方位的提升。最后,软件开发完成之后,可以通过云平台快速高效的用于不同地区和医疗机构的医生,且多次培训不会额外大量增加人力物力成本,符合卫生经济学效益,具有很强的应用价值与推广前景。

但现阶段看来,该智能阴道镜培训软件尚存在许多挑战,主要有:我国虽然有大量的阴道镜临床诊

断图像,但图像质量参差不齐,无法全部作为培训软件的学习资源,需要进行进一步的质控和筛选。相较于发达国家,我国在数据库建立机制方面起步较晚,缺乏具有足够数量和一定质量的数据库供医生进行培训学习。另外,标准数据库的建立需要专家对阴道镜图像进行质控,这一阶段将会耗费大量的人力物力。最后,作为一个多学科交叉的课题,软件的开发及调试需要计算机科学、医学等多方专业人员的通力合作,后续工作仍需进一步深入探讨研究。

5 总结与展望

随着计算机技术与数字化信息库等的高速发展,以及智能手机、平板电脑等便携式智能化移动电子设备的出现与快速普及,智能阴道镜培训平台已经成为未来高效提高阴道镜医生诊断水平的必要手段。由于阴道镜在宫颈癌诊断中的重要桥梁作用,对阴道镜的操作及诊断教学也有着更新、更高的要求,采取手段提升教学水平、提高教学效果刻不容缓。智能培训软件改变了传统现场教学的模式,使基层医生也可以随时接受高质量培训,培训形式更加多样、时间选择更加灵活、可及性更强。而且医生对于阴道镜的诊断常常会基于患者既往病史、细胞学诊断结果等,此种训练模式可以提高医生单纯的阴道镜识图能力,切实起到阴道镜的桥梁作用。

总而言之,智能阴道镜诊断培训软件是未来阴道镜医生培训的发展方向,其应用的主要目的是快速、高效地提升阴道镜医生的诊断水平。未来可以与5G、物联网等技术有机结合,使这项新技术得到更加广泛且充分的应用,提高医生的诊断准确性,巩固阴道镜检查的桥梁作用。另外,软件建成后可以推广到其他国家进行使用,促进全世界尤其是中低收入国家和地区阴道镜诊断水平的提高,为响应世界卫生组织(World Health Organization,WHO)2020年提出的《加速消除宫颈癌全球战略》^[21]倡议贡献力量,为世界人民健康的长远发展提供中国方案,做出中国贡献!

参考文献:

[1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality

worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021. Feb 4. doi:10.3322/caac.21660. [Epub ahead of print]

- [2] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2018, 68(6):394-424.
- [3] Cohen PA, Jhingran A, Oaknin A, et al. Cervical cancer[J]. Lancet, 2019, 393(10167):169-182.
- [4] Plummer M, De Martel C, Vignat J, et al. Global burden of cancers attributable to infections in 2012: a synthetic analysis[J]. Lancet Glob Health, 2016, 4(9):e609-e616.
- [5] Brisson M, Drolet M. Global elimination of cervical cancer as a public health problem[J]. Lancet Oncol, 2019, 20(3):319-321.
- [6] 赵宇倩. 适合中国不同资源地区的宫颈癌筛查技术及阴道镜检查中组织学活检的探讨[D]. 北京:北京协和医学院, 2016.
- Zhao YQ. Demonstration study of cervical cancer screening program in different regions of China and the study of histopathology biopsy under colposcopy[D]. Beijing: Peking Union Medical College, 2016.
- [7] 周黎, 周怀君. 发展中国家宫颈癌筛查的现状[J]. 东南大学学报(医学版), 2018, 37(3):515-519.
- Zhou L, Zhou HJ. Current status of cervical cancer screening in developing countries [J]. Journal of Southeast University(Medical Science Edition), 2018, 37(3):515-519.
- [8] 张燕茹, 王月云, 刘植华. 宫颈癌防治研究进展[J]. 中国肿瘤, 2015, 24(12):998-1002.
- Zhang YR, Wang YY, Liu ZH. Research progress in prevention and control of cervical cancer [J]. China Cancer, 2015, 24(12):998-1002.
- [9] 薛鹏, 唐朝, 乔友林, 等. 人工智能电子阴道镜辅助诊断系统对宫颈癌筛查的现实挑战和未来机遇 [J]. 中国肿瘤, 2019, 28(7):483-486.
- Xue P, Tang C, Qiao YL, et al. Artificial intelligence electronic colposcopy assisted diagnosis system for cervical cancer screening: challenge and prospective [J]. China Cancer, 2019, 28(7):483-486.
- [10] 赵健. 妇产科医生在宫颈癌筛查中的作用[J]. 中华预防医学杂志, 2019, 3:241-246.
- Zhao J. Role of obstetricians and gynecologists in cervical cancer screening [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2019, 3:241-246.
- [11] Xue P, Ng MTA, Qiao YL. The challenges of colposcopy for cervical cancer screening in LMICs and solutions by

