

# 人工智能辅助系统在宫颈液基细胞学分析中的应用价值研究

陈洁, 李文生, 张巍 (陕西省人民医院病理科, 西安 710068)

**摘要:**目的 探讨人工智能 (artificial intelligence, AI) 辅助系统在宫颈薄层液基细胞学检查分析中的应用价值。方法 收集2020年1~8月在陕西省人民医院行宫颈细胞学检查的620例液基病例, 其中经膜式薄层液基细胞学 (thinprep cytology test, TCT) 制片技术制片426例, 经沉降法液基细胞制片技术 (liquid-based cytology technology, LCT) 制片194例。同时由病理科中级医师及AI辅助系统阅片, 以高级医师审核结果为最终结果进行对比分析。结果 中级医师在TCT组及LCT组中的分类判读结果与高级医师审核结果相比较, 其差异均无统计学意义 ( $\chi^2=0.594, 1.014, P=0.898, 0.602$ )。AI辅助系统在TCT组及LCT组中的分类判读结果均与高级医师审核结果不一致, 其差异具有统计学意义 ( $\chi^2=104.267, 26.349$ , 均  $P<0.001$ )。AI辅助系统在TCT, LCT两种制片方式中对阳性片的检测灵敏度分别为100%和83.33%, 高于中级医师 (86.36%, 66.67%), 其差异无统计学意义 ( $\chi^2=3.220, 0.444, P=0.233, 1.000$ ); 两种制片方式AI辅助系统判读特异度为65.10%和84.57%, 均低于中级医师 (99.26%, 100%), 差异具有统计学意义 ( $\chi^2=160.931, 31.424$ , 均  $P<0.001$ ); 准确度为66.90%和84.54%, 均低于中级医师 (98.59%, 98.97%), 差异具有统计学意义 ( $\chi^2=149.831, 24.829$ , 均  $P<0.001$ )。结论 AI辅助系统在TCT及LCT两种制片方式中灵敏度与中级医师相似, 有利于阳性病例的筛出, 但准确度及特异度较低, 需要结合高级医师审核结果以提高准确度。

**关键词:** 宫颈薄层液基细胞学; 人工智能辅助系统; 沉降法液基细胞制片技术; 膜式薄层液基细胞学制片技术

中图分类号: TP181; R446.8 文献标识码: A 文章编号: 1671-7414 (2023) 05-155-05

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2023.05.029

## Study on the Value of Artificial Intelligence-assisted Systems in Cervical Liquid-based Cytology Analysis

CHEN Jie, LI Wensheng, ZHANG Wei

(Department of Pathology, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710068, China)

**Abstract: Objective** To investigate the value of artificial intelligence (AI) assisted system in the application of cervical thin layer cytology. **Methods** 620 liquid-based cases of cervical cytology were collected from Shaanxi Provincial People's Hospital, of which 426 cases were produced by thinprep cytologic test (TCT) and 194 cases were produced by liquid-based cytology technology (LCT). All smears were interpreted by intermediate pathologists and AI-assisted systems, and the results were reviewed by senior doctors for comparison and analysis as the final results. **Results** The difference between the intermediate pathologist's classification interpretation results in the TCT and LCT groups compared to the senior pathologist's results was not statistically significant ( $\chi^2=0.594, 1.014, P=0.898, 0.602$ ). The difference between the classification interpretation results of the AI-assisted system in the TCT and LCT groups compared to the senior pathologist's results was statistically significant ( $\chi^2=104.267, 26.349$ , all  $P<0.001$ ). The sensitivity of the AI-assisted system in detecting positive slices in both TCT and LCT production methods was 100% and 83.33% for pathologists (86.36% and 66.67%), respectively, and the difference was not statistically significant ( $\chi^2=3.220, 0.444, P=0.233, 1.000$ ). The two the specificity of AI-assisted system interpretation was 65.10% and 84.57%, both lower than that of pathologists (99.26%, 100%), and the difference was statistically significant ( $\chi^2=160.931, 31.424$ , all  $P<0.001$ ). The accuracy was 66.90% and 84.54%, both lower than that of pathologists (98.59%, 98.97%), and the differences were statistically significant ( $\chi^2=149.831, 24.829$ , all  $P<0.001$ ). **Conclusion** The AI-assisted system was similar in sensitivity to the intermediate pathologist in both TCT and LCT methods of production, facilitating the screening of positive cases, but the accuracy and specificity were low and need to be combined with senior pathologist review to improve accuracy.

