

· 综 述 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.16.032

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210330.1445.010.html\(2021-03-31\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210330.1445.010.html(2021-03-31))

## 远程细胞病理学在快速现场评估细针穿刺 活检中的临床研究进展\*

黄永平<sup>1</sup>, 李梦洁<sup>2</sup>, 所元东<sup>1</sup>综述, 雷玉洁<sup>1</sup>, 黄云超<sup>1△</sup> 审校

(1. 昆明医科大学第三附属医院/云南省肿瘤医院胸外一科, 昆明 650118;

2. 重庆医科大学附属第一医院胸心外科 400016)

**[摘要]** 快速现场评估(ROSE)能够及时地反馈细针穿刺活检(FNAB)组织的充足性和有效性,已广泛应用于甲状腺、淋巴结等组织的取材活检中,但 ROSE 技术需要病理医师出现在活检现场,这限制了其在各地医院的开展。远程细胞病理学(TCP)通过实时传输组织病理图像,实现病理医师和活检操作医师间的实时交流,使得没有病理医师在场的情况下也能开展现场评估。目前 TCP 现场评估在国外得到了较广泛的开展,而国内研究很少,为此,本文综述了目前 TCP 现场评估在各种病理组织中的应用研究进展,以及广泛开展 TCP 现场评估仍存在的阻碍,以期为进一步了解和开展 TCP 现场评估提供参考。

**[关键词]** 远程病理学;细针穿刺活检;快速现场评估;临床应用

**[中图分类号]** R361+.2

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-8348(2021)16-2848-06

## Clinical research progress of telecytology in rapid on-site evaluation of fine needle aspiration biopsy\*

HUANG Yongping<sup>1</sup>, LI Mengjie<sup>2</sup>, SUO Yuandong<sup>1</sup>, LEI Yujie<sup>1</sup>, HUANG Yunchao<sup>1△</sup>

(1. First Department of Thoracic Surgery, The Third Affiliated Hospital of Kunming Medical University/Yunnan Cancer Hospital, Kunming, Yunnan 650118, China;

2. Department of Cardiothoracic Surgery, First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

**[Abstract]** Rapid on-site evaluation (ROSE) can provide timely feedback for the adequacy and effectiveness of fine needle aspiration biopsy (FNAB) tissues. It has been widely used in the sampling biopsy of thyroid, lymph node and other tissues. But the ROSE technique requires the presence of pathologists at the biopsy operation site, which limits its development in various hospitals. Telecytology (TCP) realizes the real-time communication between pathologists and biopsy operators by transmitting real time histopathological images, enabling to carry out the on-site evaluation without the presence of pathologists. At present, the TCP on-site evaluation has been widely carried out abroad, but there are few domestic researches. Therefore, this article reviewed the research progress of the application of TCP on-site evaluation in various pathological tissues, as well as the obstacles for widely conducting the TCP on-site evaluation, in order to provide references for further understanding and carrying out the TCP on-site evaluation.

**[Key words]** telepathology; fine needle aspiration biopsy; rapid on-site evaluation; clinical application

细针穿刺活检(fine needle aspiration biopsy, FNAB)是传统的细胞、组织取材活检技术,可提供细胞、组织病理标本,被认为是安全、准确、微创的诊断技术<sup>[1-2]</sup>,已广泛应用于甲状腺、乳腺、胰腺等病变的取材活检<sup>[3-5]</sup>。但目前无论是 FNAB 还是超声引导下细针穿刺活检术(ultrasound-guided fine needle aspi-

ration biopsy, US-FNAB),其诊断率、样本充足率与最终的病理结果相比仍有一定差异<sup>[6-9]</sup>。

快速现场评估(rapid on-site evaluation, ROSE)是一种现场对取材标本进行评价和初步诊断,并实时反馈给手术医师以指导下一步诊治的操作技术<sup>[10-11]</sup>。大量研究指出,它可以提高胰腺、甲状腺、肺部肿瘤、

