

· 论 著 ·

基于心率变异度可视化分析加速康复外科策略对结直肠癌术后康复的影响

董艳平¹, 潘华峰¹, 江志伟¹, 段培蓓², 王琮¹, 程伟¹, 邵明月¹, 王海峰¹, 刘江¹, 王刚¹

1. 江苏省中医院普外科, 江苏 南京 210029; 2. 江苏省中医院护理部, 江苏 南京 210029

摘要: **目的** 寻找一种量化围术期创伤应激的智能方法,将围术期患者的应激状态及恢复过程数字化、可视化,从自主神经系统(ANS)角度分析加速康复外科(ERAS)策略促进患者快速康复的机制。**方法** 回顾性分析2020年2月至2022年5月在江苏省中医院行腹腔镜结直肠癌根治术的125例患者的临床资料,根据治疗方式分为ERAS组和对照组。应用倾向性评分匹配法(PSM)均衡组间协变量后共66例患者纳入本研究,各33例。对比两组住院天数、超敏C反应蛋白(hs-CRP)、心率变异度(HRV)各参数(SDNN、pNN50、LF/HF)及心率变异曲线变化情况。**结果** 两组入院当天hs-CRP、HRV各参数比较,差异无统计学意义($P>0.05$);ERAS组住院天数及术后hs-CRP均低于对照组($P<0.05$)。手术当天至术后4d HRV各参数两组对比差异有统计学意义($P<0.05$);ERAS组术后第4天HRV各参数与入院时对比差异无统计学意义($P>0.05$);对照组HRV各参数术后4d与入院时对比差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** ERAS策略可降低围术期应激水平,保护迷走神经功能;HRV是围术期创伤应激监测的可靠手段,无创、实时动态、可视化、可穿戴。

关键词: 加速康复外科; 围术期; 创伤应激反应; 结直肠癌; 心率变异度; 自主神经系统

中图分类号: R735 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2023)02-0166-06

Influence of enhanced recovery after surgery on postoperative rehabilitation of colorectal cancer based on heart rate variability visual analysis

DONG Yan-ping*, PAN Hua-feng, JIANG Zhi-wei, DUAN Pei-bei, WANG Qiong,

CHENG Wei, SHAO Ming-yue, WANG Hai-feng, LIU Jiang, WANG Gang

* Department of General Surgery, Jiangsu Province Hospital of Chinese Medicine, Nanjing, Jiangsu 210029, China

Corresponding author: PAN Hua-feng, E-mail: panhuafeng1986@aliyun.com

Abstract: Objective To find an intelligent method to quantify perioperative trauma stress, digitize and visualize perioperative patients' stress status and recovery process, and analyze the mechanism of enhanced recovery after surgery (ERAS) strategy to promote rapid recovery of patients from the perspective of autonomic nervous system (ANS). **Methods** The clinical data of 125 patients received laparoscopic radical resection of colorectal cancer in Jiangsu Province Hospital of Chinese Medicine from February 2020 to May 2022 were retrospectively analyzed. According to the treatment methods, they were divided into ERAS group and control group. A total of 66 patients were included in this study after propensity score matching (PSM) was used to equalize covariates between groups, with 33 patients in each group. The hospital stay, high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), HRV parameters (SDNN, pNN50, LF/HF) and the variation of heart rate curve were compared between two groups. **Results** There was no significant difference in hs-CRP and HRV parameters between the two groups on admission day ($P>0.05$). The hospital stay and postoperative hs-CRP in ERAS group were lower than those in control group ($P<0.05$). There were significant differences in HRV parameters between two groups from the day of operation to 4 days after operation ($P<0.05$). There was no significant difference between 4th day after operation and admission at parameters of HRV in ERAS group ($P>0.05$). The

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2023.02.002

基金项目: 江苏省中医药管理局重点项目(ZD201903); 江苏省中医院科技项目(Y20011)

通信作者: 潘华峰, E-mail: panhuafeng1986@aliyun.com

出版日期: 2023-02-20

difference between 4th day after operation and admission was significant at parameters of HRV in control group ($P < 0.05$). **Conclusion** ERAS can reduce perioperative traumatic stress and protect vagal nerve function. HRV is a reliable means of perioperative traumatic stress monitoring, which is non-invasive, real-time dynamic, visual and wearable.

