

肿瘤防治科普知识之——机器人手术篇

马少华，黄冰洋

（北京大学肿瘤医院，北京，100000）

【摘要】 机器人手术系统是集多项现代高科技手段于一体的综合体。外科医生可以远离手术台操纵机器进行手术，完全不同于传统的手术概念，在世界微创外科领域是当之无愧的革命性外科手术工具。利用机器人做手术时，医生的双手不碰触患者。一旦切口位置被确定，装有照相机和其他外科工具的机械臂将实施切断、止血及缝合等动作，外科医生只需在控制台上，观测和指导机械臂工作就行了。该技术能够支持医生跨越地理空间限制，在地球的一端借助远程操控与通信系统，对位于另一端的患者精准实施手术。

【关键词】 机器人手术；智能化；微创化；集成化；远程手术

【中图分类号】 R737.31

【文献标识码】 A

问题 1： 机器人手术设备是一种什么样的设备？

观点 1： 机器人手术是辅助外科医生进行手术操作的精密医疗设备。

机器人手术是一种特殊的设备，它由医生和电脑共同操控，可以根据预设的程序帮助医生完成手术。

机器人手术分为被动型与主动型。被动型机器人就像是一个高精度的导航工具或者定位系统，它能帮助外科医生准确找到病灶位置或者其他需要进行手术的目标区域；主动型机器人则是由外科医生在手术过程中亲自指挥其移动手术器械，以直接完成手术操作。

问题 2： 机器人手术技术成熟吗？

观点 2： 机器人手术历史悠久，是一项相对成熟的外科技术。

机器人手术最早于 1985～1999 年逐渐开始应

用于神经外科（PUMA 560 机器人）、泌尿外科（Probot 机器人）、矫形外科（Robodoc 机器人）、妇科（Zeus 机器人），迄今已有 30 余年。

机器人手术技术日益成熟，借力人工智能、5G 等高新技术，其应用范围已延伸至脊柱、关节置换及血管外科等多个外科领域，有力推动微创、智能手术技术的发展。

问题 3： 最成熟的机器人手术是哪种手术？

观点 3： 目前应用最成熟的机器人手术是胸腹腔镜微创机器人手术。

因各外科实际需求不同，机器人手术可分为很多种类。目前应用最成熟的便是协助进行胸腹腔镜微创手术的机器人。该类机器人手术中目前应用最广泛的是 Da Vinci 机器人手术，伴随着机器人远程临床技术，Da Vinci 机器人手术于 2000 年面世。2022 年世界范围内已完成 Da Vinci 手术超 1000 万

台。

问题 4：还有哪些微创手术适合机器人手术？

观点 4：机器人手术与传统微创手术一样，适用于绝大多数微创外科手术。

机器人手术与传统胸腹腔镜微创手术作为微创手术的两种主要形式，都是采用微创技术进行手术，适合的手术类型几乎相同，都适用于那些希望减小切口、减轻疼痛、加速康复的患者。

目前机器人手术在胸外科和腹部外科领域广泛应用，包括但不限于肺部手术、心脏手术、胃肠道手术、泌尿外科手术、妇科手术和普通外科手术。

问题 5：机器人是由如何完成手术过程的？

观点 5：机器人手术仍是由主刀医生主动完成的外科手术。

在机器人手术中，外科医生是通过机器人手术控制台来控制手术器械，而非直接手持，但仍然直接控制手术器械的所有移动。机器人手术仅是一台受外科医生控制的手术装置，起到辅助医生更高效、更安全、更精准地完成手术的作用。

机器人手术的手术效果更依赖外科医生的手术经验，而非机器人本身。但是借助机器人手术的独特优势，手术效果一般优于传统微创手术。

问题 6：我国机器人手术的应用情况如何？

观点 6：我国机器人手术应用广泛，已被医生和患者普遍接受。

目前呈现出了一种机器人手术替代传统胸腔镜手术成为新一代胸外科微创手术技术的趋势。在过去 10 年中越来越被医生和患者认可，成为目前最前

沿的胸部微创外科技术之一。

在中国，机器人手术系统最早于 2006 年在部队医院开始应用。目前我国 Da Vinci 机器人手术年手术量超 10 万台。其中手术量前五名的外科分别是泌尿外科、胸外科、胃结直肠外科、妇科、肝胆外科。

问题 7：国产机器人的发展目前达到了什么水平？

观点 7：国产机器人快速发展，接近国际领先水平。

国产机器人手术在不断进步中逐渐缩小与 Da Vinci 等国际先进产品的技术差距，在价格、本土化服务等方面存在优势。一些代表性产品，如康多机器人等，在临床试验中表现出了与国际先进产品相似的安全性及有效性，甚至在某些指标上有超越。

国产机器人手术仍然面临市场份额、技术成熟度及高端复杂手术应用等方面的压力与挑战。随着时间推移和技术积累，国产机器人手术有望进一步提升自身竞争力，打破进口产品的市场垄断地位。

