

# 信息化技术在手术室管理中的应用进展

孔珊珊<sup>1</sup>, 申海艳<sup>2</sup>, 伍沛<sup>2</sup>, 邓露<sup>2</sup>

**A review of information technology in the operating room management** Kong Shanshan, Shen Haiyan, Wu Pei, Deng Lu

**摘要:** 手术室管理信息化技术主要包括护理管理信息系统和临床护理信息系统, 现已用于手术患者安全管理, 手术室用物及仪器设备管理, 护士管理及手术间调度。提出健全手术室大数据平台, 利用人工智能深度挖掘数据, 建立信息防护系统, 培养综合型人才等, 以进一步完善智能信息化手术室, 为患者提供高水准的手术护理服务。

**关键词:** 手术室; 信息化技术; 护理管理; 智能化; 综述文献

**中图分类号:** R472.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2019.04.106

随着大数据、物联网、云计算、人工智能等信息化技术的快速发展, 智慧医疗成为现阶段医院发展的必然趋势, 也为护理领域的发展带来新的机会。手术室作为多学科合作、集中诊疗的特殊科室, 其运行管理质量直接影响医院的运行效率。传统的手术室管理模式多通过人力进行数据收集和录入, 增加护士工作量, 数据的真实性、完整性、准确性不能进行良好的质控, 不利于手术室持续质量改进<sup>[1]</sup>。信息化技术的出现改变了手术室原有的管理模式, 正以医疗检查设施、智能监测系统、电子网络信息系统等形式在手术室应用<sup>[2]</sup>。这些为智能化手术室的构建提供了有利条件, 但同时带来挑战。本文综述护理信息化技术在国内外手术室管理中的应用进展, 并提出相关应对策略, 旨在为智能化手术室的构建提供参考。

## 1 信息化技术在手术室管理中的应用现状

### 1.1 手术患者安全管理

**1.1.1 应用信息化技术提高手术患者交接准确率和效率** 围术期有效交接对患者的护理和安全至关重要, 避免手术患者、手术部位及手术方式错误, 为患者提供安全、优质的护理服务是手术室的首要任务。刘艳玲等<sup>[3]</sup>利用医院信息系统, 以个人数字助理(Personal Digital Assistant, PDA)作为移动护理信息的实现形式, 通过扫描手术患者腕带上的二维码实现手术患者的安全转运和交接, 降低由交接原因导致的护理不良事件的发生率。魏革等<sup>[4]</sup>将 HIS、麻醉信息管理系统和二维码技术相结合, 开发手术室移动护理信息系统, 医护人员通过 PDA 实现患者的交接、核对及手术安全三方核查。Münter 等<sup>[5]</sup>基于患者信息管理系统创建含有 27 项手术患者核对项目的电子核对表, 该表在术前由病房护士勾选确认, 手术室护士通过移动终端的电子核对表实现对患者的交接及核对, 提高了择期手术患者从病房到手术室交接的准确率和效率。

**1.1.2 建立手术相关压疮信息化管理系统, 提高手术室护士压疮风险评估的准确性** 调查显示手术相关压疮的发生率高达 14.3%~23.9%, 压疮一旦发生, 不仅增加患者痛苦和医疗费用, 影响术后恢复, 延长住院时间, 且其发生率也是评价手术室护理质量的重要指标之一<sup>[6-7]</sup>。因此手术相关压疮风险的准确评估对提高手术室护理质量和确保患者安全至关重要。Alvey 等<sup>[8]</sup>通过临床决策系统评估和记录患者的压疮, 该系统包含各期压疮位置、深度、颜色和特性的选项, 为护士评估工作提供方便, 结果显示, 该系统的应用提高了护士对压疮风险评估的准确性。黄维健等<sup>[9]</sup>基于计算机数据存储技术, 实现手术患者信息在手术室护士站的高度集成, 通过终端掌控电脑实现对患者全程、动态的无缝隙压疮风险评估, 从而提高了手术室护士压疮风险评估的准确率, 规范手术室护士在压疮预防方面的护理行为。