\* 基金项目:国家重点研发计划“精准医学研究”重点专项(2017YFC0907902)。 作者简介:黄永平(1992—),在读硕士研究生,主要从事胸部肿瘤、生物材料相关感染研究。 △ 通信作者, E-mail: huangych2001@aliyun.com。

淋巴结、乳腺等疾病检查的诊断率<sup>[12-14]</sup>,也可以减少活检时的穿刺次数,减少患者的损伤<sup>[15-17]</sup>。然而,ROSE 需要病理医师到操作现场进行阅片,目前病理医师的缺乏、不适当的经济补偿、有限的医疗资源等,限制了 ROSE 的广泛开展<sup>[18]</sup>。因此,探索一种能广泛开展的 ROSE 技术是必要的。

远程细胞病理学或称远距细胞病理学(telecytopathology, TCP)使用电子通讯技术远距离传输病理图像和患者信息,使得现场评估在没有病理医师在场的情况下也得以运行,可以扩大 ROSE 的应用范围<sup>[19]</sup>。国外有研究指出, TCP 现场评估用于胰腺、甲状腺等组织的诊断结果与最终活检结果有较高的一致性<sup>[20-22]</sup>,相比之下,目前国内 TCP 主要用于不同医疗机构之间的病理会诊及远程教育,应用于现场评估的报道很少<sup>[23]</sup>。本文就 TCP 在 ROSE-FNAB 中的临床应用及存在的阻碍作一综述,以期为进一步了解和开展 TCP 现场评估提供参考。

## 1 TCP 概述

远程病理学(telepathology)一词最早是在 1986 年由 WEINSTEIN 引入文献,最初用于偏远地区冰冻切片的诊断,后来逐渐扩展至远程教育、远程病理会诊、现场细胞病理学的远距离评价等<sup>[24-26]</sup>。在国外,远程病理学早在 20 世纪 90 年代初就得到了广泛的开展,而国内有报道称第一个全国范围的远程细胞学(telecytology, TC)研究是在 1999 年开展的,涉及 8 个城市 14 家医院<sup>[24,27]</sup>。

TCP 因操作技术和成像系统的不同可分为 3 种模式(图 1): (1)静态图像诊断模式,即以共享存储的方式将拍摄的组织病理图片传送给病理医师,从而得到诊断结果,目前国内的远程会诊主要采用该模式; (2)数字化病理切片诊断模式,即利用全自动显微镜扫描平台,将获得的组织细胞切片进行扫描,生成包括传统玻璃切片内所有信息的数字化切片(whole slide imaging, WSI),然后通过网络传输给病理医师进行诊断,该模式广泛应用于病理教学; (3)遥控自动化显微镜诊断模式又称动态实时显微镜诊断模式,即病理医师通过机器人或专业软件远程操作活检现场的显微镜,达到实时调整组织切片图像位置及放大倍数等目的,从而完整获得标本信息进行诊断<sup>[28-29]</sup>。这 3 种模式都是随着现代科学技术尤其是互联网、物联网技术的发展而出现和完善的。

近两年,由于智能手机功能的多样化,出现了智能手机辅助下的 TCP 诊断模式,即在传统显微镜上安装了智能手机,使用智能手机拍摄图像,远端的病理医师在自己手机上阅读图像,从而得出诊断<sup>[20,30-31]</sup>。

## 2 TCP 现场评估在 FNAB 中的应用

### 2.1 TCP 现场评估应用于胰腺病变

在西方国家,胰腺癌正成为与癌症相关死亡的主要原因,早期、快速、准确地诊断胰腺肿块对改善预后至关重要<sup>[32]</sup>。超声内镜引导下细针穿刺活检(endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration biopsy, EUS-FNAB)被认为是安全、有效的胰腺病变诊断技术,有报道称 ROSE 可以提高 FNAB 或 EUS-FNAB 的诊断率、样本充足率,缩短操作时间<sup>[13,33-34]</sup>。