**基金项目:** 陕西省自然科学基金研究计划 (2021JQ-914): BRAF 基因突变及 VE-1 蛋白表达在甲状腺淋巴结转移的研究。陕西省人民医院科技人才支持计划“菁英人才”项目 (2021JY-50): BRAF 基因在甲状腺乳头状癌亚型中的表达差异研究。

**作者简介:** 陈洁 (1990-) 女, 硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 临床病理诊断学, E-mail: 381189166@qq.com。

**通讯作者:** 张巍 (1985-) 女, 硕士, 主治医师, 研究方向: 肿瘤病理诊断, E-mail: zhangwei1113@163.com。

**Keywords:** cervical thin-layer liquid-based cytology; artificial intelligence-assisted system; sedimentation method liquid-based cytology technology; membrane thinprep cytologistest detection

宫颈癌在女性恶性肿瘤发病率中位居第二,仅次于乳腺癌,在中国,每年新增宫颈癌病例约14万例,死亡3.7万例<sup>[1]</sup>。液基细胞学检查基于简便、快速且经济等优点,被广泛应用于宫颈病变的早期筛查,其中膜式薄层液基细胞学(thinprep cytology test, TCT)与沉降法液基细胞制片技术(liquid-based cytology technology, LCT)是目前国内主流两种液基细胞学制片技术<sup>[2]</sup>。近年来,随着人工智能(artificial intelligence, AI)在医学领域的不断发展,其优势也逐渐体现出来<sup>[3]</sup>,例如应用于前列腺癌的病理诊断、肺腺癌个体生存率的预测及血细胞的识别等<sup>[4-6]</sup>。将AI应用于宫颈癌的早期筛查和诊断,有利于解决人力资源有限的问题,提高工作效率<sup>[7]</sup>。本文旨在研究人工智能辅助系统在TCT及LCT法这两种不同宫颈液基细胞制片方式下的应用效果,探讨其在宫颈癌筛查和早期诊断方面的实用性及面临的挑战。

## 1 材料与方法

**1.1 研究对象** 随机选取2020年1~8月在陕西省人民医院门诊及住院行宫颈液基细胞学检查的620例女性患者液基标本作为研究对象,患者年龄20~88岁,中位年龄43.5岁。纳入标准:①既往无宫颈恶性肿瘤病史;②具有6个月内宫颈活检或宫颈细胞病理学检查随访结果。排除标准:①伴有其它恶性肿瘤患者;②既往进行过子宫切除手术的患者;③无6个月内宫颈活检或宫颈细胞病理学检查随访结果。本研究符合《赫尔辛基宣言》的要求,患者均签署知情同意书。

**1.2 仪器与试剂** 膜式薄层细胞学自动制片仪(美国新柏氏公司,型号Thinprep2000),液基细胞沉降式自动制片仪(广州安必平公司,型号LBP SYSTEM),子宫颈细胞癌前病变图像辅助诊断软件(巧思-CIAS)[深思人工智能机器人科技(北京)有限公司],巴氏染色液(珠海贝索生物技术有限公司),苏木素染液(珠海贝索生物技术有限公司),CX53型光学显微镜(日本Olympus公司)。

