

组织病理学的数字化转型与人工智能

炎热的夏季悄然落幕,知了的聒噪声也戛然而止。树叶开始染上秋的色彩,在阵阵秋风中,小路两旁已悄然积起片片落叶。丰收的季节正悄悄走来,带来新的希望与节奏。孩子们结束了丰富多彩的夏令营生活,满载收获,又满怀雄心地踏上“Back to School”的新征程。

“智汇未来”系列讲座也稳步推进,第一系列已完成一半的旅程。第四讲《组织病理学的数字化转型与人工智能》于8月16日如期在线与听众朋友们见面,继续为大家带来前沿洞见与智慧碰撞。

担纲今晚主讲的是松布尔博士。松博是 iCura Diagnostics 公司的创始人和 CEO,松博本身具有医学和哲学双博士学位。人们称组织病理学是医生中的医生。对于那些患有疑难疾病的患者,医生的治疗方案必须基于病理报告的确诊才能最终作出。可见组织病理学的整个诊疗过程中的重要作用。同时,组织病理学也是医学课程中相当深奥的一门课程。而松博在这个领域中深耕了二十多年,积累了丰富的知识和实践经验。他对病理学数字化转型和人工智能的深刻理解和娴熟驾驭充分体现在他的报告之中。因此,他只用寥寥几句简短的开场白就把听众的注意力吸引住了。

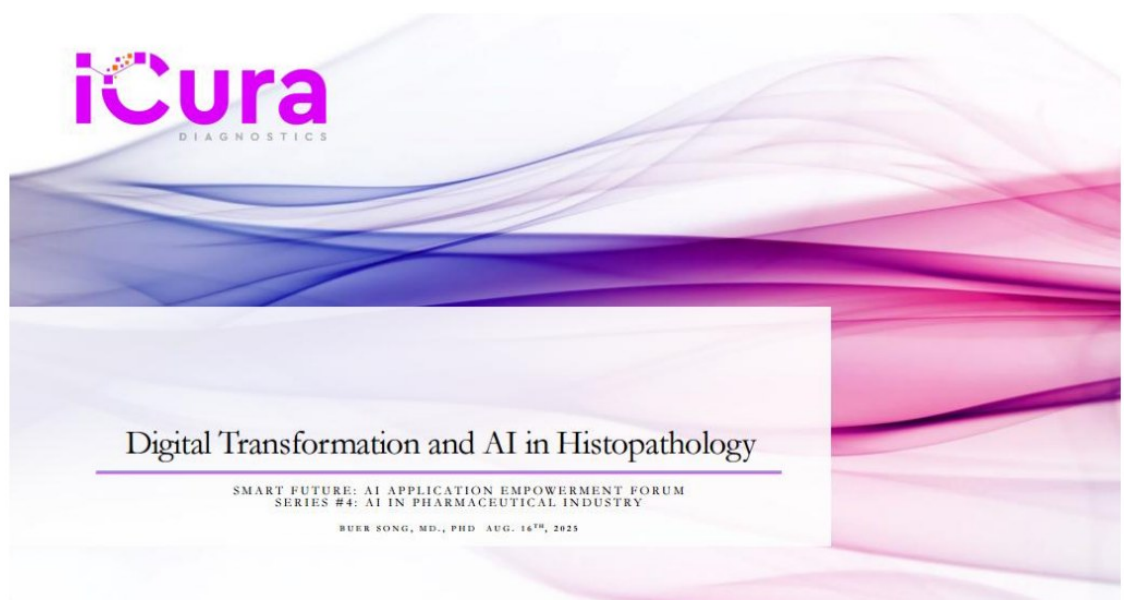
松博的报告分成五部分:

- 医学与药物开发中的组织病理学综述
- 当前的治疗标准与持续的数字化转型
- 人工智能赋能的诊断与研究工具
- 挑战与机遇
- 未来展望

人工智能在组织病理学中的演进与未来

在本次讲座中,既有医院临床经验、又深耕产业界的医学专家松博士,为我们带来了关于组织病理学数字化转型与人工智能应用的精彩分享。他娓娓道来组织病理学的发展历程——从十九世纪显微镜与染色技术的诞生,到今日在癌症及多种疾病诊断中的核心角色,历史的脉络在他的话语中徐徐展开。

进入二十世纪,组织病理学逐步实现标准化,并分化出多个亚专科领域,学科体系日益完善。松博士不仅回顾了这一演进过程,更深入探讨了人工智能赋能诊断与科研工具所面临的挑战与机遇。他展望未来,认为跨学科协作将成为推动组织病理学创新发展的关键路径。