根据已有研究报道, TCP 现场评估可以得到与最终病理诊断相似的结果,也可以获得与传统的 ROSE (conventional rapid on-site evaluation, c-ROSE)一致的诊断率和样本充足率。KHURANA 等<sup>[35]</sup>进行的一项比较 TCP 现场评估和传统的 EUS-FNAB 对胰腺病变的非诊断率研究发现, TCP 现场评估对胰腺实性病变的非诊断率为 3.7%,传统的 EUS-FNAB 的非诊断率为 25.6%,二者差异有统计学意义( $P < 0.0001$ ),而对胰腺囊性病变的非诊断率二者差异无统计学意义(16.5% vs. 7.1%,  $P = 0.249$ ),由此可见 TCP 现场评估可以降低 EUS-FNAB 胰腺病变的非诊断率,可作为细胞病理学现场评估的有效替代方法。MACHADO 等<sup>[20]</sup>开展了一项智能手机辅助下 TCP 现场评估胰腺实性病变的可行性研究,该研究由细胞学技术人员现场涂片,通过在显微镜上安装的智能手机将图像传输给远处的病理医师进行诊断,其结果显示 TCP 现场评估的样本充足率为 69.9%,与最终病理诊断一致率为 82.6%,认为 TCP 现场评估是可行的,这可能会增加 c-ROSE 的可用性。

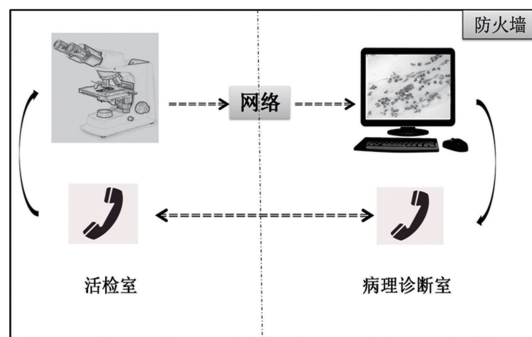


图 1 TCP 现场评估运作模式

### 2.2 TCP 现场评估应用于头颈部病变

头颈部肿块在人体中很常见,虽然儿童颈部肿块常见原因是感染,但大多数成人颈部肿块是肿瘤所致<sup>[36]</sup>,而在成人头颈部病变中,甲状腺病变最为常见。根据全球癌症数据显示,甲状腺癌发病率居于头颈部恶性肿瘤首位、女性恶性肿瘤第 5 位<sup>[37]</sup>。随着早诊、早治的广泛开展,明确诊断成为头颈部病变尤其是甲状腺癌诊治过程中最重要的一环。FNAB 是简单、快速的颈部肿块诊断方法,已广泛应用于甲状腺肿块的诊断,ROSE 也被认为是提高甲状腺病变诊断准确性和提供充足可诊断样本的有效技术<sup>[2,4]</sup>。

LIN 等<sup>[38]</sup>进行了一项 TC 现场评估、c-ROSE 和

非现场评估对甲状腺结节诊断不满意率的对比研究,该研究在甲状腺诊室内完成超声引导下细针针吸活检 (ultrasound-guided fine needle aspiration, US-FNA) 953 例, TCP 现场评估组不满意 10 例 (3.8%)、可疑 3 例 (1.2%), c-ROSE 组不满意 3 例 (1.6%)、可疑 1 例 (0.5%), 非现场评估组不满意 45 例 (8.8%)、可疑 3 例 (0.6%), 最后结果显示 TCP 现场评估可降低甲状腺 US-FNA 诊断不满意率, 并且具有与最终诊断结果高度一致的诊断准确性。CANBERK 等<sup>[39]</sup> 进行的甲状腺 TCP 现场评估也得出了相似的结果。在另一项头颈部非甲状腺病变的研究中, TCP 现场评估组诊断为良性、非典型/可疑和恶性肿瘤分别占 72.4%、17.2% 和 10.3%, 常规显微镜组 (传统的 US-FNA) 分别占 69.0%、10.3% 和 20.7%, 其结果提示 TCP 现场评估与常规显微镜具有一致的诊断能力, 与最终诊断的总体一致性达 94.8%<sup>[40]</sup>。

