

加速康复外科在结直肠手术中的范式演进与未来展望

杨 川, 王 强*

内蒙古民族大学第二临床医学院(内蒙古林业总医院), 内蒙古 牙克石

收稿日期: 2025年12月27日; 录用日期: 2026年1月21日; 发布日期: 2026年1月29日

摘 要

加速康复外科(ERAS)基于循证依据的多模式策略改善患者围手术期管理在结直肠外科领域取得显著成效。回顾ERAS在结直肠手术中的发展历程: 早期“快速通道”思想提出之后逐步构建和实施多学科合作, 进而发展成为融合风险分层与个体特征的“精准ERAS”阶段。文中重点介绍了术前预康复、微创手术联合目标导向液体治疗(GDFT)、术后多模式镇痛等循证医学改进, 并针对临床实践推广过程中常见问题进行了探讨; 未来加速康复外科(ERAS)将深度融合人工智能技术、移动医疗以及可穿戴设备等智能化工具, 推动围手术期管理模式不断向实时动态监测、精准个性干预和全流程闭环管理不断发展, 最终实现以患者安全为导向、治疗效率更高, 康复过程人性化的优质结局。

关键词

加速康复外科, 结直肠手术, 围手术期管理, 范式演进, 个体化医疗, 人工智能

The Paradigm Evolution and Future Perspectives of Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) in Colorectal Surgery

Chuan Yang, Qiang Wang*

Second Clinical Medical College of Inner Mongolia Minzu University (Inner Mongolia Forestry General Hospital), Yakeshi Inner Mongolia

Received: December 27, 2025; accepted: January 21, 2026; published: January 29, 2026

*通讯作者。

文章引用: 杨川, 王强. 加速康复外科在结直肠手术中的范式演进与未来展望[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 187-193.
DOI: 10.12677/acm.2026.162378

Abstract

The evidence-based multimodal strategy of Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) has achieved remarkable results in improving perioperative management of patients in the field of colorectal surgery. Looking back on the development of ERAS in colorectal surgery: After the early “fast track” concept was proposed, multidisciplinary cooperation was gradually constructed and implemented, and then it developed into the “precise ERAS” stage that integrates risk stratification and individual characteristics. This article mainly introduces the evidence-based medical improvements such as preoperative pre-rehabilitation, minimally invasive surgery combined with goal-directed fluid therapy (GDFT), and postoperative multimodal analgesia, and discusses the common problems in the process of clinical practice promotion. In the future, Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) will deeply integrate intelligent tools such as artificial intelligence technology, mobile healthcare, and wearable devices, promoting the continuous development of perioperative management models towards real-time dynamic monitoring, precise personalized intervention, and full-process closed-loop management. Ultimately, it aims to achieve a high-quality outcome oriented towards patient safety, with higher treatment efficiency and a humanized rehabilitation process.

Keywords

Enhanced Recovery after Surgery, Colorectal Surgery, Perioperative Management, Paradigm Evolution, Individualized Medicine, Artificial Intelligence (AI)

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

加速康复外科(ERAS)作为一种围手术期管理模式,以患者为核心导向,以循证医学证据为支撑,采用多学科协作的方式开展。该模式的关键内涵在于,通过系统地优化围手术期的各类干预举措,最大程度地减轻患者生理及心理层面的创伤应激反应,最终实现缩短患者住院时间、降低并发症发生几率以及改善患者预后状况的目标[1]。加速康复外科所聚焦的核心,并非单纯地一味追求康复速度,而是着重强调生理层面与心理层面的协同性恢复,其本质在于以保障医疗安全作为基本前提,构建一种兼顾效率与质量的系统性实践策略[2]。结直肠外科作为最早推行增强康复外科(ERAS)理念且发展成熟度较高的领域之一,对该理念的应用可追溯至 20 世纪 90 年代[3]。鉴于结直肠手术具备涉及消化道重建、术后感染风险显著以及肠道功能恢复机制复杂等关键特性,该领域在围手术期管理方面所呈现出的特殊性与面临的挑战性尤为突出[4]。因此,在结直肠手术中深化 ERAS 术前宣教的质量控制,不仅能提升患者满意度和早期康复效果,还可为建立标准化、同质化的 ERAS 实施路径提供重要示范[5]。本文的主要研究目的是对 ERAS 在结直肠手术中发生的范式转变进行回顾,从“标准化路径的实施”转变为“个体化精准实践”,在对重要诊疗环节的优化证据和临床突破性进展,结合多学科协作方式、全周期闭环管理策略、新技术应用等方面的发展成果,对 ERAS 的未来趋势做出预判。ERAS 在结直肠手术中的成功,很大程度上依赖于标准化、多模式围手术期管理路径的形成和推广,以时间线为线索,统筹包括术前准备、术中操作和术后康复的一系列循证医学证据为基础的干预方式。