**1.1.3 构建信息化手术室病理标本管理系统, 提高标本标记正确率** 病理标本是手术患者术后治疗方案的重要依据, 随着大量病理标本的产生, 标本丢失及标记错误的风险增加, 严重影响患者的明确诊断和及时治疗, 而提高标本标记正确率是保证患者安全的有效措施。有研究报道, 手术病理标本管理缺陷中大部分为手术标本标签错误, 其中患者姓名错误占 73%, 标记部位错误占 18%, 而标本标记正确与否, 与患者的识别码或姓名相关, 因此该研究者建议将条码和射频芯片等新技术应用到手术标本管理中, 以降低手术标本标记错误发生率<sup>[10]</sup>。普鹰等<sup>[11]</sup>研究显示, 通过医院信息系统采用电子化病理信息录入、二维码打印等信息化病理标本管理和送检流程, 申请单正确率由原来的 77.1% 提高至 100%, 标签准确率由 93.45% 提高至 100%, 接收时间缩短 7 min。由此可见, 构建信息化手术室病理标本管理系统可以有效避免医疗差错和延误治疗, 保护患者安全, 提高护士工作效率。

### 1.2 手术室用物及仪器设备管理

**1.2.1 通过物联网和信息化条形码技术提高高值耗材配送及管理效率** 优质、高效、低耗的物品管理是手术室质量管理的重点<sup>[12]</sup>。传统手术室二级库房多

作者单位: 中南大学 1. 湘雅护理学院 2. 湘雅二医院(湖南 长沙, 410013)

孔珊珊: 女, 硕士在读, 护士

通信作者: 邓露, csdenglul026@csu.edu.cn

收稿: 2018-09-17; 修回: 2018-10-25

以人员管理为主,但由于盘存耗材费时以及临时耗材的不确定性,致使库房管理护士工作量较重,巡回护士往返二级库房的次数增加,为手术室护理工作带来不便。随着信息化技术的发展,手术室管理模式从人工化趋于智能化。为实现货物配送的信息化、自动化、智能化,高兴莲等<sup>[13]</sup>利用物联网技术设计用于配送高值耗材的货柜型机器人、药品配送的抽屉型机器人以及配送供应室与手术间器械和包布类物品的托车型机器人。该机器人的优点在于全程自动化,无人驾驶,自动充电,可实现实时追踪且不受加班时间的限制,有效缩短了耗材申领时间,减少护士往返二级库房的次数,实现手术室高值耗材精准配送,提高高值耗材配送管理效率。周革霞等<sup>[14]</sup>基于信息化条形码管理流程实现对手术室植入类高值耗材的有效管理。因此,信息化技术可以提高高值耗材配送及管理效率。

**1.2.2 建立信息数据库提高手术室术前用物准备的准确率和效率** 术前用物准备是手术室护士的基础工作,术前用物准备不及时或不充分会降低首台手术准点率,增加接台手术的间隔时间,因此准确、及时、个性化的用物准备是提高手术室运行效率的关键。付丽明等<sup>[12]</sup>运用电子信息化技术将收集到的各手术专科的术前物品资料制作成电子数据库,其应用有效提高了护士备物准确率,缩短了术前用物准备时间,减少护士往返添置术中物品的次数。也有研究将提交的电子手术通知系统与术前用物数据库相关联,自动匹配所需物品,术前由供应部护士集中配送到各个手术间,结果显示术前用物准备的平均时间由 15.1 min 降低至 5.2 min,术前用物准备缺陷频次由 4.2 降至 2.0<sup>[15]</sup>。因此信息数据库可以提高术前用物准备的准确率和效率。但手术包内器械配置和用物组织方面仍存在缺陷,术中物品浪费较为严重,有研究报道,在手术过程中,81%的手术器械没有使用,33%的一次性耗材没有使用<sup>[16]</sup>。这些数据表明,信息化技术在手术室术前用物准备方面的应用仅局限于纸质化到电子化的转换,没有充分利用信息化技术对数据深度挖掘并形成数据决策支持系统,根据手术需求提供精准且高度匹配的手术器械及用物,提高其利用率。