- artificial intelligence[J]. *BMC Med*, 2020, 18(1):169.
- [12] 冯慧, 马德勇, 王婷婷, 等. TTR-way 在宫颈癌筛查及阴道镜诊断培训中的价值研究[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2017, 33(3):301-306.
- Feng H, Ma DY, Wang TT, et al. Value of TTR-way in the training of cervical cancer screening and colposcopy diagnosis[J]. *Chinese Journal of Practical Gynecology and Obstetrics*, 2017, 33(3):301-306.
- [13] Wang YY, Lai AF, Shen RK, et al. Modeling and verification of an intelligent tutoring system based on Petri net theory[J]. *Math Biosci Eng*, 2019, 16(5):4947-4975.
- [14] Ropelato S, Menozzi M, Michel D, et al. Augmented reality microsurgery: a tool for training micromanipulations in ophthalmic surgery using augmented reality[J]. *Simul Healthc*, 2020, 15(2):122-127.
- [15] 冯琦, 公绪华, 殷焱, 等. 智能化影像住院医师规范化培训系统运用体会[J]. *中国继续医学教育*, 2020, 12(16):56-59.
- Feng Q, Gong XH, Yin Y, et al. Experience in the application of intelligent learning system for standardized training of medical imaging residents [J]. *China Continuing Medical Education*, 2020, 12(16):56-59.
- [16] 牛丹丹, 高兴莲, 余文静, 等. 智能化手术室临床教学培训与考评系统设计与应用效果 [J]. *护理研究*, 2018, 32(13):2094-2096.
- Niu DD, Gao XL, Yu WJ, et al. Design and application effect of clinical teaching training in intelligent operating room and its evaluation system [J]. *Nursing Research*, 2018, 32(13):2094-2096.
- [17] Castro-schez JJ, Glez-morcillo C, Albusac J, et al. An intelligent tutoring system for supporting active learning: A case study on predictive parsing learning[J]. *Inf Sci (NY)*, 2021, 544:446-468.
- [18] Graesser AC, Hu X, Nye BD, et al. ElectronixTutor: an intelligent tutoring system with multiple learning resources for electronics[J]. *Int J STEM Educ*, 2018, 5(1):15.
- [19] Jeronimo J, Long LR, Neve L, et al. Digital tools for collecting data from cervigrams for research and training in colposcopy[J]. *J Low Genit Tract Dis*, 2006, 10(1):16-25.
- [20] 陈飞, 尤志学, 隋龙, 等. 阴道镜应用的中国专家共识[J]. *中华妇产科杂志*, 2020, 55(7):443-449.
- Chen F, You ZX, Sui L, et al. Chinese expert consensus on the application of colposcopy [J]. *Chinese Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2020, 55(7):443-449.
- [21] WHO. Global strategy to accelerate the elimination of cervical cancer as a public health problem.[EB/OL]. [2020-08-30]. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1315304/retrieve>.