2. ERAS 在结直肠手术中的范式的演进历程

2.1. 理念萌芽与早期实践

加速康复外科(ERAS)这一理念,其源头可追溯至 20 世纪 90 年代中叶,由丹麦的外科医生 Henrik Kehlet 首次提出,并率先应用于结直肠手术的临床实践当中[6]。1995 年, Kehlet 团队在腹腔镜结肠切除术中探索“快速通道”围手术期管理方案,整合胸段硬膜外镇痛、免常规引流、术后早期肠内营养及活动等干预,以多模式协同减轻手术生理应激,且该研究表明,此方案可将住院时间缩短 2 天,未增加并发症与再入院率,患者满意度高,为 ERAS 多模式、循证理念形成奠定重要基础[7]。

2.2. 标准化路径的建立与普及

加速康复外科(Enhanced Recovery After Surgery, ERAS)理念在结直肠手术领域所取得的显著成效,在很大程度上归因于标准化、多模式围手术期管理路径的构建与全面推广。此路径以时间进程为关键线索,系统性地整合了包含术前准备、术中操作以及术后康复等各个阶段、基于循证医学证据的核心干预措施。

在术前阶段,所采取措施的重点在于对患者生理状态进行优化,并降低手术应激反应。术前康复作为一种重要手段,通过实施营养支持、运动训练以及心理干预等措施,能够有效提升患者的功能储备水平,它已被公认为增强加速康复外科(ERAS)方案依从性和提升其治疗效果的关键自适应策略[8]。2018 年版加速康复外科(ERAS)指南结合现有循证医学证据,明确不建议在择期结肠手术中常规应用机械性肠道准备;若临床中确需实施机械性肠道准备,可考虑在此基础上联合口服抗生素,以进一步降低手术部位感染的发生风险,但该推荐意见的证据质量等级较低,推荐强度偏弱;对于未实施肠道准备的患者,则不推荐常规口服抗生素[9]。术前碳水化合物负荷是另一项核心措施,旨在减轻胰岛素抵抗和手术应激。调查显示,美国约 87% 的结直肠 ERAS 项目常规实施此项措施,尽管对于糖尿病患者(尤其是胰岛素依赖型)的饮料类型(简单或复合碳水化合物)选择尚存差异与优化空间[10]。

在术中阶段,可将微创技术同精细化的生理调控措施进行有机结合。微创手术方式,以腹腔镜技术为代表,能够减少机体创伤、缓解患者疼痛以及促进术后恢复等显著优势,已然成为加速康复外科(ERAS)路径中的标准推荐术式[11]。目标导向液体治疗(GDFT)着重强调运用平衡晶体液开展个体化的容量管理,其目的在于在维持组织有效灌注的同时,可规避液体过负荷情况的发生,这一治疗理念作为达成 ERAS 共识的核心要点之一,具有重要的临床意义[12]。多模式镇痛策略是缓解患者术后疼痛、降低阿片类药物使用剂量的关键举措,该策略所涵盖的神经阻滞技术,例如硬膜外阻滞与腹横肌平面阻滞等,能够为患者提供有效的区域性镇痛效果,因而被纳入相关临床指南,以进一步优化疼痛控制方案[13]。