Keywords: Enhanced recovery after surgery; Perioperative period; Traumatic stress response; Colorectal cancer; Heart rate variability; Autonomic nervous system

Fund program: Key Project of Jiangsu Provincial Administration of Chinese Medicine (ZD201903); Science and Technology Project of Jiangsu Provincial Hospital of Chinese Medicine (Y20011)

国际癌症研究中心 (IARC) 数据显示,2020 年全球新发癌症病例 1 930 万例,死亡病例近 1 000 万例,其中结直肠癌 (colorectal cancer, CRC) 发病率 (10.0%) 和死亡率 (9.4%) 分别位居第 3 位和第 2 位^[1]。目前结直肠癌治疗方式仍以外科手术治疗为主,但围手术期创伤应激会引起自主神经功能紊乱^[2],从而影响术后脏器功能恢复。加速康复外科 (enhanced recovery after surgery, ERAS) 是以循证医学证据为基础,通过外科、麻醉、护理、营养等多科室协作,对围手术期处理的路径予以优化,从而缓解围术期生理及心理应激反应,缩短住院时间,促进患者康复^[3-4]。也有文献认为 ERAS 促进术后康复的机制之一是有效保护了自主神经功能,但缺乏相应的证据支持^[5]。心率变异性 (heart rate variability, HRV) 指的是连续正常心跳之间时间间隔的差异,由 Hon 和 Lee 于 1965 年首次提出,是评估应激反应和自主神经功能的标准化方法,具有连续、客观、敏感、无创等优点^[6-7]。本课题旨在通过一种可持续监测 HRV 的穿戴式设备,将结直肠癌围术期应激状态及术后康复过程数字化可视化,以进一步证实 ERAS 在降低围术期应激水平和促进机体机能恢复中的作用。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2020 年 2 月至 2022 年 5 月期间江苏省中医院行腹腔镜结直肠癌根治术患者,根据治疗方式分为 ERAS 组及对照组。纳入标准:(1) 电子结肠镜组织病理学诊断为结直肠癌;(2) 30~79 岁;(3) 术前无心、脑、肺、肝、肾脏器合并症,无代谢类疾病,如高血压、心律失常、糖尿病等;(4) TNM 分期^[8]为 I~III 期;(5) 美国麻醉医师协会 (ASA) 分级 I~II 级。排除标准:(1) BMI < 17;(2) 术中联合脏器切除;(3) 肿瘤致肠梗阻或穿孔行急诊手术;(4) 术后出现感染、吻合口瘘等严重并发症。经筛选 133 例结直肠癌患者符合研究条件,进一步剔除因患者原因导致 HRV 监测断续 8 例,共 125

例患者纳入本研究,ERAS 组 71 例,对照组 54 例。本研究为自然状态下的回顾性研究,组间比较未有效排除年龄、性别等混杂因素的干扰。因此借助于倾向性得分匹配法 (propensity score matching, PSM) 以 1:1 匹配均衡组间协变量,结果 125 例结直肠癌中有 66 例匹配成功,各 33 例。匹配前后两组患者一般资料见表 1。本研究通过南京中医药大学附属医院医学伦理会审批 (伦理批号 2020NL-098-02)。