人工智能在病理图像分析中的挑战

在讲座中,松博士通过一系列组织学图像的深入解析,生动展现了人工智能在辨别良性与恶性细胞方面所面临的诸多挑战。他指出,经验丰富的病理学专家通常需在高倍显微镜下,综合观察组织整体结构与细胞微观特征,才能准确识别异常之处。

他详细讲解了几项关键判别指标——如细胞核大小的差异、染色质的浓缩程度、以及细胞排列的有序与否——这些微妙的形态变化往往是诊断的关键所在。尽管人工智能尚未完全掌握这些复杂的辨识能力,但松博士强调,理解这些形态学差异,是实现精准诊断的基础,也是 AI 未来发展的重要方向。

人工智能在病理诊断中的挑战与新路径

在讲座的后半部分,松博士深入探讨了人工智能在恶性组织诊断中所面临的技术瓶颈与潜在替代方案。他强调,病理学专家与 AI 技术人员之间的沟通亟需加强,唯有跨界协作,方能推动算法的精准发展。

为降低标注成本并提升 AI 训练效果,松博士提出可尝试使用替代染色方法,如甲苯胺蓝(toluidine blue),以探索更高效的图像处理路径。他还指出,免疫组织化学与分子技术的飞跃——尤其是新一代测序(NGS)的应用——极大拓展了病理诊断的边界,也为人工智能在该领域的深度融合提供了新的可能。

数字病理的应用困境

在讲座中,松博士回顾了组织病理学的发展历程及其数字化转型的进程,并强调了该领域在医学诊断与药物研发中的重要作用。尽管数字病理技术具备诸多优势,如图像共享、远程诊断与数据分析等,但其在临床与科研实验室中的实际应用仍面临重重阻碍。

他指出,成本高昂、系统间互操作性差、FDA 审批流程复杂,以及医保报销机制的不完善,都是制约数字病理广泛落地的关键因素。此外,来自病理学界内部的抵触情绪——尤其是部分资深病理专家对新技术的保留态度——也成为推广过程中的一道难以逾越的障碍。

癌细胞分析的技术进展

在讲座的最后部分,松博士聚焦于癌细胞分析中的关键指标——有丝分裂象(mitotic figures)。他指出,异常的有丝分裂相与恶性细胞相关,尽管也存在例外情况。当前临床实践中,病理学专家仍需手动计数这些分裂相,以判断

癌症分级。这一过程不仅耗时繁重,也容易因观察者之间的差异而产生不一致的结果。

他进一步介绍了 HER2 神经测试在乳腺癌诊断中的应用。该测试通过评估细胞膜染色强度,为患者是否适合接受 HER2 靶向治疗提供依据。尽管该方法具有一定主观性,但由于缺乏成熟的自动化替代方案,仍被视为临床标准。

松博士最后提到,针对雌激素受体、孕激素受体以及 HER2 等标志物,已有部分数字病理与图像分析算法获得 FDA 批准。然而,这些技术仍处于早期应用阶段,距离广泛普及尚需时间与实践的积累。

人工智能赋能的癌症诊断工具

在讲座中,松博士介绍了一系列先进的诊断与科研工具,重点讲解了荧光原位杂交(FISH)与多重免疫荧光技术的应用。他指出,借助人工智能算法,如今可以自动计数成千上万个细胞,大幅提升分析的准确性——相比之下,传统方法往往仅能手动计数 20 至 30 个细胞,效率与精度均受限。

松博士展示了这些技术在药物研发中的实际应用,包括监测肿瘤中的免疫细胞分布,以及评估药物靶点在不同组织类型中的特异性。他强调,这些 AI 赋能的工具不仅提升了研究效率,更能在临床试验前识别潜在的“脱靶”分布,从而有效预防不良反应,为精准医疗铺就更稳健的路径。

人工智能在组织病理学中的挑战与机遇

松博士在讲座中深入探讨了组织病理学从传统手工操作向数字化、可量化科学转型的过程,并重点分析了人工智能在该领域发展所面临的挑战与潜在机遇。

他指出,当前 AI 发展的一大障碍在于高质量标准化数据的获取受限,受制于诸如 HIPAA 与 GDPR 等隐私法规。此外,数据标注的成本与准确性、算法的可解释性等问题,也为 AI 在病理学中的应用增添了复杂性。

然而,机遇亦不容忽视。松博士认为,构建面向特定领域的 AI 模型、推动数据格式标准化,以及将 AI 从科研工具拓展至日常诊断流程,都是值得期待的发展方向。尽管硬件成本与监管审批仍是现实壁垒,但他也提到,统一的硬件设备与显示标准将有助于保障图像质量的一致性,为 AI 辅助病理诊断的 FDA 认证铺平道路。