### 2.3 TCP 现场评估应用于肺和纵隔病变

根据国内外期刊收录情况, ROSE 技术在肺与纵隔病变中的应用已经在全球多地医院开展。有研究支持 ROSE 可以提高经胸壁肺穿刺活检术 (transthoracic needle biopsy, TTNB)、支气管内超声引导下经支气管针吸活检术 (endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration, EBUS-TBNA)、常规经支气管针吸活检术 (conventional transbronchial needle aspiration, c-TBNA)、LungPro 导航支气管镜检查的诊断率, 减少穿刺次数, 降低并发症发生率<sup>[41-44]</sup>, 也有研究不支持 ROSE 技术可以提高肺部或纵隔病变的诊断率<sup>[15]</sup>, 但综合目前的结果来看, 以支持为主。

目前能搜索到的 TCP 现场评估在肺和纵隔病变中应用的研究很少, 但这些研究结果都指出了 TCP 现场评估的某些优势。BOTT 等<sup>[18]</sup> 开展了一项关于纵隔淋巴结活检的前瞻性临床试验, 研究 TCP 现场评估对支气管内超声引导下针吸活检术 (endobronchial ultrasound-fine needle aspiration, EBUS-FNA) 的影响, 结果显示: 在进行 EBUS-FNA 时, TCP 现场评估的应用可以减少活检操作时间 (19.0 min *vs.* 46.7 min,  $P < 0.001$ ) 及穿刺次数 (4.9 次 *vs.* 7.3 次,  $P = 0.02$ ), 但样本充足率 (70% *vs.* 65%,  $P = 0.5$ ) 和手术费用 (888 美元 *vs.* 887 美元) 没有明显差异。KHURANA 等<sup>[45]</sup> 进行了一项纳入 200 例病例比较 TCP 现场评估和 c-ROSE 在纵隔淋巴结活检中的诊断准确性的研究, 结果显示 TCP 现场评估和 c-ROSE 具有相同的诊断准确性, 并认为 TCP 现场评估可作为 c-ROSE 的有效替代品用于 EBUS-TBNA。

### 2.4 TCP 现场评估应用于其他病变

TCP 现场评估应用较多的是胰腺、甲状腺、纵隔淋巴结活检, 目前用于其他部位病变的研究很少。

NAOUS 等<sup>[46]</sup> 开展了一项纳入 178 例病例的 TCP 现场评估应用于肝脏的经皮影像引导下 FNAB 的研究, 结果指出, TCP 现场评估诊断为不满意、良性、可疑和恶性病例分别为 4 例 (2%)、49 例 (28%)、27 例 (15%) 和 98 例 (55%), 和最终细胞学诊断之间的总体一致性为 94.4% (168/178), 由此认为 TCP 现场评估在肝脏病变中的应用是有效和准确的, 可以替代常规显微镜诊断方法。SIRINTRAPUN 等<sup>[47]</sup> 开展的一项 TCP 现场评估, 纳入了 8 106 例病例, 主要病变是肺、淋巴结、肝脏、甲状腺 (占 79.7%), 其他包括肾脏、乳腺等病变, 结果显示, FNA 和空芯针活检 (core biopsies, CBs) 时使用 TCP 现场评估的初步诊断和最终诊断一致性为 93.1% (7 547/8 106), 由此认为 TCP 现场评估有效减轻了病理医师到操作现场进行 ROSE 所带来的负担。

### 3 智能手机辅助下 TCP 现场评估的应用

智能手机辅助下 TCP 现场评估实际是将传统的连接电脑的显微镜连接在智能手机上, 或使用具有高质量摄像功能的智能手机在显微镜目镜下拍摄图像或视频, 通过网络传输到指定的病理医师手机上, 从而进行诊断的技术。该技术出现在近 2 年内, 在国内外数据库中能够搜索到的报道很少, 本文介绍了本研究团队搜索到的所有智能手机辅助下 TCP 现场评估的临床应用研究。