1.2 处理措施 两组患者围术期处理措施见表 2。

1.3 评价指标

1.3.1 HRV (1) HRV 监测工具:使用 TER010 穿戴式动态心电记录仪、TES010 穿戴式心电传感器和医疗监护系统 [苏械注准 20172210062,索思(苏州)医疗科技有限公司生产] 持续监测动态心电图。传感器为亲肤泡棉柔性贴片,无外在导联。监测前温水清洁心前区皮肤,待干后将装有动态心电记录仪 (芯片) 的传感器呈倒三角形贴于左锁骨下约 4 cm 处,外贴 IV3000 透明敷料 (10 cm × 12 cm) [国械注进 20162644490,施乐辉医用产品国际贸易(上海)有限公司生产] 保护。结束监测后取下传感器,检查并温水擦拭局部皮肤,将心电记录仪数据导入监护系统,系统软件分析心电图并将数据转换成 HRV 时域参数、频域参数等。所有受试者于入院时贴片至术后 4 h。(2) HRV 分析方法:本研究采用 HRV 最常用的线性分析法,包括时域分析 (time domain) 和频域分析 (frequency domain)。时域分析法是运用统计学离散趋势分析正常心率 RR 间距的变异情况,多用于描述 HRV 整体的大小。频域分析法是将随机变化的 RR 间期或瞬时心率信号分解为多种不同能量的频域成分进行分析,可以定量地描述交感神经和副交感神经对心率的调控作用^[9]。时域及频域参数包括低频成分 (low frequency, LF)、高频成分 (high frequency, HF) 等,排除无规律波动之参数后,本研究选用 SDNN、pNN50、LF/HF 分析,各参数数值为每日均值,其定义、临床意义及正常值^[10]。见表 3。

表1 两组患者一般临床资料比较

Tab. 1 Comparison of general clinical data between two groups

临床资料	匹配前				匹配后			
	ERAS组 (n=71)	对照组 (n=54)	t/ χ^2 值	P值	ERAS组 (n=33)	对照组 (n=33)	t/ χ^2 值	P值
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	56.4±9.9	61.7±7.8	3.225	0.002	60.2±7.9	60.8±7.6	0.302	0.763
性别(例)								
女	16	23	5.748	0.017	11	11	0.000	1.000
男	55	31			22	22		
BMI($\bar{x}\pm s$)	20.0±1.7	19.6±2.1	1.302	0.195	19.8±1.7	20.0±1.5	0.557	0.579
TNM分期(例)								
I期	9	10	3.811	0.149	8	7	0.110	0.946
II期	26	26			14	14		
III期	36	18			11	12		
手术部位(例)								
右半结肠	23	17	1.412	0.494	10	11	0.080	0.961
左半结肠	25	24			16	15		
直肠	23	13			7	7		

表2 两组患者围术期处理措施

Tab. 2 Perioperative treatment measures of two groups of patients

时间	ERAS组	对照组
术前	<ol style="list-style-type: none"> 1. 专职护士术前多模式宣教,让患者了解围术期治疗相关知识及术后康复过程,有针对性的宣教和指导,缓解紧张焦虑情绪 2. 全面筛查患者营养状态、心肺功能,常规营养风险筛查并积极营养支持治疗 3. 不常规行肠道准备 4. 口服碳水化合物饮品,术前10 h 饮用碳水化合物饮品800 ml,术前2 h 饮用≤400 ml 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不常规宣教术后康复过程,只做术前清洁卫生、禁食水、备皮等一般宣教 2. 存在严重营养风险的病人行肠内和/或肠外营养支持治疗,但患者营养状况不作为绝对手术禁忌证 3. 术前一晚灌肠或口服洗肠液,并反馈肠道准备情况 4. 术前常规禁食12 h,禁饮6 h
术中	<ol style="list-style-type: none"> 1. 术中在保障容量及血流动力学稳定的前提下,目标导向限制性补液,以减少组织水肿,促进术后肠功能的快速康复 2. 结直肠术中不常规置鼻胃管,根据术中情况选择腹腔引流管的种类和数量;导尿管在手术结束麻醉清醒前拔除,最迟不超过24 h 3. 术前(麻醉等待)、术中、术后(复苏室)集束化保温措施,预防低体温发生 4. 术中及术后多模式镇痛方案,加速康复麻醉及最佳镇痛技术强有力地减少疼痛应激 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 术中不绝对限制补液量,术后数天内常规静脉输注肠外营养液(三升袋) 2. 常规置鼻胃管、腹腔引流管、切口引流管、导尿管等,待肛门排气后拔除鼻胃管,引流液色质量恢复正常拔除腹腔引流管,术后1~2 d 拔除导尿管 3. 使用输液加温仪并将腹腔冲洗液加温至37℃等常规保温措施 4. 传统麻醉方式,术后48~72 h 内使用自控式镇痛泵持续静脉镇痛,常规输注非甾体类抗炎镇痛药,爆发痛时肌注布桂嗪等阿片类镇痛药物
术后	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提倡肠外及肠内营养结合,个性化液体治疗方案。清醒即可少量饮水,尽快恢复正常饮食,口服辅助营养是重要的营养补充方法 2. 鼓励患者术后早期下床活动,术后6 h 床边活动 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 术后常规禁食水,肛门排气后拔除胃管,从少量饮水、流质饮食逐渐过渡到半流质饮食;术后常规输注肠外营养 2. 根据患者自身状况,24 h 内床上活动,如踝泵运动、翻身等,之后根据疼痛耐受情况逐渐坐起、站立、床边走动