## 1.3 方法

**1.3.1 标本采集:**受检者采取截石位,充分暴露宫颈,将毛刷轻轻置于宫颈通道内,用适度力量抵住采样器,按顺时针方向旋转3~5圈,之后将刷头取出放入保存瓶内漂洗。

**1.3.2 细胞制片:**426例采用TCT法制片,其余194例采用LCT法制片,严格按照仪器说明书进行操作。所有涂片均采用巴氏染色法进行染色。

**1.3.3 涂片诊断标准:**所有涂片均由中级医师阅片,

高级医师审核后给出最终诊断。判定标准采用TBS 2014分级系统进行分类<sup>[8]</sup>,诊断分级标准:①无上皮内病变或恶性病变(negative for intraepithelial lesion or malignancy, NILM);②非典型鳞状细胞-意义不明确(atypical squamous cells of undetermined significance, ASC-US);③非典型鳞状细胞,不排除高级别鳞状上皮内病变(atypical squamous cells, cannot exclude HSIL, ASC-H);④低级别鳞状上皮内病变(low grade squamous intraepithelial lesion, LSIL);⑤高级别鳞状上皮内病变(high grade squamous intraepithelial lesion, HSIL);⑥鳞状细胞癌(squamous cell carcinoma, SCC);⑦未明确诊断意义的非典型腺癌(adenocarcinoma glandular carcinoma, AGC)。将ASC-US, ASC-H, LSIL, HSIL, SCC及AGC列为阳性片, NILM及微生物感染为阴性片。

**1.4 统计学分析** 采用SPSS 22.0软件进行数据分析,对AI辅助系统的性能评估主要通过特异度(真阴性与阴性结果的比率)、灵敏度(真阳性与阳性结果的比率)、准确度三方面来进行评定。不同组别之间比较选择Pearson  $\chi^2$ 检验,组别存在理论频数 $<5$ 且 $\geq 1$ 时采取连续性校正 $\chi^2$ 检验,理论频数 $<1$ 时采取Fisher确切概率法, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 病理医师及AI辅助系统在宫颈液基细胞涂片中的判读结果** 见表1。中级医师在TCT组及LCT组中的分类判读结果均接近于高级医师审核结果,其差异无统计学意义( $\chi^2=0.594, 1.014$ , 均 $P>0.05$ )。中级医师在两种制片方法中均存在漏诊ASC-US病例,而这些病例均被AI辅助系统正确识别。AI辅助系统在TCT组及LCT组中ASC-US, LSIL, HISL组别判读阳性比例均远高于中级医师,与高级医师审核结果相比差异较大,其差异具有统计学意义( $\chi^2=104.267, 26.349$ , 均 $P<0.001$ )。中级医师及AI辅助系统在两种制片方式中均存在漏诊或误判微生物感染病例,其中中级医师主要将微生物感染病例漏诊为NILM, AI辅助系统主要易将微生物感染病例误判为ASC-US。

**2.2 病理医师及AI辅助系统在宫颈液基细胞涂片中的诊断效能比较** 见表2。根据TBS 2014分级系统细胞学诊断标准,ASC-US, ASC-H, LSIL, HSIL, SCC和AGC认定为阳性结果, NILM和微生物感染认定为阴性结果。通过对表1数据进一步的统计分析,结果显示中级医师在两种制片方式

中阅片均存在少数假阴性病例,而AI辅助系统仅在LCT法中存在1例假阴性。此外,AI辅助系统在两种制片方式中均存在较多的假阳性病例,这些假阳性病例中大部分来自ASC-US组,中级医师仅在TCT法中存在3例假阳性。中级医师与审

核结果较一致,其差异无统计学意义( $\chi^2=6.231$ ,  $2.400$ , 均 $P>0.05$ )。AI辅助系统在TCT组及LCT组中的诊断结果与高级医师审核结果相比差异较大,差异具有统计学意义( $\chi^2=170.807$ ,  $32.515$ , 均 $P<0.001$ )。

表1 病理医师与AI辅助系统在宫颈液基细胞涂片中的分类判读结果(n)