**1.2.3 应用信息化技术实现手术室护士对医疗设备的安全管理和追踪** 保证仪器设备安全、可靠、有效工作,是手术室护理质量管理的一项重要任务,且仪器设备的正常运转与手术成功率密切相关。武玲玉等<sup>[17]</sup>以 SQL Server、Microsoft Visual C 等数据库作为平台建立 Windows 操作系统,同时在手术室建立物品及设备的识别系统,利用射频识别技术管理系统的分析和识别功能,实现手术室物品及设备的安全管理和追踪。王成跃<sup>[18]</sup>基于 Access 数据库构建手术室医疗设备管理系统,该系统具有信息存储和输出、数

据查询和分析功能,可协助护士高效管理和追踪手术室医疗设备。蒋佳男等<sup>[19]</sup>将二维编码软件与仪器设备管理系统对接,利用二维码存储信息原理,对手术室中仪器进行管理,为优化管理流程、数据统计和仪器跟踪提供了有价值的依据,为手术室设备管理提供了极大的方便。

**1.2.4 应用人工智能技术有效识别手术室监测仪器报警系统的虚假警报** 手术室监测仪器在围术期危重患者中广泛应用,其报警系统的频繁误报不仅对患者和医护人员造成困扰,且与患者的安全以及护理的有效性息息相关。高的虚警率可能会导致医务人员对警报产生脱敏反应,一旦医护人员对警报的敏感性降低,将对患者生命造成严重危害<sup>[20]</sup>。研究表明,患者和医护人员每天可能接收 700 个生理监测的警报,其误报率高达 80%~90%<sup>[21]</sup>。Borges 等<sup>[22]</sup>将心率变异性指数、贝叶斯推理、神经网络、模糊逻辑等方法应用到心电、动脉血压等监测仪器中,结果显示,以上人工智能技术可以有效识别虚假警报,其中神经网络的识别率最高为 92.5%。余炜等<sup>[23]</sup>基于遗传算法研制实时智能麻醉监测报警系统,该系统不仅可以提高报警系统的精准性,且能够提供足够的诊断支持。人工智能技术可以有效识别虚假警报,提高监测仪器的精准性,辅助手术室医护人员决策诊断。

### 1.3 护士管理

**1.3.1 应用信息化技术优化手术室人力资源管理** 护理人力资源的有效利用是当前医院改革的重要内容,特别是在信息时代、知识经济时代最重要的就是人力资源管理。有数据显示,2016 年与 2012 年相比手术间数量、人员的岗位管理和管理模式等方面虽有不同程度的提高和改进,但手术室护士数量仍欠缺<sup>[24]</sup>。因此提高护士工作效率,优化手术室人员配置就显得尤为重要。陈黎明等<sup>[25]</sup>研发具有人机交互智能化功能特点的临床护理决策支持系统,有效指导护士工作,提高护士的工作效率。王曾妍等<sup>[26]</sup>基于可视化程序设计思想,以 Oracle 数据库为基础平台,并与医院 HIS 对接,构建手术室人事管理系统,以动态网页技术在各终端上实现数据输入、查询以及修改等功能,优化了手术室护理人力资源管理,可减少手术室人力资源浪费,提高手术室人事管理效率。

**1.3.2 通过网络技术加强手术室护士的业务学习** 良好的培训和教育对维持手术室安全及高效运转至关重要,不仅可以为患者提供安全优质的护理,也可促进护士自身职业发展,加快护士对新环境的融入<sup>[27]</sup>。目前网络教学已成为护理教育的一种趋势,研究表明,80.9%的护士认为网络教学方式可以满足学习要求<sup>[28]</sup>。国外学者将专家决策支持系统应用到护士教育中,以不断更新护士的临床知识,帮助护士将理论转化为实践<sup>[29]</sup>。魏春苗等<sup>[30]</sup>基于互联网+应用技术平台,建立手术室护士教育工具——大家社区

App,并取得良好成效,且提高了手术医生的满意度。信息化技术的应用为护士提供了碎片化、交互性的学习方式,使护士学习的灵活性得以提高,且实现学习进度的实时追踪,方便调整学习计划,增强护士学习的积极性。