DIXIT 等<sup>[30]</sup> 的一项纳入 161 例病例, 包含头颈部、乳腺组织、尿液细胞等的研究指出, 通过智能手机辅助的 TCP 现场评估得出的初步诊断与最终病理诊断总体一致性为 95.6%, 对尿液细胞的诊断准确性相对较低。COSTA 等<sup>[21]</sup> 将使用智能手机获得的甲状腺病理图像实时传输给不在现场的病理医师, 病理医师通过在自己的手机上阅片, 实时通过电话与现场操作显微镜的医师沟通, 调整切片位置、放大倍数、指导再取材等, 最终得出诊断结论: 智能手机辅助下的 TCP 现场评估是廉价并且有效的甲状腺 FNAB 诊断技术。除以上研究外, 还有报道智能手机辅助下 TCP 现场评估在口腔恶性病变、宫颈细胞、淋巴结、软组织中的应用研究<sup>[31, 48-49]</sup>。根据现有的研究结果显示, 智能手机辅助下的 TCP 现场评估是一种有效、准确的细胞病理学诊断技术, 在病理医师缺乏和偏远地区也能很好开展。

### 4 开展 TCP 现场评估面临的困境

虽然 TCP 现场评估不需要病理医师在现场, 能够很好地减轻病理医师的负担, 也能较好地解决医疗机构病理医师缺乏的问题, 但是, 目前其广泛开展仍面临着诸多问题。首先是信息安全, TCP 现场评估需要将患者的基本信息及组织病理图像通过网络传输, 这势必存在网络安全问题, 可能出现患者信息泄露, 侵犯患者隐私, 对于此问题, 目前多数研究都是使用

医院内的局域网进行传输,相对较安全,但仍是开展 TCP 现场评估不可回避的问题<sup>[18,21-22,50]</sup>;其次是制作组织病理玻璃切片及操作显微镜的人员问题,目前多数研究都是由专业的细胞技术员进行染色、制片,然后将图像传送给诊断室的病理医师,这需要更多的细胞技术员参与,不过有研究指出,经过培训的内镜医师或活检医师、机器人辅助进行制片和显微镜操作,可获得与细胞技术员相同的组织病理切片及图像<sup>[50-52]</sup>,当然,这仍需要更多的研究进行证实;然后是患者心理变化问题,在非全身麻醉操作下,患者能够听到、看到周围的情况,如果是恶性肿瘤患者,在进行 TCP 现场交流时,病理医师通过电话告知操作医师初步诊断结果,这会对正在接受检查的患者带来巨大的心理负担,如何更好地保护患者身体、心理问题也是需要考虑的;最后是设备问题,TCP 现场评估需要在活检室或附近安装显微镜和传输设备,这在医疗设备缺乏的医疗机构运行困难。

## 5 小 结

TCP 使得现场评估在没有病理医师在场的情况下也得以运行,可以扩大 ROSE 的应用范围,可一定程度解决病理医师缺乏的问题。并且,目前 TCP 现场评估已应用于甲状腺、淋巴结、胰腺等病变的诊断,多数研究结果认为其与最终病理诊断结果具有高度的总体一致性,也可以获得与 c-ROSE 一致的诊断率和样本充足率,这为 TCP 现场评估在更多医疗机构的开展提供了理论支持。然而,目前 TCP 现场评估的应用仍存在一些问题,例如患者隐私保障,这需要更加完善的方案或制度进行组织管理;另外,国内相关研究很少,这同我国目前的医疗资源分配和经济状况相关。随着医疗水平的不断提高,相信将来会有更多的医疗机构开展 TCP 现场评估,进一步扩大远程医疗的应用范围。

