

达芬奇机器人手术系统临床应用的伦理问题及对策综述

曾泽涵

新疆医科大学，新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市，830001；

摘要：达芬奇手术机器人是当前全球应用最为广泛的机器人手术系统，但也带来不少棘手的伦理问题亟待解决。本文通过对达芬奇机器人手术系统在临床应用现状及常见伦理问题与应对措施进行综述，并对相应的伦理规范进行梳理，提出坚持以“为人民造福”为最终目的的准则，预见和防范机制，以人为本、公平、坚持科学及知情同意的原则，旨在更好地运用医疗机器人为人类医疗健康服务，帮助医务工作者规范诊疗行为及增强医疗人工智能伦理方面的意识，促进医疗人工智能研究更好发展。

关键词：达芬奇机器人手术系统；伦理问题；医学伦理学；伦理原则

DOI：10.69979/3029-2808.25.11.057

随着人工智能在医疗领域的飞速发展，手术机器人在临床上的广泛应用不可避免地带来许多争议。机器人手术系统是现代远程信息技术、智能化工程技术与现代微创外科技术的结合^[1]，以达芬奇机器人手术系统为代表的机器人手术，结合了微创与精准为一体，已在不同手术中有所应用，但其收集的数据包含大量患者个人信息与隐私，引发了一系列伦理问题，需要探讨和解决。审视当前伦理原则在达芬奇机器人手术系统应用的现状，同时探讨其未来可能的发展发向和解决方案，以期为这一新兴领域提供更加全面和深入的伦理指引，推动人工智能医疗的健康发展。

1 达芬奇机器人手术系统在临床应用现状

达芬奇机器人手术系统在临床的应用已取得明显成就。一是在泌尿外科领域，达芬奇机器人手术最初即被应用于泌尿外科，而其优势在泌尿外科手术中展现得尤为明显^[2]，机器人手术系统可灵活地完成局部剪裁及精细的吻合工作。二是在血管外科领域，WISSELINK 等^[3]于 2002 年率先报道了机器人辅助下行 2 例主动脉-股动脉旁路移植手术，这是国际上首次报道机器人在血管外科的应用。该研究证明机器人手术在血管吻合方面较传统腹腔镜手术具有明显优势。同时，机器人辅助手术的最大优点是血管吻合的速度快和相对简单性。机器人辅助手术的经验证明该技术在血管外科应用的可行性^[4]。此外，达芬奇机器人手术系统在乳腺外科^[5]、乳房重建^[6]以及胆总管囊肿根治术^[7]中的应用均体现了达芬奇机器人在外科手术操作上的精准性与微创性。总而言之，达芬奇机器人手术系统在医学临床上的应用上不仅取得了显著的成就，还将进一步扩大应用范围，不断在外科手术领域攻坚克难。

2 达芬奇机器人手术系统在临床应用的医学伦理问题及对策

2.1 患者数据与隐私

人工智能需要大量患者数据，进行学习和训练的同时就涉及患者的隐私^[8]。这些数据是否能够得到安全保障？患者是否会面临隐私泄露的危险？这些问题如同一柄柄利刃悬在达芬奇机器人手术系统应用领域的上空。隐私数据一旦泄露，患者的生活势必将受到影响，尤其是属于特殊群体的患者可能面临社会的歧视与不公平对待，陷入极其艰难的境地。因此，在应用达芬奇机器人手术系统时确保隐私数据安全尤为重要。

在数据收集、存储和处理过程中，必须严格遵守相关的隐私保护法规和伦理准则，以确保患者数据不会被滥用或泄露^[9]。同时，加强安全防护、建立安全审计机制和制定严格的使用规范^[10]对达芬奇机器人手术系统的数据保护同样重要。

2.2 医疗费用

达芬奇机器人手术系统的应用无疑是一项崭新的外科技，那么新技术的使用是否会带来医疗费用支出的增加？这是普通老百姓们心中的顾虑之一。达芬奇手术闭环的耗材系统，是医院成本重要部分，其耗材金额占手术费用比例过高，给医院造成了较大的经济负担。通过以术种为基础，建立术种耗材使用种类和合理数量的临床路径，规范使用和管理可以减少浪费^[11]。除此之外，从技术的选择权到可能产生的额外费用都需告知患者，让患者自主决定。

