

可视化手术导航系统，使“不可见”的分子诊断数据真正“可见”，实现了针对脑胶质瘤分子级别的切除，大幅减少残余肿瘤细胞，同时保护脑功能、提高术后放疗疗效。以所有神经肿瘤中恶性程度最高的胶质母细胞瘤为例，患者中位生存期从 13.2 个月提升至 17.6 个月，明显优于国际报道的 14.6 个月平均生存期。

随着 AI 技术发展，大量信息可被高效萃取、转化为对个体化临床决策的支撑。华山医院团队在快速分子诊断系统基础上构建了多模态的神经肿瘤智能决策平台，提出“定量病理学”等一系列创新理念，通过整合多重免疫组化技术与机器学习算法，为临床提供可解释性强的决策工具。同时，团队联合上海科技大学开发“个性化患者肿瘤类器官”模型，仅需两三周即可构建高度模拟肿瘤微环境及异质性的模型，对化疗药物反应、耐药机制进行更准确预测，实现脑肿瘤精准医疗的重大突破。

AI 赋能之下，今天的神经外科手术与传统手术已经完全不同。术中，医生可借助质谱技术实现 1.5 分钟内的快速分子诊断，并结合拉曼光谱技术获取更丰富的代谢组学信息；可通过精准荧光探针技术进行靶向分子定位、使病理特征可视化。经过 AI 助力，这些丰富的信息可被快速



整合，辅助医生实时进行手术决策、精准绘制手术边界。“病灶是否应该切除”“切除范围需要多大”“未来会给患者带来怎样的影响”等关键问题，医生可以给出更加明确的答案。

同时，医院以疾病为中心建立多学科融合病房，通过全流程管理，使得包括垂体瘤在内的许多神经肿瘤患者已可实现终身、高质量的生存。

在脑血管病领域，脑动脉瘤被称为“颅内炸弹”，破裂导致的致死、致残率高。在这一高难度、手术决策复杂领域，依赖传统经验操作的局限性大、难度高、医生学习周期漫长。华山医院神经外科顾宇翔教授团队合作研发的颅内动脉瘤手术计划软件，通过 AI 分析重建动脉瘤三维形态学结构、自动测量相关参数，给出适合每个动脉瘤的输送路径和

上图：分子可视化手术导航系统，使“不可见”的病理诊断数据真正“可见”，实现了针对神经肿瘤分子级别的切除。图为毛颖教授手术。

塑形针形态，辅助临床医生作出决策，获批国家药品监督管理局创新医疗器械三类注册证，具有重要的临床应用价值。

2024 年 9 月，中国国家药品监督管理局三类医疗器械注册证，也是国内首张颅内动脉瘤磁共振 AI 三类医疗器械注册证被颁发给华山医院团队。依托国家神经疾病医学中心，华山医院放射科耿道颖教授团队牵头，联合复旦大学工程与应用技术研究院团队研发的“颅内动脉瘤磁共振造影图像辅助检测软件”可辅助医生检测 3mm 及以上颅内动脉瘤，量化分析病灶区域并提供相关建议。

此外，检验医学科主任关明教授牵头推出脑脊液细胞学 AI 诊断系统用于辅助脑脊液细胞学检查，在 10 类肿瘤中实现了精准诊断，免疫化学染色检测模型检测精度达到 95% 以上。