## 参考文献

- [1] IWASHITA T, UEMURA S, MITA N, et al. Utility of endoscopic ultrasound and endoscopic ultrasound-guided fine-needle aspiration for the diagnosis and management of pancreatic cystic lesions: differences between the guidelines[J]. *Dig Endosc*, 2020, 32(2): 251-262.
- [2] 田文, 孙辉, 贺青卿. 超声引导下甲状腺结节细针穿刺活检专家共识及操作指南(2018 版)[J]. *中国实用外科杂志*, 2018, 38(3): 241-244.
- [3] ZHU H, JIANG F, ZHU J W, et al. Assessment of morbidity and mortality associated with endoscopic ultrasound-guided fine-needle aspiration for pancreatic cystic lesions: a systematic review and meta-analysis[J]. *Dig Endosc*, 2017, 29(6): 667-675.
- [4] LAN L, LUO Y, ZHOU M, et al. Comparison of diagnostic accuracy of thyroid cancer with ultrasound-guided fine-needle aspiration and core-needle biopsy: a systematic review and meta-analysis [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2020, 11: 44.
- [5] GIBBONS C E, QUINN C M, GIBBONS D. Fine-needle aspiration biopsy management of the axilla in primary breast carcinoma[J]. *Acta Cytol*, 2019, 63(4): 314-318.
- [6] ZHANG L, CASTELLANA M, VIRILI C, et al. Fine-needle aspiration to diagnose primary thyroid lymphomas: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Endocrinol*, 2019, 180(3): 177-187.
- [7] COLLINS B T, CHEN A C, WANG J F, et al. Improved laboratory resource utilization and patient care with the use of rapid on-site evaluation for endobronchial ultrasound fine-needle aspiration biopsy[J]. *Cancer Cytopathol*, 2013, 121(10): 544-551.
- [8] LAYFIELD L J, PEARSON L, WALKER B S, et al. Diagnostic accuracy of fine-needle aspiration cytology for discrimination of squamous cell carcinoma from adenocarcinoma in Non-Small cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Acta Cytol*, 2018, 62(5/6): 318-326.
- [9] LISOTTI A, FRAZZONI L, FUCCIO L, et al. Repeat EUS-FNA of pancreatic masses after nondiagnostic or inconclusive results: systematic review and meta-analysis [J]. *Gastrointest Endosc*, 2020, 91(6): 1234-1241.
- [10] KAPPELLELE W W, VAN LEERDAM M E, SCHWARTZ M P, et al. Rapid on-site evaluation during endoscopic ultrasound-guided fine-needle aspiration of lymph nodes does not increase diagnostic yield: a randomized, multi-center trial[J]. *Am J Gastroenterol*, 2018, 113(5): 677-685.
- [11] 黄秋博, MARCIANO G, 胡早秀, 等. 现场快速评估在纤维支气管镜活检中的应用研究[J]. *云南医药*, 2018, 39(2): 97-100.
- [12] GUARINO C, MOLLICA M, CESARO C, et al. Diagnostic yield of rapid on-site evaluation transbronchial needle aspiration versus conven-