表3 HRV 各参数的定义、临床意义及正常值

Tab. 3 Definition, clinical significance and normal values of HRV parameters

指标	参数	定义	临床意义	正常值($\bar{x}\pm s$)
时域参数	SDNN (ms)	所有正常心跳RR间期的标准差	评估HRV总体大小	141.0±39.0
	pNN50 (%)	相邻NN间期之差>50 ms的个数/总正常心跳个数	反映副交感神经调节功能	16.7±12.3
频域参数	LF/HF	低频功率/高频功率	反映交感神经和副交感神经的平衡状态及交感神经调控	1.5~2.0

1.3.2 超敏C反应蛋白(high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP) 本研究分别于术前1天,术后第1、3天抽取静脉血检测hs-CRP。

1.4 统计学方法 采用SPSS 26.0软件分析数据。对倾向性评分匹配前的两组数据进行统计,得到两组间差异有统计学意义的协变量。ERAS组与对照组两组数据进行倾向性评分匹配,选用最近邻匹配法,设置卡钳值为0.02,按照ERAS组与对照组1:1进行匹配。数据中符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,用成组t检验比较两组间差异;不符合正态分布的计量资料采用M(P_{25}, P_{75})描述,应用Mann-Whitney U秩和检验比较两组间差异。计数资料采用例数描述,应用 χ^2 检验比较两组间差异。应用重复测量方差分析进行组内不同时间点差异。所有统计检验采用双侧检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组住院天数及hs-CRP比较 两组入院hs-

CRP 值差异无统计学意义 ($P>0.05$); ERAS 组住院天数、术后 1 d 及术后 3 d hs-CRP 均低于对照组, 差异有统计学意义 ($P<0.01$)。见表 4。

2.2 两组围术期 HRV 参数比较 入院时各参数对比差异无统计学意义 ($P>0.05$), 术前 1 d 至术后 4 d 两组对比差异有统计学意义 ($P<0.05$)。ERAS 组术后第 4 天 SDNN、pNN50、LF/HF 与入院时相比无统计学差异 ($P>0.05$)。对照组术后第 4 天 SDNN、