在术后阶段,促进患者功能恢复是治疗的关键。早实施 ERAS 方案,能够显著促进患者术后早期开展活动,以促进康复,在 2024 年国外相关研究数据显示,采用 ERAS 方案组的患者,在术后首次下床活动时间为 12.5 ± 3.4 小时,相比较于接受标准护理的患者组的 24.8 ± 4.1 小时大幅提前,此差异具有统计学意义($P < 0.001$) [14]。术后实施多模式镇痛,对于保障患者早期活动与进食至关重要,通常会联合使用对乙酰氨基酚、非甾体抗炎药物,必要时还会添加小剂量阿片类药物,以实现良好的镇痛效果[15]。

2.3. 优化、挑战与反思

随着各国研究证据的不断积累,ERAS 路径本身也在不断优化与持续更新当中。在这过程当中,对传统医疗措施中常规机械性肠道准备以及长时间术前禁食等做法的重新审视与评估显得尤为关键[16]。对于结肠手术而言,应避免采用常规机械性肠道准备措施但对于直肠手术可酌情考虑是否实施,若行肠道准备,目前关于联合口服抗生素的证据支持力度相对不足;与此同时,强烈建议缩短术前禁食时长,具体建议为允许患者麻醉前 2 小时饮用清饮料,且在术前 6 小时进食固体食物[17]。上述 ERAS 路径的更

新内容, 清晰地反映出临床实践推荐策略正从以往传统的“标准化”教条模式, 逐步向基于循证医学证据的“精准化”推荐模式转变与演进。

然而, 在实践应用过程中, 严格遵循“一刀切”式的标准化路径存在一定局限性。虽然 ERAS 的核心原则和许多干预措施具有广泛的适用性, 但 ERAS 协会强调, 在针对特定手术类型或患者群体制定相关指南时, 务必运用严谨的、基于循证医学的方法, 对每一个建议要素展开评估与优化, 从而保障其适用性与有效性[18]。不同患者个体在合并疾病、生理状态以及手术特异性等层面存在显著差异。这一点在不丹开展的研究中得到了印证——该研究虽纳入了伴有高血压、妊娠期糖尿病等合并症的患者, 但加速康复外科方案依旧能够安全施行, 并且显著缩短了患者的住院时长[19]。这表明, 在合理调整的基础上, 加速康复外科可适用于具备不同临床特征的患者群体。尽管加速康复外科属于一套标准化方案, 但当前学术领域正在深入探究如何在预康复阶段开展个体化干预措施, 以此提高患者对加速康复外科的整体遵循程度以及康复成效[20]。在未来的发展进程中, 应以坚守核心循证准则为基石, 深入探究怎样依据患者的表型特点、风险层级划分以及特定的手术类型, 对治疗策略予以精细化调整, 进而达成患者恢复成效的最优化。

3. 未来展望: 精准 ERAS 与智慧康复

3.1. 精准 ERAS 的核心内涵: 基于患者风险分层与表型的个性化方案

尽管加速康复外科的传统实施路径已实现标准化, 然而在结直肠手术领域, 仍存在患者依从性参差不齐以及“一刀切”式应用模式所带来的局限性[21]。ERAS 未来发展的关键方向在于实现精准化, 也就是要依据每一位患者的个体风险分层情况以及特定的临床表型特征, 为其量身定制围手术期的管理方案。相关研究结果表明, ERAS 协议的依从程度与患者的临床结局密切相关, 具体而言, ERAS 协议的依从率越高, 患者术后并发症的发生率以及住院时长均会呈现出显著降低的趋势, 这一研究结果充分提示了, 依据患者的实际情况对 ERAS 协议进行动态调整具有至关重要的意义[22]。精准化 ERAS 的有效实施, 首要前提是开展全面且细致的术前评估工作, 以老年结直肠癌患者为例, 对其进行衰弱状况的筛查与综合评估, 已被大量临床实践证实能够有效识别出那些术后发生并发症风险更高的患者群体, 基于这样的评估结果, 医护人员可以进一步指导患者开展针对性的预康复训练, 并制定合理的术后管理策略[23]。精准 ERAS 模式突破了传统以疾病为中心的单一干预模式, 转而采用整合患者生理储备、营养状况、心理因素等多维度表型信息的个性化干预策略, 从而精准匹配最为适宜且高效的康复路径, 从而促进患者术后快速康复, 提高医疗质量与患者满意度。