制片方法	阅片方式	TBS分类							
		NILM	ASC-US	ASC-H	LSIL	HSIL	SCC	AGC	微生物感染
TCT法 (n=426)	中级医师	389	16	2	4	0	0	0	15
	AI辅助系统	247	104	1	40	18	0	0	16
	高级医师	380	18	1	3	0	0	0	24
LCT法 (n=194)	中级医师	188	4	0	0	0	0	0	2
	AI辅助系统	152	32	0	2	0	0	0	8
	高级医师	187	4	0	1	0	0	0	2
总计 (n=620)	中级医师	577	20	2	4	0	0	0	17
	AI辅助系统	399	136	1	42	18	0	0	24
	高级医师	567	22	1	4	0	0	0	26

表2 病理医师与AI辅助系统在宫颈液基细胞涂片中的诊断效能比较(n)

制片方法	阅片方式	真阳性	假阳性	真阴性	假阴性
TCT法	中级医师	19	3	401	3
	AI辅助系统	22	141	263	0
	高级医师	22	0	404	0
LCT法	中级医师	4	0	188	2
	AI辅助系统	5	29	159	1
	高级医师	6	0	188	0

2.3 病理医师与AI辅助系统阅片的灵敏度、特异度及准确度比较 见表3。AI辅助系统在TCT法制片组及LCT法制片组中灵敏度均高于中级医师

组,但其差异无统计学意义。AI辅助系统的特异度及准确度在LCT组、TCT组均明显低于中级医师组,其差异具有统计学意义。

表3 病理医师与AI辅助系统阅片灵敏度、特异度及准确度比较(%)

方法	诊断指标	中级医师	AI辅助系统	$\chi^2$	P值
TCT法	灵敏度	86.36	100	3.220	0.073*
	特异度	99.26	65.10	160.931	<0.001**
	准确度	98.59	66.90	149.831	<0.001
LCT法	灵敏度	66.67	83.33	0.444	1.00*
	特异度	100	84.57	31.424	<0.001*
	准确度	98.97	84.54	24.829	<0.001**

注: \*Fisher确切概率法, \*\*连续性校正卡方检验。

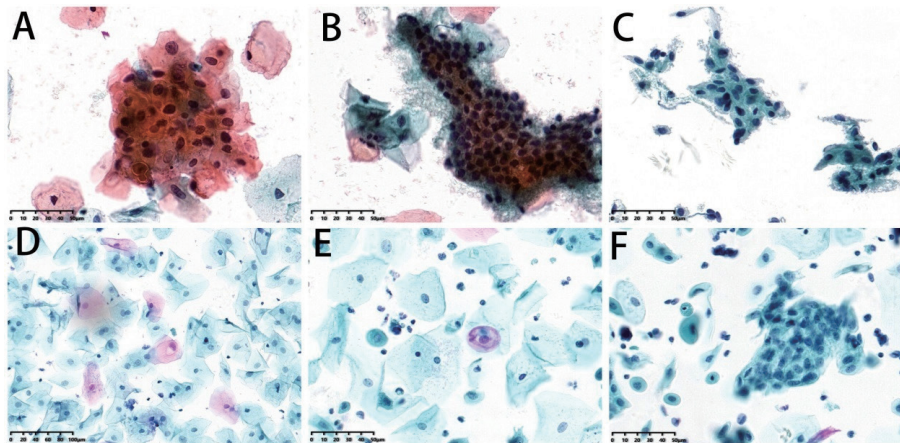


图1 人工智能辅助系统与病理医师阅片结果不一致的液基涂片镜下形态  
A. TCT法制片中中级医师漏诊ASC-US病例,可见细胞核染色质增粗,细胞核形态不规则,核浆比略增大;B. TCT法制片中黏连成团颈管细胞(AI辅助系统判读假阳性病例);C. TCT法制片中萎缩的鳞状细胞,细胞核浆比增大,细胞核深染(AI辅助系统判读假阳性病例);D. LCT法制片中病变细胞核周有空晕,核膜增厚,细胞核增大,核浆比增加(中级医师漏诊ASC-US病例);E. LCT法制片中AI辅助系统漏诊ASC-US病例,图片中央鳞状细胞细胞核增大,核膜不规则,核周可见空晕;F. LCT法制片中萎缩的鳞状细胞,细胞染色质减少,核浆比增大(AI辅助系统判读假阳性病例)。