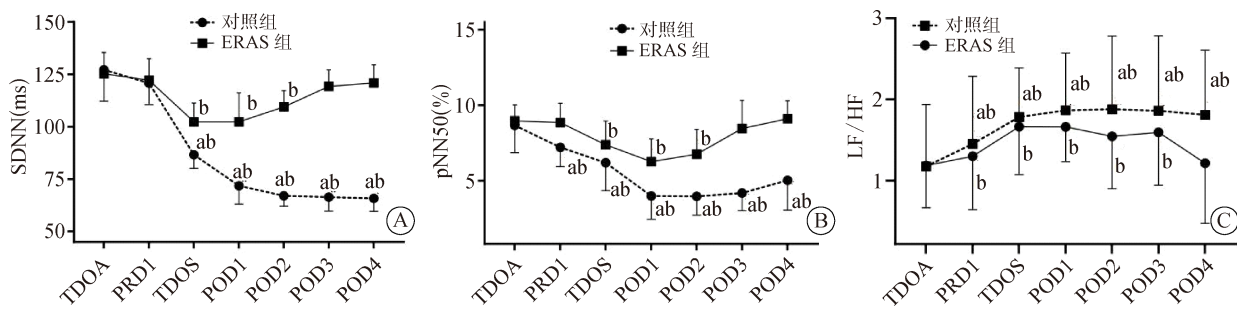
pNN50、LF/HF 与入院时相比差异有统计学意义 ($P<0.05$)。见图 1。

2.3 两组围术期心率变异图节律变化比较 心率变异图反映的是整体自主神经功能的变化, 正常情况下自主神经活性呈现夜升昼降的节律变化, 而围术期各种应激源冲击影响了自主神经昼夜节律。图 2 可见术前规整的节律变化在术后一段时间内消失了, ERAS 组能够较快地恢复。

表 4 两组患者住院天数、hs-CRP 水平对比 [$n=33, M(P_{25}, P_{75})$]

Tab. 4 Comparison of hospitalization days and hs-CRP between two groups [$n=33, M(P_{25}, P_{75})$]

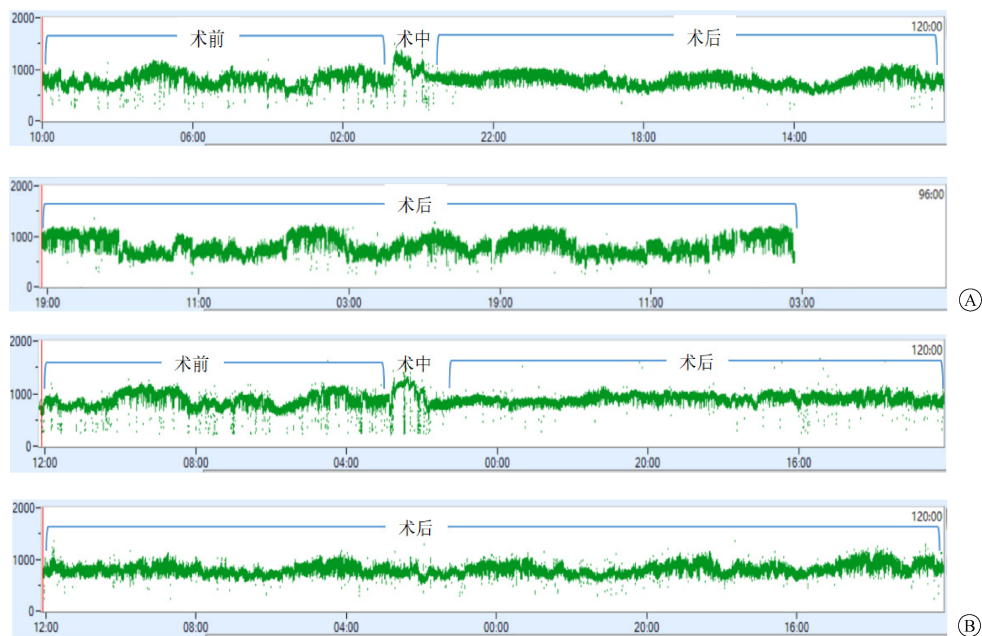
组别	住院天数(d)	hs-CRP(mg/L)		
		入院	术后 1 d	术后 3 d
ERAS 组	5.0(4.0, 5.0)	1.07(0.55, 2.85)	21.80(12.32, 36.31)	14.46(8.58, 22.90)
对照组	8.0(8.0, 10.0)	1.03(0.50, 2.17)	75.46(42.71, 104.30)	95.32(54.33, 137.68)
Z 值	7.060	0.428	4.751	4.777
P 值	<0.001	0.669	<0.001	<0.001