2.3 算法黑箱及其核心伦理问题

达芬奇机器人手术系统在实践上引发的伦理问题，

一定程度上与其机器内部参与决策执行的“算法黑箱”有关。在一定意义上，算法的不公开与不透明都可被称为“算法黑箱”^[12]。侧面说明了人工智能在认知层面的不确定性和在实践层面的不可控性，而这些对于患者而言，无疑是充满隐患和威胁的。

既然我们无法完全避开“算法黑箱”的存在，那就应该尽我们所能控制算法，将核心技术牢牢掌握在自己手中，增进算法透明化与可解释性策略的本质与局限；转向宏观层面的控制，例如在设计手术机器人这类直接影响人类生命安全的应用产品时，应明确人类在操作中的主导权是优先于机器的自动自主的^[13]。机器是无法取代人类的，但只有会使用并使用好机器，才能使之发挥出最大的效应。

2.4 医疗责任归属

达芬奇机器人手术系统存在三个术中主体——医生、机器人和人工智能。那么如果在机器人参与的手术中出现了差错，究竟是谁来承担责任？是手术医生独自承担还是机器人与医生共同承担？机器人又如何承担责任？这些都是不可避免的伦理问题。分析造成手术差错的原因有以下几点：第一，外科医生受到手术量和操作经验不足的影响，手术中常会出现一些机器故障^[14]。第二，达芬奇机器人手术器械清洗消毒灭菌处理方式选择错误，轻则容易导致器械损坏造成经济损失，重则容易耽误患者手术引起医疗纠纷等^[15-16]。

基于以上问题，首先在面对人工智能不明确的法律地位时，应当结合相关理论和具体的实践，针对人工智能技术在医疗领域中带来的法律问题提出解决对策和建议^[17]。其次，从达芬奇机器人手术系统的相关定义、安装与使用、维护与保养 3 个方面，对机器人手术使用操作及维护管理进行规范和统一，可为机器人手术配合提供临床实践指引^[18]。不断健全医院的管理制度，规范医生的实践操作，提倡针对达芬奇机器人手术系统相关知识与操作开展专业培训与考试，从而减少机器人手术在医疗领域的责任纠纷。

3 达芬奇机器人手术系统临床应用应该遵循的伦理规范

2017 年 1 月在阿西洛马举行的有利人工智能会议上，近千名人工智能和机器人领域的专家，联合签署了阿西洛马人工智能 23 条原则，呼吁全世界在发展人工智能的同时严格遵守这些原则，共同保障人类未来的利益和安全。为能够更好的运用医用机器人为人类医疗健康服务，应该遵循如下伦理规范^[19]：

3.1 坚持以“为人民造福”为最终目的的准则

人类社会正在迅速老龄化，机器人有可能减轻人类的负担^[20]。前提是机器人不得伤害人类。

3.2 以人为本的原则

机器是人类创造出来的，人与人之间的温情与爱是无法被机器替代的，通过控制机器可以更好地为人类服务^[21]。同时以人为主体的主观能动性引领着机器辅助人类全面发展。

3.3 公平原则

健康公平是指所有人都能够享受公平的健康机会和资源分配，不受个人特征或社会地位的影响，而人工智能技术可以提高实现健康公平的可能性^[22]。人工智能应该惠及和服务尽可能多的人，而不是拘泥于小部分群，为患者提供更加公平的医疗服务。

3.4 预见和防范机制

“人造风险”于人类而言是最大的威胁，它起因于人类对科学、技术不加限制地推进^[23]。任何新技术的出现都会带来不确定性，必须有针对性地计划和努力减轻可预见的冲击，健全保障制度。

3.5 坚持科学原则

科学机构迫切需要提升人工智能能力，以保持未来竞争力和能力。这就需要升级教育、培训、硬件和软件，开发数据资产，改变工作方式，成为数据驱动型组织，同时确保人工智能开发和应用符合伦理道德规范，符合社会预期、法律和法规^[24]，严格把握医疗机器人临床使用的适应证。

3.6 知情同意的原则

患者知情同意权作为一种法定权利，在诸多方面体现出较强的伦理性^[25]。患者理应被告知自己即将接受的所有医疗相关流程与服务，如选择的技术与其产生的相关费用等等。

4 结论

达芬奇机器人手术系统在不断开拓更为广泛的临床领域应用的同时，带来了不可避免的伦理问题，特别是在患者数据与隐私、医疗费用、“算法黑箱”与医疗责任归属等方面。第一，数据隐私处理的过程中面对泄露的风险，需严格遵守相关法律法规及伦理准则。第二，机器人手术技术带来的额外费用需保证患者的知情同意权，此外还可减少耗材以降低耗费。第三，机器内部“算法黑箱”带来的不可控与不确定性，需不断增进算