**1.4 应用互联网技术优化手术间调度** 合理的应急救援手术调度可有效减少突发事件人员伤亡的发生率。Saremi等<sup>[31]</sup>基于仿真技术,构建手术调度的优化方法,旨在减少患者等待时间、手术时间及手术取消台次。赵亮等<sup>[32]</sup>借助计算机系统的数字协同优化手术间调度,应用该技术后使全院手术增长率达到30.8%。Saadouli等<sup>[33]</sup>建立混合整数规划模型来优化手术间调度,并通过考虑离散事件仿真验证模型有效性,结果显示该模型可以优化手术间调度,提高手术运行效率和患者满意度。但同时也存在相关问题与困惑:①多数研究仅将纸质管理转化到电子系统,没有对已有数据深度挖掘,只是在提高物品管理效率的同时,对手术器械包进行结构调整,以降低术中用物的浪费。②手术室信息化管理模式面临不同程度的“信息孤岛”问题,未将信息整合形成全面、综合的大数据平台,从而限制信息化技术在手术室智能信息化管理的应用。有学者表明,信息化技术就像人类的助手,帮助人们高效完成工作,而我们真正面临的问题是护理数字化<sup>[34]</sup>。③在引进信息化技术时应考虑经济效益和社会效益。④综合型人才的欠缺是制约手术室智能化管理的一大原因。护士不仅仅是护理信息系统的用户,越来越多的护士正在成为新应用的设计者与开发者。但国内护士对信息化系统认识不足,护理信息化教育比较滞后。因此加强手术室护士信息化教育至关重要。

## 2 未来发展趋势

**2.1 建立全面、综合的手术室大数据平台,充分利用人工智能对数据深度挖掘**

**2.1.1 建立医护一体化、病房和手术室相联通的大数据平台** 在手术室护理领域,大多数数据为非结构化数据和半结构化数据,且手术室作为一个综合性科室,与外科多个病房存在患者的交叉和延续护理现象,单一方面的信息化管理系统难以充分利用数据的价值。人工智能中的机器学习和非结构化数据的自然语言处理技术可有效分析半结构化数据和非结构化数据。因此,应将智能化信息技术引进到手术室管理中,建立以人工智能为核心的大数据平台,实现医护信息管理系统的一体化,并将病房信息管理系统和手术室信息管理系统相联通,避免“信息孤岛”的形成,充分整合手术室相关数据,为智能信息化手术室的快速发展提供基础。

**2.1.2 大数据的动态更新和深度学习** 数据挖掘是计算机科学和统计学的一个交叉领域,用来发现大量数据信息的模式,数据挖掘的主要目的是从数据的档

案中提取有用信息,并将其塑造成一个可理解的结构,以便将来使用,成功地进行数据挖掘有不同的过程和技术<sup>[35]</sup>。目前,护理领域数据的存储和分析尚处于人工智能的初级阶段,非结构化数据和半结构化数据的涌现未得到充分分析和利用,且研究表明患者无自身医疗记录的访问权限,且不知道这些数据的真实价值<sup>[36]</sup>。建议可开发基于人工智能的移动终端,将大数据平台与数据终端相连,实现数据动态存储。这既方便患者访问,也利于护士通过数据库的实时更新实现对患者的动态监护,如术前访视、术后随访等。护理记录中的半结构化数据和非结构化数据可通过可视化技术、模糊逻辑、神经网络、机器学习等技术分析发现数据的隐藏关联或序列,以可视化的形式展现数据的变化趋势,预测数据之间关系,给出预测结果,并根据患者已出现或即将出现的临床问题,协助护士为患者制定合理的护理措施或预防方案。

**2.1.3 全程信息化追溯,确保数据的可信性和完整性** 通过集成数据平台,形成护理动态管理链条,可查询各个系统汇总数据的详细条目,避免信息采集错误以及在传输过程中失真,以致形成错误结果而影响护士的临床决策。同时确保数据的完整性,密码学中数字签名和消息鉴别技术可以用于验证数据的完整性<sup>[37]</sup>。