问题 8：机器人手术的优点有哪些？

观点 8：机器人手术具有传统胸腹腔镜微创手术的所有优点。

机器人手术是在传统胸腔镜微创外科手术基础上的继承和发展，均属于利用腔镜完成的微创手术。

它具有传统胸腔镜微创手术的一切优点：术后疼痛轻、切口小且美观、住院时间短、恢复时间短，重返工作岗位快。

问题 9：机器人手术的优势有哪些？

观点 9：机器人手术具有独特优势，是外科技术的一场革命。

灵活的微创器械：（1）传统手术器械，自由度及操作受限，存在死角。（2）机器人的手术器械灵活度极高，可进行腕关节样活动，更加有利于缝合等手术操作，可以更好地深入狭小空间进行手术，使手术更加安全、精细，组织创伤更小。

机器人手术系统提供三维图像，同时镜头能快速变焦和移动，放大倍数更高，可强化医生视觉，提供堪比开胸手术的眼手协调性。

更精准的手术操作：（1）在常规胸腹腔镜手术中，外科医生的微小动作会被放大（包括失误或手颤）。（2）机器人辅助手术，能明显减少外科医生的颤抖和误操作，实现更精准更安全的手术操作。

问题 10：机器人手术在复杂手术中具有什么优势？

观点 10：机器人手术对于复杂手术患者具有更多优势。

很多研究表明，在各外科的手术过程中，复杂手术更能体现机器人手术在术中的操作优势。机器人手术有利于医生在复杂解剖结构下的精细操作，如神经血管保护。

在复杂手术中，机器人手术凭借其优势，可以帮助医生在微创操作下完成更困难的手术操作，从而更大程度减少开胸、开腹的可能，减少手术创伤与并发症发生率，提高肿瘤切除率。

问题 11：机器人手术在围手术期可以起到什么作用？

观点 11：机器人手术可减少围手术期并发症，加速患者康复。

大量研究发现，在各外科中，机器人手术相比传统胸腹腔镜手术，可减少术中出血和中转开胸开

腹的概率。机器人手术还可降低手术时间，减少麻醉并发症。

大量研究表明，相比传统胸腹腔镜手术，机器人手术更好地促进了术后快速康复，患者恢复更快，下床活动早，肺部并发症、深静脉血栓等长期卧床并发症明显减少，术后疼痛更少，术后止疼药的用量更少。更早拔除引流管，可减少住院时间，更快返回工作岗位。

问题 12：机器人手术的治疗效果如何？

观点 12：机器人手术可能带来更好的手术治疗效果。

机器人手术在手术操作方面的优势，可带来额外的肿瘤治疗方面的优势。如在胸外科手术中，研究表明，机器人手术清扫的淋巴结更多、更彻底，肿瘤切除率更高，术后复发率更低。

机器人手术更精细的手术操作能力，使得部分难以手术切除的肿瘤在微创手术下切除成为可能，提高了肿瘤的切除率。

问题 13：机器人手术会有风险吗？

观点 13：机器人手术仍具有一定局限性与手术风险。

一方面，机器人无触觉反馈。外科医生在器械接触组织时无法真实感受到组织的阻力，但可通过利用视觉线索及解剖学和手术平面知识适应。

另一方面，有可能出现机械相关并发症。如机械故障、器械操控不当、机械臂移动或定位错误、在控制台外科医生放大各种结构时手术针脱离视野等。随着系统设计的更新，其中一些并发情况已在减少或被消除。

问题 14：机器人手术成本是否会影响其发展？

观点 14：手术成本一定程度上限制了机器人手术的发展。

机器人手术成本更高，增加了应用门槛。但有研究者提出，虽然机器人手术的直接费用更高，但机器人手术康复相对更快，肿瘤治疗效果可能更好，从而可能抵消手术费用的增加。

随着国产机器人的快速迭代更新，其性能已经接近国际领先水平，未来随着国产机器人的广泛应用，机器人手术的成本会快速下降。

问题 15：利用机器人辅助技术还可以呈现哪些场景？

观点 15：机器人手术可支持医学教育与远程手术。

利用机器人辅助技术，可以实现手术模拟、远程指导以及远程实际操作手术。通过使用机器人模拟，医生们能够更有效地进行手术练习和预演，这样有可能降低手术中出现并发症的风险，并且能更快地掌握手术技能，甚至有望创新出全新的手术方法。

引入了机器人远程指导技术后，那些有着丰富经验的医生不再受地理位置限制，他们能够在实时、精准的情况下进行远程操控手术。这样一来，在某种程度上缓解了医疗资源分配不均的问题，让优质

的医疗服务能够到达更多地方。

问题 16：未来机器人手术的发展方向是什么？

观点 16：智能化、微创化、集成化是未来机器人手术的发展方向。

通过对海量手术数据的分析，机器人可以不断优化算法。深度学习和机器视觉技术将进一步集成于机器人手术系统中，使机器人具备更高水平的决策辅助功能，智能手术规划与导航系统将更加成熟，为外科医生提供更强大的助力。

继续强化机器人在微创手术方面的能力，通过更小、更少的切口，甚至是经自然腔道的切口方式进行手术，减少患者痛苦和恢复时间，提高手术精确度和安全性。

机器人手术将与各类影像设备、生物传感设备、手术床等高度集成，形成一体化手术室解决方案，实现手术过程中实时影像引导和生理参数监测甚至更高级的设备间联动能力，提高手术效率与安全性。

本文摘录自《中国肿瘤防治核心科普知识》

【作者简介】马少华，男，北京大学肿瘤医院，中国抗癌协会肺部肿瘤整合康复专委会主任委员，教授。