注: A 为 SDNN 变化趋势图, B 为 pNN50 变化趋势图, C 为 LF/HF 变化趋势图; TDOA 为入院当天, PRD1 为术前 1 d, TDOS 为手术当天, POD1 为术后 1 d, POD2 为术后 2 d, POD3 为术后 3 d, POD4 为术后 4 d; 与 ERAS 组对比, ^a $P<0.05$, 与 TDOA 对比, ^b $P<0.05$ 。

图 1 两组 HRV 各参数变化趋势图

Fig. 1 Trends of HRV parameters in two groups



注: A 为 ERAS 策略结肠癌患者围术期心率变异图; B 为传统方法结肠癌患者围术期心率变异图。

图 2 两组围术期心率变异图变化趋势对比图

Fig. 2 Comparison of the trend of HRV chart between two groups during perioperative period

3 讨论

ERAS策略对围术期交感神经系统和迷走神经系统具有双重调节功能。自主神经系统(ANS)是机体的主要稳态调节系统,参与恶性肿瘤的临床治疗全过程^[11]。ANS从功能上分为交感神经系统和副交感神经系统,其中交感神经为能量消耗型的活动神经,副交感神经为能量恢复型的休息神经,两者在彼此消长的动态过程中保持相对的平衡,以维持脏器功能处于最适宜的水平^[12]。围术期手术创伤导致交感应激反应,相应的迷走神经活动受到抑制。近几年,已有较多研究关注迷走神经功能保护对机体内稳态的重要性,甚至提出提升迷走神经活性能够抑制肿瘤细胞生长的推断^[13-14]。作为副交感神经系统主要承担者,迷走神经对保持内环境稳定及脏器功能的调控起着主导作用。本研究结果提示,ERAS术前、术中及术后多项举措不仅降低了围术期焦虑、恐惧、创伤、疼痛等交感应激反应,同时保护了迷走神经功能,加速了患者康复。

HRV利用持续不间断测量的特性捕捉到两组患者的LF/HF与入院时存在差异。LF/HF反映交感、副交感之间平衡状态及交感神经调控。有研究提出术前HRV异常主要是焦虑、恐惧等情绪变化造成的^[15]。Kim等^[16]通过Meta分析也明确了HRV可用于客观评估心理应激反应。术前慢性社会心理压力会导致神经内分泌系统紊乱,致使下丘脑-垂体-肾上腺轴(HPA轴)及交感神经系统功能异常、交感副交感系统失衡^[17]。ERAS术前多模式健康宣教,在一定程度上减少了心理应激,但HRV数据仍产生明显波动,这也指导了临床需采取更多有效的方式方法应对结直肠癌术前情绪应激。术中,ERAS采用腹腔镜、机器人微创手术方式将创伤应激降至最低;所实施的多模式镇痛方案不仅有效减轻疼痛,更大的价值在于降低了麻醉性镇痛药对迷走神经的抑制,使脏器功能更快恢复^[18];目标导向限制性补液可减轻肠道水肿,提高肠内屏障保护作用,降低心肺并发症,增强心脏对自主神经调控能力^[19];术中各项保温措施可减少机体冷刺激,避免低体温导致的机体内分泌代谢紊乱、交感神经亢奋带来的负面影响;不常规留置鼻胃管、腹腔引流管及导尿管(或术后早期拔除),可提高患者舒适度,促使患者早期下床活动,维持平稳的呼吸、心跳节律。从HRV监测数据来看,两组LF/HF即交感神经活性在术前1d及术后2d最为兴奋,手术当天尤其明显,代表整体自主神经活性的SDNN