- tional transbronchial needle aspiration: a single center experience[J]. *Monaldi Arch Chest Dis*, 2020, 90(1): 73-77.
- [13] KHOURY T, KADAH A, FARRAJ M, et al. The role of rapid on-site evaluation on diagnostic accuracy of endoscopic ultrasound fine needle aspiration for pancreatic, submucosal upper gastrointestinal tract and adjacent lesions[J]. *Cytopathology*, 2019, 30(5): 499-503.
- [14] PASTORELLO R G, DESTEFANI C, PINTO P H, et al. The impact of rapid on-site evaluation on thyroid fine-needle aspiration biopsy: a 2-year cancer center institutional experience [J]. *Cancer Cytopathol*, 2018, 126(10): 846-852.
- [15] SEHGAL I S, DHOORIA S, AGGARWAL A N, et al. Impact of rapid on-site cytological evaluation (ROSE) on the diagnostic yield of transbronchial needle aspiration during mediastinal lymph node sampling: systematic review and meta-analysis[J]. *Chest*, 2018, 153(4): 929-938.
- [16] JIANG D, ZANG Y C, JIANG D, et al. Value of rapid on-site evaluation for ultrasound-guided thyroid fine needle aspiration [J]. *J Int Med Res*, 2019, 47(2): 626-634.
- [17] 张磊, 叶联华, 陈颖, 等. 现场快速评估在经超声支气管镜针吸活检中的应用评价[J]. *中国当代医药*, 2017, 24(24): 7-10.
- [18] BOTT M J, JAMES B, COLLINS B T, et al. A prospective clinical trial of telecytopathology for rapid interpretation of specimens obtained during endobronchial Ultrasound-Fine needle aspiration[J]. *Ann Thorac Surg*, 2015, 100(1): 201-206.
- [19] IZQUIERDO R E, KASTURI R, KHURANA K, et al. Feasibility of immediate assessment of fine needle aspirates of thyroid nodules by telecytopathology[J]. *Endocr Pract*, 2013, 19(1): 14-18.
- [20] MACHADO R S, RICHA R, CALLEGARI F, et al. Instant messenger smartphone application for endosonographer/cytopathologist real-time interaction at a distance in EUS-FNA for solid pancreatic lesions[J]. *Endosc Int Open*, 2019, 7(8): E1027-1030.
- [21] COSTA C, PASTORELLO R G, MENDONÇA A, et al. Use of a low-cost telecytopathology method for remote assessment of thyroid FNAs [J]. *Cancer Cytopathol*, 2018, 126(9): 767-772.
- [22] FARRELL J M, RIBEN M W, STAERKEL G A, et al. Efficacy of telecytopathology for preliminary assessment of fine-needle aspirations performed at a remote facility [J]. *J Am Soc Cytopathol*, 2018, 7(1): 22-30.
- [23] MCCARTHY E E, MCMAHON R Q, DAS K, et al. Internal validation testing for new technologies: bringing telecytopathology into the mainstream [J]. *Diagn Cytopathol*, 2015, 43(1): 3-7.
- [24] BASHSHUR R L, KRUPINSKI E A, WEINSTEIN R S, et al. The empirical foundations of telepathology: evidence of feasibility and intermediate effects [J]. *Telemed J E Health*, 2017, 23(3): 155-191.
- [25] NISHAT R, RAMACHANDRA S, BEHURA S S, et al. Digital cytopathology [J]. *J Oral Maxillofac Pathol*, 2017, 21(1): 99-106.
- [26] WEINSTEIN R S. Prospects for telepathology [J]. *Hum Pathol*, 1986, 17(5): 433-434.
- [27] 袁勤, 陈志强, 吴浩强代表远程细胞学诊断应用研究组. 远程细胞病理学应用初探[J]. *中华病理学杂志*, 2002, 31(4): 379-380.
- [28] GOYAL A, JHALA N, GUPTA P. TeleCyP (telecytopathology): real-time fine-needle aspiration interpretation [J]. *Acta Cytol*, 2012, 56(6): 669-677.
- [29] 卜虹妍, 韩晓锐, 魏亚权. 远程病理诊断的应用进展 [J]. *临床与病理杂志*, 2019, 39(1): 198-202.
- [30] DIXIT S, TANVEER N, KUMAR H, et al. Smartphone-assisted telecytopathology: an intraobserver concordance study [J]. *Acta Cytol*, 2020, 64(5): 399-405.
- [31] SAHIN D, HACISALIHOGU U P, KIRIMLIOGLU S H. Telecytology: is it possible with smartphone images? [J]. *Diagn Cytopathol*, 2018, 46(1): 40-46.
- [32] ZHANG L, SANAGAPALLI S, STOITA A. Challenges in diagnosis of pancreatic cancer [J]. *World J Gastroenterol*, 2018, 24(19): 2047-2060.
- [33] KOUL A, BAXI A C, SHANG R, et al. The efficacy of rapid on-site evaluation during endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration of pancreatic masses [J]. *Gastroenterol Rep (Oxf)*, 2018, 6(1): 45-48.