3.2. 技术赋能: 大数据与人工智能、移动医疗与可穿戴设备

人工智能与机器学习技术为加速康复外科(ERAS)的精准实施与动态调整提供了有力支撑。借助对海量患者数据的深度剖析, 人工智能算法可达成术中风险的实时预测、术后并发症的提前预警, 并助力制定契合个体特征的镇痛方案与康复规划[24]。在结直肠手术范畴内, 人工智能的应用已拓展至术前个体化治疗方案的拟定、临床决策的支持、并发症风险的评估以及手术结局与患者生存期的预测等多个层面[25]。机器学习模型具备从历史数据中挖掘关键信息的能力, 能够识别出对缩短患者住院时长、降低再入院率具有关键作用的核心 ERAS 要素, 例如早期下床活动以及多模式镇痛策略等, 进而为临床资源的合理配置提供指引[26]。此外, 基于患者预分类的实时质量控制手段, 通过持续监测患者的各项检测数据并运用预分类策略, 能够更早地察觉系统误差, 提升实验室数据的精准度, 为临床决策(涵盖围手术期管理)提供更为及时、精确的数据依据[27]。

移动医疗技术与可穿戴传感系统的协同演进, 正在将 ERAS 的监测半径从住院部延伸至居家场景,

实现连续性照护。具备多通道生理传感模块的穿戴式终端,可在无创条件下高频率采集心率、呼吸、皮温及运动参数,为术后心律失常、系统性炎症等潜在风险的早期识别提供实时数据支撑[28]。在结直肠外科领域,这些设备可用于远程监控患者术后的活动水平、疼痛评分及生理参数,既强化了患者对康复医嘱的执行度,也为并发症的提前预警与精准干预奠定了数据基础[29]。借鉴癫痫管理领域的经验,嵌入机器学习推理引擎的穿戴系统可将发作预测准确率提升[30],其技术可为监测结直肠术后患者状态提供参考。

尽管可穿戴设备与人工智能在医疗中展现出巨大潜力,其临床转化仍面临多重挑战。数据质量方面,运动伪影、传感器校准漂移及环境干扰会引入数据噪音,影响模型的可靠性,且隐私与安全风险突出,生理数据连续上传至云端或边缘节点时,易受到窃取或恶意攻击,需通过差分隐私、联邦学习及加密计算等技术加强保护[31]。误报率较高可能引发警报疲劳,增加医护人员负担,并导致不必要的临床干预[32]。此外,设备成本、电池续航、用户接受度以及临床验证的缺乏,均可能限制其在医疗系统中的大规模部署与经济可持续性[28]。因此,推动可穿戴医疗技术进入结直肠手术的常规临床路径,仍需在技术优化、法规协同与多学科合作层面持续努力。

3.3. 外延与深化: 应用场景拓展、质量持续改进

在人工智能与新兴技术深度融合的背景下,ERAS 范式已由择期手术扩展至多专科围术期全程管理;其通过抑制手术应激、稳态维持与功能重塑三大机制,实现干预方案的个体化与实时校正[33]。根据上述研究,后续研究亟需厘清循证验证的 ERAS 要素与 AI 算法的耦合路径,并针对不同术式构建可迁移的优化模型,以期进一步改善患者远期结局。

ERAS 路径的持久成效取决于系统化、可持续的质量改进体系。其中,“定义-测量-分析-改进-控制”(DMAIC)循环作为循证改进方法论,可在维持高依从性的同时实现流程动态优化[34]。日间化疗输液单元的流程再造实践表明,借助 DMAIC 框架可显著缩短候药时间并提升患者安全与满意度[35]。同样,该循环亦被用于甲状腺外科的卫生技术评估,为不同术式的比较提供了严谨的方法学平台[36]。综上,ERAS 协议已突破传统静态清单的局限,演变成一个依托审计反馈机制、新兴医学证据以及本院真实世界数据,持续进行迭代更新的自适应系统。