**2.2 培养综合型人才,构建数字一体化智能信息化手术室** 数字一体化手术室包括影像管理系统、集中控制系统、存储系统、交互式示教系统,其构建需要设备科、信息科、基建科、影像科等多科室联合的综合系统工程,但多数系统的设计者不懂护理学以及医学知识,致使先进的信息化技术在手术室的应用有所限制,不利于数字一体化手术室的构建。护理信息化是一门综合学科,包括护理学、计算机学及信息科学,用于识别、收集、加工和管理数据和信息,以支持护理实践、管理、教育、研究及护理知识的扩展<sup>[38]</sup>。McCormick<sup>[39]</sup>指出,护理信息化是未来发展的趋势,护理教育者应注重护理信息化这一学科的发展,护士应致力于开发新的适用于护理专业的临床实践软件,以满足护理学科发展对大量数据的需求。因此,应引进综合型人才,加大护士信息化教育力度,注重对护理信息化系统的理论和操作培训,以提高护士综合素质,构建更适合护士使用和管理的数字一体化手术室。

**2.3 建立信息防护系统,加强患者信息安全保护** 患者信息安全不仅包括个人隐私,也包括数据存储、分析、传输过程中的泄露,所以保护患者信息安全的核心任务是个人隐私保护和计算机环境安全保护。关于患者隐私的原始数据应进行加密处理,设置访问权限,并制定应急预案,一旦出现数据泄露,医护人员可根据应急预案及时应对;同时应保证数据传输过程的安全,加强数据库之间的接口管控,并对其进行监控和定期评估,采用安全通信协议传输数据,建立信

息防控系统,以确保数据传输过程安全。

**2.4 引进信息化技术的同时纳入成本效益和社会价值** 信息化技术的发展离不开先进的软件和硬件系统,这些技术的实现均需耗费大量的财力,且后期维护费用较高,如机器人手术系统,机器人手术相关费用较高且未纳入医保,机器人在购买审批方面也有严格的配额制度,后期维护需要耗费人力和财力,导致其在国内应用有所局限。因此,应做好经济把控,在成本效益大于社会价值时,寻求最适合的发展模式,如优化管理制度、注重护士知识培养与职业发展、提高护士实践技能等,从而提高手术室服务质量,促进手术室的发展。

### 3 小结

信息化技术的快速发展为手术室的智能化管理带来了前所未有的机遇,也给开发者、使用者和监管者带来挑战,如何抓住机遇迎接挑战是手术室护士应该关注的问题。本文对信息化技术在手术室的应用进行阐述,总结信息化技术在手术室管理中存在的问题和应对策略,提出构建数字一体化手术室智能信息管理系统框架,旨在为智能信息化手术室的发展提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 曹勃,白晓霞,程宗燕.基于多信息系统协作网络的手术室管理[J].中华护理教育,2017,14(11):811-814.
- [2] Robinson H, MacDonald B, Broadbent E. The role of healthcare robots for older people at home;a review[J]. Int J Soc Robot,2014,6(4):575-591.
- [3] 刘艳玲,陈梅先,刘琳,等.手术患者转运交接管理系统的应用研究[J].中华护理教育,2016,13(8):575-577.
- [4] 魏革,窦建洪,刘晓辉,等.手术室移动护理信息系统的设计与应用[J].中华护理杂志,2015,50(2):198-200.
- [5] Münter K H, Muller T P, Pstergaard D, et al. Implementation of an electronic checklist to improve patient handover from ward to operating room[J]. J Patient Saf, 2017. doi:10.1097/PTS.0000000000000289.
- [6] 郭月,余云红,赵体玉.手术室患者压疮临床特点的回顾性分析[J].护理学杂志,2014,29(24):36-39.
- [7] Slowikowski G C, Funk M. Factors associated with pressure ulcers in patients in a surgical intensive care unit[J]. J Wound Ostomy Continence Nurs,2010,37(6):619-626.
- [8] Alvey B, Hennen N, Heard H. Improving accuracy of pressure ulcer staging and documentation using a computerized clinical decision support system[J]. J Wound Ostomy Continence Nurs,2012,39(6):607-612.
- [9] 黄维健,曲华,丛超,等.手术相关压疮信息管理系统的设计及临床应用[J].中华护理杂志,2016,51(10):1204-1207.
- [10] Layfield L J, Anderson G M. Specimen labeling errors in surgical pathology[J]. Am J Clin Pathol,2010,134(3):466-470.
- [11] 普鹰,阮祺,吴遐,等.基于信息化手术室病理标本管理及送检流程优化[J].解放军医院管理杂志,2016,23(10):917-919.
- [12] 付丽明,邱小雪,邓水珠,等.信息化管理在手术前物品