数字病理与人工智能的进展与前景

在讲座的尾声,松博士全面回顾了数字病理与人工智能在临床诊断与转化医学研究中的发展轨迹与潜力。他不仅分享了多个成

功应用案例,也强调了获得 FDA 认证对于技术落地的重要性。

他特别指出,在 AI 模型的开发与训练过程中,必须充分考虑人口学差异,以确保算法在不同种族与族群中的准确性与公平性。此外,针对听众提出的关于图像标注的问题,松博士也进行了深入解答,并呼吁实验室信息系统的进一步优化,以应对日益增长的数据处理需求。

他还展望了数字病理在药物研发中的新角色——尤其是在终点指标测量方面的潜力。尽管目前 FDA 尚未将其列为强制要求,但松博士认为,这些技术能够提供有力的辅助数据,为新药审批增添可靠支撑。

医学影像中的人工智能:能力与局限

在本次讨论中,松博士聚焦于人工智能在医学影像与病理学中的应用现状,深入剖析了其优势与局限。他指出,尽管 AI 在客观性方面有望超越人类病理专家,但目前仍缺乏对其诊断结论的可解释能力,尤其是在图像识别任务中,这一短板尤为明显。

讨论还涉及 AI 诊断中的“盲测”挑战,以及如何在保持客观性的同时提升可信度。在病理染色方面,松博士推荐了 Akoya Phenocycler Fusion 与 Lunaphore 等系统,用于多标记物分析。他提到,每个切片最多可使用 30 至 40 种抗体进行染色,但若标记数量进一步增加,反而可能影响分析的准确性。

人工智能在病理与影像技术中的应用

本次讲座聚焦于人工智能在病理学与医学影像技术中的实际应用。松博士详细讲解了扫描仪技术的敏感性,并推荐了如 Lunaphore 与 Akoya 等平台,以实现更进阶的图像处理能力。他强调,与其担忧 AI 取代岗位,不如积极拥抱技术进步,主动适应变革。

在互动环节中,主持人杨宏钧博士提出关于病理学中三维成像的疑问。松博士回应称,3D 成像技术确实存在,但由于成本高昂,目前尚难在临床广泛应用。他还分享了几家在数字病理领域处于领先地位的美国医院,并鼓励大家加入 DC 企业家俱乐部,以获取更多资源与信息。

松博的精彩演讲以及与听众的热烈互动博得全场听众的一致赞扬声。经历了一场智慧碰撞后的线上听众带着满满的干货收获去迎接创新创业的新挑战。

本讲座的录像已上线, <https://youtu.be/vFEoz-B1ipQ>

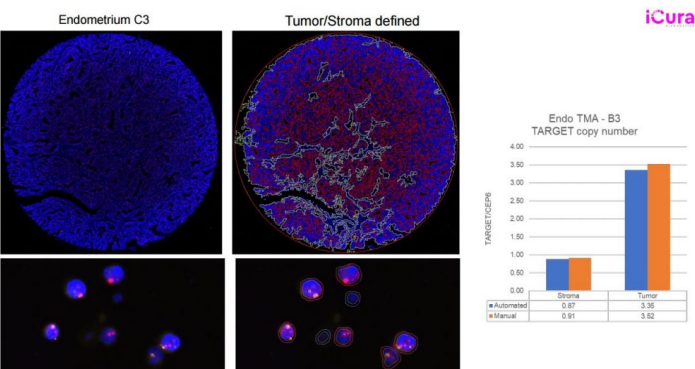
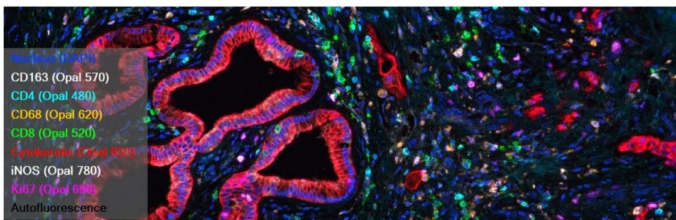
讲座最后宣布了下一期活动时间,9月13日,主题将聚焦于人工智能在医疗健康与合规监管中的应用,敬请期待。

Main Pathological Features for Human Pathologist Eyes

Overall pattern (how each cell and tissue types organized)	Cytological Morphology
<ul style="list-style-type: none"> • Are each tissue type respecting each other? • Within each tissue type, are each cells nicely organized or respecting each other? • Majority of pathological process shows "DISRESPECT" of order/discipline 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuclei: shape, membrane, chromatin density and texture, nucleoli, mitotic figures • Cytoplasm: cell size, shape, membrane, inclusion bodies

Case Study: Tumor Microenvironment Profiling

Different combinations of protein markers for immune cells and checkpoint blockers can be visualized together



4. Integration with Multi-Omics and Spatial Biology

- Combines pathology with genomics, transcriptomics, and proteomics
- AI enables spatial analysis of tumor microenvironment
- Supports personalized medicine