图1 人工智能辅助系统与病理医师阅片结果不一致的液基涂片镜下形态



### 3 讨论

2020年BAO等<sup>[9]</sup>人使用经过验证的人工智能辅助细胞学诊断系统对70万例女性进行了基于人群的宫颈癌筛查项目的前瞻性队列研究,结果显示与人工判读相比,其总符合率为94.7%,敏感度提高了5.8%。国内最新研究显示,人工智能辅助系统在宫颈液基细胞学筛查过程中具有很高的灵敏度,且能提高病理医师的诊断准确度<sup>[10-11]</sup>。此外有研究显示AI辅助系统的特异度和准确度可以达到90.68%和97.80%<sup>[12]</sup>。在本研究中,AI辅助系统的灵敏度、特异度和准确度分别为96.49%,71.28%和72.42%,除灵敏度与文献报道接近之外,特异度和准确度并没有达到预期的理想效果。导致这样的结果可能存在以下原因:

本研究采取的AI辅助系统的工作模式是通过全局判读模块对整张玻片的AI检出结果进行综合整理分析,给出该涂片的阴阳结果,再基于多模态的全局判读模块对AI结果进行综合分析,给出该病例玻片的TBS辅助分级结果,这种模式使得整张涂片中每个细胞都可以被分析,不会漏掉个别异常细胞。既往研究表明,少数液基涂片表现为大量正常或萎缩细胞背景下夹杂个别异常细胞,这种病例极易被病理医师漏诊<sup>[13]</sup>。在本研究中,中级医师组的假阴性病例大多是由这种个别异常细胞造成的(图1A,1D),而这些异常细胞均被AI辅助系统识别,显示利用AI辅助系统可以减少这种情况的发生,有助于提高检测的灵敏度,与之前文献报道相似。

非典型鳞状细胞-意义不明确(ASC-US)与非典型鳞状细胞,不除外高级别鳞状上皮内病变(ASC-H)是最常见的宫颈细胞学异常<sup>[14]</sup>,它们可能是正常细胞学的炎症、反应性或修复过程的表现,但也可能提示潜在的癌前状态<sup>[15]</sup>。妊娠期及绝经后妇女的宫颈液基涂片中,鳞状上皮受雌激素水平下降的影响导致细胞成熟度不足,常处于萎缩状态,此时细胞胞浆较少,核浆比增高,与ASC-US细胞形态相似。部分萎缩及修复化生细胞形成三维立体的细胞团簇,容易被误认为ASC-H<sup>[16]</sup>。本研究中,经过与复验结果对比发现,AI辅助系统的假阳性率过高与其将萎缩反应性细胞、化生细胞划分为阳性细胞有关(图B,C,F)。而同一涂片病理医师在判读时会结合患者临床信息综合判断。这提示应将病人年龄、月经周期、妊娠状态以及绝经与否等信息一同纳入到AI辅助系统中,有助于提高AI辅助系统对这一部分病例诊断结果的准确性。

除此之外,阴道内的一些微生物感染会诱发生殖道黏膜细胞学产生类似非典型的改变<sup>[17]</sup>。研究表

明ASC-US与细菌性阴道病相关,而ASC-H涂片与阴道毛滴虫相关,念珠菌与两种ASC均相关<sup>[18]</sup>。在本研究中我们发现AI辅助系统在两种制片方式中对微生物的识别及分类均存在一些误差,尤其是细菌性阴道病的病例,大量球杆菌感染使涂片中鳞状细胞胞浆及胞核均模糊不清,从而将涂片误判为ASC-US。念珠菌及滴虫感染也会使得细胞核略增大,核膜不规则增厚,甚至染色质增粗,导致AI辅助系统将其误判为ASC-US或ASC-H。故在伴随有微生物感染的涂片的判读中,AI辅助系统的判读结果并不可靠,仍需要病理医师对涂片进行进一步阅片。