4. 总结

结直肠外科手术加速康复外科实践应用经历了一个较为深刻的范式转变,从概念上的创新突破、诊疗路径的规范化,最终向个体化、精准化、精准医疗实践的跨越。其演进不仅改善了患者围手术期的短期康复质量,也从根本上重构了以多学科协作为核心的围手术期管理体系。ERAS 在临床实践应用的规模化发展及预期效果的取得,依赖于循证医学指导干预策略,这些策略需要通过系统性整合、标准化操作流程来实现,而单一固化的“标准化操作流程”,难以在面对临床实践复杂动态性、患者个体差异性等特点时发挥有效作用。因此 ERAS 未来发展将围绕精准化与智能化协同开展,即整合人工智能算法、大数据挖掘技术与可穿戴监测设备等工具,实现患者风险因素动态评估、并发症早期识别预警、根据实时数据反馈设计个性化康复方案等,最终建立覆盖诊疗全过程的自适应调节能力的智能康复管理系统。值得注意的是,持续优化质量管控、促进多学科协作的整合模式,是提升结直肠外科诊疗质量、改善患者就医体验的重要支撑。

参考文献

- [1] 陈凛, 陈亚进, 董海龙, 等. 加速康复外科中国专家共识及路径管理指南(2018 版) [J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(1): 1-20.
- [2] 曹晖, 陈亚进, 顾小萍, 等. 中国加速康复外科临床实践指南(2021 版) [J]. 中国实用外科杂志, 2021, 41(9): 961-