法透明化并加强宏观调控。第四，达芬奇机器人手术系统临床应用中责任界定始终是一个值得探讨的伦理问题，应当健全管理制度并结合理论实际给予建议。总之，医护人员在应用达芬奇机器人手术系统时，应遵循相关伦理规范兴利除弊，确保既能推动外科领域的不断进步，又能最大限度地保障患者权益。不断增强医疗人工智能伦理方面的意识，致力于构建更安全、更可靠、更公正的人工智能医疗系统，促进医疗人工智能研究更好发展。

参考文献

- [1]周汉新.微创外科的明天——机器人手术[J].中国普通外科杂志,2003,(12):881-882.
- [2]刘珍竹,王建伯,王雪剑.达芬奇机器人手术在泌尿外科应用中的伦理问题及对策[J].医学与哲学,2021,42(13):24-27,31.
- [3]WISSELINK W, CUESTA M A, GRACIA C, et al. Robot-as-sisted laparoscopic aortobifemoral bypass for aortoiliac occlusive disease: a report of two cases [J]. J Vasc Surg, 2002, 36(5):1079-1082.
- [4]郝迎学,张荣杰.机器人手术系统在血管外科中的应用与展望[J].第三军医大学学报,2019,41(24):2366-2369.
- [5]姜军,范林军.达芬奇机器人在乳腺外科的应用[J].中华乳腺病杂志(电子版),2020(1):61.
- [6]陈莉.达芬奇机器人在乳房重建中的应用及未来发展趋势[J].中华乳腺病杂志(电子版),2020,14(3):131-133.
- [7]蔡多特,陈青江,章立峰,等.达芬奇技术与传统腹腔镜技术在胆总管囊肿根治术中应用的对比研究[J].临床小儿外科杂志,2022,21(1):51-57.
- [8]王姗姗,翟晓梅.人工智能医学应用的伦理问题[J].中国医学伦理学,2019,32(8):972-976.
- [9]刘晓晨,田丽娟,王昶.我国患者隐私保护现状及对策[J].中国当代医药,2017,24(18):13-15,27.
- [10]刘志红.人工智能大模型的隐私保护与数据安全技术研究[J].软件,2024,45(2):143-145,151.
- [11]徐静芬,普鹰,侯文婷,等.成本控制视角下不同术种耗材用量及费用差异——以达芬奇机器人手术为例[J].上海管理科学,2023,45(2):84-87.
- [12]程雪军.金融强国目标下数字金融平台算法黑箱的系统治理机制[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2024,26(2):107-120.
- [13]陈子瑜,程国斌.医疗人工智能中的算法黑箱及其核心伦理问题[J].医学与哲学,2024,45(12):6-10.
- [14]申培培,张琼,吕雪青,等.达芬奇手术机器人术中故障发生原因及改进措施[J].护理学杂志,2017,32(12):50-51.
- [15]田红,杨梓含,李颖,等.达芬奇机器人手术器械清洗消毒灭菌研究现状及展望[J].中国感染控制杂志,2023,22(4):484-488.
- [16]孙雪莹,史安云,甘志连,等.传统清洗与机械清洗对达芬奇机器人手臂清洗效果比较[J].中华医院感染学杂志,2021,31(22):3500-3503.
- [17]钱国策.人工智能在医疗应用中的法律问题研究[D].华北理工大学,2020.
- [18]赵体玉,王维,龚仁蓉,等.达芬奇机器人手术系统安全使用与维护专家共识[J].护理学杂志,2023,38(15):51-55.
- [19]阿西洛马人工智能原则-马斯克、戴米斯·哈萨比斯等确认的23个原则,将使AI更安全和道德[J].智能机器人,2017,0(1):20-21.
- [20]EVAN ACKERMAN, PETER ADAMS.机器人造福人类[J].科技纵览,2023(11):22-29.
- [21]宋嵘.以人为本的康复训练机器人研究及其临床应用[C].//2016广州国际康复论坛论文集.2016:118-118.
- [22]全媛媛,郑婉婷,黄珊蓉,等.健康公平:医疗人工智能中的偏见与治理[J].医学与哲学,2024,45(7):36-41.

作者简介:曾泽涵(2004.5.26),女,汉族,江西省赣州市,本科在读,新疆医科大学,研究方向:手术机器人在临床应用中的伦理问题。