本研究中发现,LCT法AI辅助系统判读特异度及准确度高于TCT法,分析其原因在于LCT法制片过程中,相较TCT法增加了震荡离心的程序,去除了样本中红细胞及黏液,使得最终成片中LCT法涂片中红细胞碎片及黏液团块远远低于TCT法涂片。这说明宫颈液基涂片的制片质量同样会影响AI辅助系统判读的准确性。

除上述原因之外,AI在宫颈筛查中的应用还面临一些其他挑战。首先机器学习算法需要数百万次观察才能达到可接受的性能水平<sup>[19]</sup>,目前的临床数据仍不够充足,质量也不确定。其次,需要建立标准化的大型数据库,才能有助于临床实践中的应用和推广<sup>[20]</sup>。第三,AI作为一种辅助诊断方法,其本身也会出现系统故障等情况,因此需要额外的管理培训和技术维护。

总之在两种不同制片方式下,AI辅助系统对病变细胞筛查的灵敏度均较病理医师高,但诊断的准确度及特异度仍需提高。AI辅助系统仍有进一步优化系统的空间,以提高诊断的准确度。本研究不足之处在于两种制片方式组纳入病例数均相对较少,且未对同一病例进行两种方式制片后再对比,今后研究可继续扩大样本数,进一步探讨AI辅助系统在宫颈细胞学中的应用,有助于提升其诊断的准确度。

### 参考文献:

- [1] 中国抗癌协会妇科肿瘤专业委员会. 宫颈癌诊断与治疗指南(第四版)[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2018, 34(6):613-622.  
Committee of Gynecological Oncology of Chinese Anti-Cancer Association. Guidelines for the diagnosis and treatment of cervical cancer (4th Edition) [J]. Chinese Journal of Practical Gynecology and Obstetrics, 2018, 34(6): 613-622.
- [2] 黄明春. 7401例宫颈膜式液基薄层细胞学技术的临床应用结果分析[J]. 现代检验医学杂志, 2006, 21(3): 42-43.