- [34] YANG F, LIU E S, SUN S Y. Rapid on-site evaluation (ROSE) with EUS-FNA: the ROSE looks beautiful[J]. *Endosc Ultrasound*, 2019, 8(5):283-287.
- [35] KHURANA K K, GRABER B, WANG D, et al. Telecytopathology for on-site adequacy evaluation decreases the nondiagnostic rate in endoscopic ultrasound-guided fine-needle aspiration of pancreatic lesions[J]. *Telemed J E Health*, 2014, 20(9):822-827.
- [36] PYNNONEN M A, GILLESPIE M B, ROMAN B, et al. Clinical practice guideline: evaluation of the neck mass in adults[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2017, 157(2Suppl):S1-30.
- [37] 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.
- [38] LIN D M, TRACHT J, ROSENBLUM F, et al. Rapid on-Site evaluation with telecytology significantly reduced unsatisfactory rates of thyroid fine-needle aspiration [J]. *Am J Clin Pathol*, 2020, 153(3):342-345.
- [39] CANBERK S, BEHZATOGLU K, CALISKAN C K, et al. The role of telecytology in the primary diagnosis of thyroid fine-needle aspiration specimens[J]. *Acta Cytol*, 2020, 64(4):323-331.
- [40] KHURANA K K, XU W, WANG D, et al. Rapid on-site evaluation with dynamic telecytopathology for ultrasound-guided fine-needle aspiration of head and neck nonthyroid lesions[J]. *J Pathol Inform*, 2015, 6:19.
- [41] RAMAKRISHNA K. Rapid on-site evaluation of cytology for EUS- and EBUS-guided fine-needle aspiration[J]. *Indian J Gastroenterol*, 2017, 36(2):75-76.
- [42] IZUMO T, MATSUMOTO Y, SASADA S, et al. Utility of rapid on-site cytologic evaluation during endobronchial ultrasound with a guide sheath for peripheral pulmonary lesions[J]. *Jpn J Clin Oncol*, 2017, 47(3):221-225.
- [43] CHEN X, WAN B, XU Y Y, et al. Efficacy of rapid on-site evaluation for diagnosing pulmonary lesions and mediastinal lymph nodes: a systematic review and meta-analysis[J]. *Transl Lung Cancer Res*, 2019, 8(6):1029-1044.
- [44] 陈琬玲, 马煜辉, 张祥武, 等. R-EBUS、LungPro 导航支气管镜联合快速现场细胞学评估在周围型肺结节诊断中的应用价值比较[J]. *中国癌症杂志*, 2020, 30(2):135-141.
- [45] KHURANA K K, KOVALOVSKY A, WANG D, et al. Feasibility of dynamic telecytopathology for rapid on-site evaluation of endobronchial ultrasound-guided transbronchial fine needle aspiration[J]. *Telemed J E Health*, 2013, 19(4):265-271.
- [46] NAOUS R, KOBAYASHI K, KHURANA K K. Dynamic telecytopathology-guided rapid on-site assessment of percutaneous Image-guided fine-needle aspiration of hepatic lesions: an institutional review of 178 cases[J]. *Telemed J E Health*, 2020, 26(8):961-966.
- [47] SIRINTRAPUN S J, RUDOMINA D, MAZZELLA A, et al. Successful secure high-definition streaming telecytology for remote cytologic evaluation[J]. *J Pathol Inform*, 2017, 8:33.
- [48] AGARWAL S, ZHAO L C, ZHANG R, et al. FaceTime validation study: low-cost streaming video for cytology adequacy assessment [J]. *Cancer Cytopathol*, 2016, 124(3):213-220.
- [49] GARG N, TANVEER N, GAUR J H. Utility of WhatsApp as a tool for tele-oncopathology for oral lesions[J]. *Indian J Surg Oncol*, 2019, 10(3):446-450.
- [50] GORMAN B K, SCHWARTZ M R. ROSE and endosonographer-driven telecytology: issues to consider[J]. *J Am Soc Cytopathol*, 2018, 7(2):59-60.
- [51] THARIAN B, KRALL K, ZHU X, et al. Endosonographer-driven dynamic telecytopathology of pancreatic lesions-a pilot study[J]. *J Am Soc Cytopathol*, 2018, 7(2):86-91.
- [52] SIRINTRAPUN S J, RUDOMINA D, MAZZELLA A, et al. Robotic telecytology for remote cytologic evaluation without an on-site cytotechnologist or cytopathologist: an active quality assessment and experience of over 400 cases[J]. *J Pathol Inform*, 2017, 8:35.