- 准备中的应用[J].中国护理管理,2016,16(7):956-959.
- [13] 高兴莲,苏法安,谭小珏,等.物流机器人在手术室高值耗材配送管理中的应用及效果评价[J].中华护理杂志,2017,52(9):1052-1054.
- [14] 周革霞,占莉琳,章爱群,等.手术室植入类高值耗材条形码管理流程的改进[J].中华护理杂志,2017,52(4):422-425.
- [15] 叶凤清,黎金环,杨天喜,等.物品供应流程再造在手术室术前物品准备中的应用[J].现代临床护理,2015,16(4):52-54.
- [16] Mhlaba J M, Langerman A, Alverdy J. Surgical instruments, supplies and efficiency in the operating room[J]. J Surg Res,2014,186(2):605.
- [17] 武玲玉,阳莉萍,杨娥玲.基于 RFID 技术实现手术室智能化管理系统的临床应用[J].牡丹江医学院学报,2015,36(2):96-97.
- [18] 王成跃.基于 Access 数据库手术室医疗设备管理系统的设计与实现[J].中国医疗设备,2015,30(11):92-94.
- [19] 蒋佳男,王必超,冯善武,等. QR 二维码在手术室贵重仪器管理中的应用[J].海南医学,2015,26(7):1091-1092.
- [20] Borowski M, Siebig S, Wrede C, et al. Reducing false alarms of intensive care online-monitoring systems: an evaluation of two signal extraction algorithms[J]. Comput Math Methods Med, 2011. doi: 10.1155/2011/143480.
- [21] Cvach M. Monitor alarm fatigue: an integrative review [J]. Biomed Instrum Technol,2012,46(4):268-277.
- [22] Borges G, Brusamarello V. Sensor fusion methods for reducing false alarms in heart rate monitoring[J]. J Clin Monit Comput,2016,30(6):859-867.
- [23] 余炜,曾孝平.麻醉术中绝对血容量不足临床监测告警系统的设计[J].重庆大学学报,2011,34(8):43-47.
- [24] 郭莉,米湘琦,陈肖敏,等.全国 2039 所医院手术室人力资源管理现状调查[J].中国护理管理,2017,17(8):1014-1019.
- [25] 陈黎明,卞丽芳,冯志仙.基于护理电子病历的临床决策支持系统的设计与应用[J].中华护理杂志,2014,49(9):1075-1079.
- [26] 王曾妍,李桂陵,高兴莲.信息管理系统在手术室护理人力资源优化中的应用[J].护理学杂志,2016,31(6):11-13.
- [27] Mellinger E. Orientation and onboarding processes for the experienced perioperative RN[J]. AORN J,2013,98(4):C5-C6.
- [28] 田京京,张立力,纪翠红,等.护理人员对网络学习及教学模式的需求调查[J].护理学杂志,2011,26(1):44-46.
- [29] Tangui H, Hattori K, Matsuyama T, et al. Introduction of a support system for maternal nursing using the internet for nursing education[J]. Jpn J Med Inform,2000,20(5):385-391.
- [30] 魏春苗,穆燕,李成太.手机客户端在综合医院手术室护士培训中的应用[J].中华护理杂志,2016,57(7):827-831.
- [31] Saremi A, Jula P, Elmekawy T, et al. Appointment scheduling of outpatient surgical services in a multistage operating room department[J]. Int J Prod Econ,2013,141(2):646-658.
- [32] 赵亮,金昌晓,乔杰.基于数学优化的手术室调度研究