- HUANG Mingchun. Analysis of the clinical results of 7401 cases of cervical membrane-based liquid-based thin-layer cytology [J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2006, 21(3): 42-43.
- [3] BERA K, SCHALPER K A, RIMM D L, et al. Artificial intelligence in digital pathology-new tools for diagnosis and precision oncology[J]. Nature Reviews Clinical Oncology, 2019, 16(11): 703-715.
- [4] GEORGE R S, HTOO A, CHENG M, et al. Artificial intelligence in prostate cancer: definitions, current research, and future directions[J]. Urologic Oncology, 2022, 40(6): 262-270.
- [5] HE Tingshan, LI Jing, WANG Peng, et al. Artificial intelligence predictive system of individual survival rate for lung adenocarcinoma[J]. Computational and Structural Biotechnology Journal, 2022, 20: 2352-2359.
- [6] 何文军, 李曼, 李涛, 等. 基于血细胞形态识别的自动检测系统的研发 [J]. 现代检验医学杂志, 2019, 34(2): 104-108.
- HE Wenjun, LI Man, LI Tao, et al. Study on automatic detection system base on blood cell morphology recognition[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2019, 34(2): 104-108.
- [7] HOU Xin, SHEN Guangyang, ZHOU Liqiang, et al. Artificial intelligence in cervical cancer screening and diagnosis [J]. Frontiers in Oncology, 2022, 12: 851367.
- [8] NAYAR R, WILBUR D C. The Bethesda system for reporting cervical cytology: a historical perspective[J]. Acta Cytologica, 2017, 61(4/5): 359-372.
- [9] BAO Heling, SUN Xiaorong, ZHANG Yi, et al. The artificial intelligence-assisted cytology diagnostic system in large-scale cervical cancer screening: a population-based cohort study of 0.7 million women[J]. Cancer Medicine, 2020, 9(18):6896-6906.
- [10] 胡爱侠, 朱琳, 贺慧, 等. 人工智能辅助分析技术在子宫颈细胞癌前病变筛查中的应用价值 [J]. 临床与实验病理学杂志, 2022, 38(1): 27-30.
- HU Aixia, ZHU Lin, HE Hui, et al. Value about artificial intelligence assisted analysis technology for screening cervical precancerous lesions[J]. Chinese Journal of Clinical and Experimental Pathology, 2022, 38(1): 27-30.
- [11] TANG Hongping, CAI De, KONG Yanqing, et al. Cervical cytology screening facilitated by an artificial intelligence microscope: a preliminary study[J]. Cancer Cytopathology, 2021, 129(9): 693-700.
- [12] 李雪, 石中月, 杨志明, 等. 人工智能辅助分析在宫颈液基薄层细胞学检查中的应用价值 [J]. 首都医科大学学报, 2020, 41(3): 360-363.
- LI Xue, SHI Zhongyue, YANG Zhiming, et al. Value about artificial intelligence-assisted liquid-based thin-layer cytology for cytology cervical cancer screening[J]. Journal of Capital Medical University, 2020, 41(3): 360-363.
- [13] GUPTA R, SODHANI P, MEHROTRA R, et al. Cervical high-grade squamous intraepithelial lesion on conventional cytology: cytological patterns, pitfalls, and diagnostic clues[J]. Diagnostic Cytopathology, 2019, 47(12): 1267-1276.
- [14] WON K H, LEE J Y, CHO H Y, et al. Impact of age on the false negative rate of human papillomavirus DNA test in patients with atypical squamous cells of undetermined significance[J]. Obstetrics Gynecology Science, 2015, 58(2): 117-123.
- [15] WATSON M, BENARD V, LIN L, et al. Provider management of equivocal cervical cancer screening results among underserved women, 2009-2011: follow-up of atypical squamous cells of undetermined significance [J]. Cancer Causes Control, 2015, 26(5):759-764.
- [16] LEE Y, LEE C, PARK I A, et al. Cytomorphological features of hyperchromatic crowded groups in Liquid-Based cervicovaginal cytology: a single institutional experience[J]. Journal of Pathology and Translational Medicine, 2019, 53(6): 393-398.
- [17] GUPTA S, SODHANI P, CHACHRA K L, et al. Outcome of “atypical squamous cells” in a cervical cytology screening program: implications for follow up in resource limited settings[J]. Diagnostic Cytopathology, 2007, 35(11): 677-680.
- [18] GOMES DE OLIVEIRA G, ELEUTÉRIO R M N, SILVEIRA GONÇALVES A K, et al. Atypical squamous cells in liquid-based cervical cytology: microbiology, inflammatory infiltrate, and human papillomavirus-DNA testing[J]. Acta Cytol, 2018, 62(1): 28-33.
- [19] OBERMEYER Z, EMANUEL E J. Predicting the future-big data, machine learning, and clinical medicine[J]. The New England Journal of Medicine, 2016, 375(13): 1216-1219.
- [20] 《宫颈液基细胞学人工智能辅助诊断数据集标注规范与质量控制专家共识(2022版)》编写组. 宫颈液基细胞学人工智能辅助诊断数据集标注规范与质量控制专家共识(2022版)[J]. 中华病理学杂志, 2022, 51(12): 1205-1209.
- The Drafting Group of *Chinese Expert Consensus on Label Criterion and Quality Control of Artificial Intelligence-assisted Liquid-based Cervical Cytology Diagnosis Dataset (2022 version)*. Expert consensus on label criterion and quality control of artificial intelligence-assisted liquid-based cervical cytology diagnosis dataset (2022 version) [J]. Chinese Journal of Pathology, 2022, 51(12): 1205-1209.

收稿日期: 2022-08-10

修回日期: 2023-05-17