- 992.
- [3] 陈国庆, 杨桦. 加速康复外科理念在结直肠外科中的应用[J]. 重庆医学, 2018, 47(16): 2113-2116.
 - [4] 蔡海娜, 陈玲, 陈益, 等. 加速康复外科全程化管理模式探索与实践[J]. 中国医院, 2025, 29(12): 119-121.
 - [5] 郭成佳, 陈俊勇, 程黎阳. 加速康复外科术前宣教及其质量控制 in 结直肠手术中的应用[J]. 消化肿瘤杂志(电子版), 2022, 14(2): 200-203+224.
 - [6] Jain, S.N., Lamture, Y. and Krishna, M. (2023) Enhanced Recovery after Surgery: Exploring the Advances and Strategies. *Cureus*, **15**, e47237. <https://doi.org/10.7759/cureus.47237>
 - [7] Elias, K.M. (2025) The Evolution of Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) in Gynecology: An Introduction. *Clinical Obstetrics & Gynecology*, **68**, 473-478. <https://doi.org/10.1097/grf.0000000000000964>
 - [8] Seyfried, S., Herrle, F., Téoule, P., Betzler, A. and Reissfelder, C. (2022) Patient-Tailored Approach for Enhanced Recovery after Surgery. *Visceral Medicine*, **38**, 322-327. <https://doi.org/10.1159/000526692>
 - [9] Gustafsson, U.O., Scott, M.J., Hubner, M., Nygren, J., Demartines, N., Francis, N., *et al.* (2019) Guidelines for Perioperative Care in Elective Colorectal Surgery: Enhanced Recovery after Surgery (ERAS[®]) Society Recommendations: 2018. *World Journal of Surgery*, **43**, 659-695. <https://doi.org/10.1007/s00268-018-4844-y>
 - [10] Singh, S.M., Liverpool, A., Romeiser, J.L., Miller, J.D., Thacker, J., Gan, T.J., *et al.* (2021) A U.S. Survey of Pre-Operative Carbohydrate-Containing Beverage Use in Colorectal Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Programs. *Perioperative Medicine*, **10**, Article No. 19. <https://doi.org/10.1186/s13741-021-00187-3>
 - [11] Irani, J.L., Hedrick, T.L., Miller, T.E., Lee, L., Steinhagen, E., Shogan, B.D., *et al.* (2023) Clinical Practice Guidelines for Enhanced Recovery after Colon and Rectal Surgery from the American Society of Colon and Rectal Surgeons and the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons. *Diseases of the Colon & Rectum*, **66**, 15-40. <https://doi.org/10.1097/dcr.0000000000002650>
 - [12] Powers, B.K., Ponder, H.L., Findley, R., Wolfe, R., Patel, G.P. and Parrish, R.H. (2024) Enhanced Recovery after Surgery (ERAS[®]) Society Abdominal and Thoracic Surgery Recommendations: A Systematic Review and Comparison of Guidelines for Perioperative and Pharmacotherapy Core Items. *World Journal of Surgery*, **48**, 509-523. <https://doi.org/10.1002/wjs.12101>
 - [13] Bordeianou, L. and Cavallaro, P. (2019) Implementation of an ERAS Pathway in Colorectal Surgery. *Clinics in Colon and Rectal Surgery*, **32**, 102-108. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1676474>
 - [14] Shah, A.A., Alnajib, A.M.A., Baldaniya, L., Hassan, H., Kaur, P., Sharma, R., *et al.* (2024) Investigating the Effectiveness of Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Protocols in Improving Postoperative Outcomes and Reducing Hospital Readmission Rates in Patients Undergoing Abdominal Surgery. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, **16**, S3534-S3537. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1044_24
 - [15] Hasil, L., Fenton, T.R., Ljungqvist, O. and Gillis, C. (2022) From Clinical Guidelines to Practice: The Nutrition Elements for Enhancing Recovery after Colorectal Surgery. *Nutrition in Clinical Practice*, **37**, 300-315. <https://doi.org/10.1002/ncp.10751>
 - [16] Blumenthal, R.N., Locke, A.R., Ben-Isy, N., Hasan, M.S., Wang, C., Belanger, M.J., *et al.* (2024) A Retrospective Comparison Trial Investigating Aggregate Length of Stay Post Implementation of Seven Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Protocols between 2015 and 2022. *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article 5847. <https://doi.org/10.3390/jcm13195847>
 - [17] Dong, J., Lei, Y., Wan, Y., Dong, P., Wang, Y., Liu, K., *et al.* (2024) Enhanced Recovery after Surgery from 1997 to 2022: A Bibliometric and Visual Analysis. *Updates in Surgery*, **76**, 1131-1150. <https://doi.org/10.1007/s13304-024-01764-z>
 - [18] Brindle, M., Nelson, G., Lobo, D.N., Ljungqvist, O. and Gustafsson, U.O. (2020) Recommendations from the ERAS[®] Society for Standards for the Development of Enhanced Recovery after Surgery Guidelines. *BJS Open*, **4**, 157-163. <https://doi.org/10.1002/bjs5.50238>
 - [19] Tamang, T., Wangchuk, T., Zangmo, C., Wangmo, T. and Tshomo, K. (2021) The Successful Implementation of the Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Program among Caesarean Deliveries in Bhutan to Reduce the Postoperative Length of Hospital Stay. *BMC Pregnancy and Childbirth*, **21**, Article No. 637. <https://doi.org/10.1186/s12884-021-04105-9>
 - [20] Weimann, A., Bezmarevic, M., Braga, M., Correia, M.I.T.D., Funk-Debleds, P., Gianotti, L., *et al.* (2025) ESPEN Guideline on Clinical Nutrition in Surgery—Update 2025. *Clinical Nutrition*, **53**, 222-261. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2025.08.029>
 - [21] Özbay, T., Şanlı, D. and Springer, J.E. (2024) An Investigation on the Compliance of Perioperative Practices Using ERAS Protocols and Barriers to the Implementation of the ERAS Protocols in Colorectal Surgery. *Acta Chirurgica Belgica*, **124**, 396-405. <https://doi.org/10.1080/00015458.2024.2327813>

-
- [22] Sato, H., Ota, H., Munakata, K., Matsuura, Y., Fujii, M., Wada, N., *et al.* (2023) Perioperative Fluid Management Influences Complication Rates and Length of Hospital Stay in the Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Protocol for Patients with Colorectal Cancer. *Surgery Today*, 53, 242-251. <https://doi.org/10.1007/s00595-022-02568-7>
 - [23] Cappe, M., Laterre, P. and Dechamps, M. (2023) Preoperative Frailty Screening, Assessment and Management. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 36, 83-88. <https://doi.org/10.1097/aco.0000000000001221>
 - [24] Zain, Z., Almadhoun, M.K.I.K., Alsadoun, L. and Bokhari, S.F.H. (2024) Leveraging Artificial Intelligence and Machine Learning to Optimize Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Protocols. *Cureus*, 16, e56668. <https://doi.org/10.7759/cureus.56668>
 - [25] Spinelli, A., Carrano, F.M., Laino, M.E., Andreozzi, M., Kolet, G., Hassan, C., *et al.* (2023) Artificial Intelligence in Colorectal Surgery: An AI-Powered Systematic Review. *Techniques in Coloproctology*, 27, 615-629. <https://doi.org/10.1007/s10151-023-02772-8>
 - [26] Olson, K.A., Fleming, R.Y.D., Fox, A.W., Grimes, A.E., Mohiuddin, S.S., Robertson, H.T., *et al.* (2020) The Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Elements That Most Greatly Impact Length of Stay and Readmission. *The American Surgeon*, 87, 473-479. <https://doi.org/10.1177/0003134820951440>
 - [27] Man, D., Mu, R., Zhang, K., Zhou, Z. and Kang, H. (2023) Patient-Based Pre-Classified Real-Time Quality Control (PCRTQC). *Clinica Chimica Acta*, 549, Article 117562. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2023.117562>
 - [28] Babu, M., Lautman, Z., Lin, X., Sobota, M.H.B. and Snyder, M.P. (2024) Wearable Devices: Implications for Precision Medicine and the Future of Health Care. *Annual Review of Medicine*, 75, 401-415. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-052422-020437>
 - [29] Beg, S., Handa, M., Shukla, R., Rahman, M., Almalki, W.H., Afzal, O., *et al.* (2022) Wearable Smart Devices in Cancer Diagnosis and Remote Clinical Trial Monitoring: Transforming the Healthcare Applications. *Drug Discovery Today*, 27, Article 103314. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2022.06.014>
 - [30] Beniczky, S., Karoly, P., Nurse, E., Ryvlin, P. and Cook, M. (2021) Machine Learning and Wearable Devices of the Future. *Epilepsia*, 62, S116-S124. <https://doi.org/10.1111/epi.16555>
 - [31] Sabry, F., Eltaras, T., Labda, W., Alzoubi, K. and Malluhi, Q. (2022) Machine Learning for Healthcare Wearable Devices: The Big Picture. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022, Article ID: 4653923. <https://doi.org/10.1155/2022/4653923>
 - [32] Webster, C.S., Scheeren, T.W.L. and Wan, Y.I. (2022) Patient Monitoring, Wearable Devices, and the Healthcare Information Ecosystem. *British Journal of Anaesthesia*, 128, 756-758. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.02.034>
 - [33] Bignami, E., Leoni, B., Domenichetti, T., Panizzi, M., Diego, L.A. and Bellini, V. (2025) ERAS and the Challenge of the New Technologies. *Minerva Anestesiologica*, 91, 462-471. <https://doi.org/10.23736/s0375-9393.25.18746-4>
 - [34] Lavin, J.M. and Ida, J.B. (2022) Quality Improvement Methodology. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 55, 1301-1310. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2022.07.008>
 - [35] Mamballikalam, G., Davis, D. and Sabrish, K.G. (2023) Process Reengineering Using DMAIC Framework for Reduction of Waiting Time in Daycare Infusion Therapy for Better Patient Experience. *International Journal for Quality in Health Care*, 36, mzad111. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzad111>
 - [36] Ricciardi, C., Gubitosi, A., Vecchione, D., Cesarelli, G., De Nola, F., Ruggiero, R., *et al.* (2022) Comparing Two Approaches for Thyroidectomy: A Health Technology Assessment through DMAIC Cycle. *Healthcare*, 10, Article 124. <https://doi.org/10.3390/healthcare10010124>