及迷走神经活性的pNN50则相反,这提示了临床应对结直肠癌围术期应激的重心所在。

全程营养支持是ERAS重要理念。传统手术术前常规禁食水12h,患者长时间忍受饥饿和口渴,增加了生理应激和焦虑情绪;而ERAS则给予碳水口服。研究表明术前营养支持不仅提供给机体足够的能量对抗手术应激,摄入的葡萄糖还能够增加迷走神经细胞膜内外电位差,提升放电频率^[20]。术后提倡早期经口进食,减少了禁食导致的胃酸对胃黏膜的刺激,有利于保持情绪稳定,同时食物中的富脂质物质可参与激活迷走抗炎途径,减轻胃肠道和全身的炎症反应,保护自主神经功能,使胃肠功能快速恢复^[21-23]。另外,本研究hs-CRP变化趋势与LF/HF相似,再次证实围术期创伤应激与炎症免疫反应密切相关^[18,24]。本研究结果ERAS组术后3~4dHRV各参数基本恢复至术前水平,这与Haase等^[2]的研究结果一致。术后5d左右出院,机体康复与自主神经恢复同步,较传统手术大幅度缩短了住院时间。图2清晰的展示了不同处理措施下结直肠癌患者围术期自主神经功能昼夜节律恢复的情况,ERAS组术后自主神经节律较对照组提前恢复,对比显而易见。

综上所述,HRV能够量化交感神经及迷走神经活性,为ERAS减轻围术期应激水平、促进康复提供了强有力的数据支持。同时,基于本研究结果:术后迷走神经功能(pNN50)的恢复与机体康复过程高度一致,因此HRV将指导临床探索更多更有效的治疗手段提升迷走神经功能,以促进患者更快康复。

利益冲突 无

参考文献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] Haase O, Langelotz C, Scharfenberg M, et al. Reduction of heart rate variability after colorectal resections[J]. Langenbecks Arch Surg, 2012, 397(5): 793-799.
- [3] 中华医学会外科学分会,中华医学会麻醉学分会.加速康复外科中国专家共识暨路径管理指南(2018)[J].中华麻醉学杂志, 2018, 38(1): 8-13. Chinese Society of Surgery Chinese Society of Anesthesiology, Chinese Society of Surgery Chinese Society of Anesthesiology. Consensus on ERAS and guidelines for pathway management in China (2018) [J]. Chin J Anesthesiol, 2018, 38(1): 8-13.
- [4] 安康,安娜,刘玮,等.加速康复外科联合针刺对结直肠癌术后肠

- 道功能恢复的影响[J]. 中国临床研究, 2022, 35(11): 1570-1573.
- An K, An N, Liu W, et al. Influence of enhanced recovery after surgery combined with acupuncture on the recovery of intestinal function after colorectal cancer surgery[J]. Chin J Clin Res, 2022, 35(11): 1570-1573.
- [5] 沈丹丽,成汇,王刚,等.加速康复外科与迷走神经功能的保护[J].医学研究生学报,2021,34(2):200-204.
- Shen DL, Cheng H, Wang G, et al. Enhanced recovery after surgery and the protection of vagus nerve[J]. J Med Postgrad, 2021, 34(2): 200-204.
- [6] 支梦伟,江志伟,戴新娟,等.胃肠肿瘤围术期患者心率变异研究[J].中国医药导报,2021,18(5):93-96.
- Zhi MW, Jiang ZW, Dai XJ, et al. Study on heart rate variability of patients with gastrointestinal tumors during perioperative period[J]. China Med Her, 2021, 18(5): 93-96.
- [7] Thayer JF, Yamamoto SS, Brosschot JF. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors[J]. Int J Cardiol, 2010, 141(2): 122-131.
- [8] Amin MB, Greene FL, Edge SB, et al. The Eighth Edition AJCC Cancer Staging Manual: continuing to build a bridge from a population-based to a more "personalized" approach to cancer staging[J]. CA Cancer J Clin, 2017, 67(2): 93-99.
- [9] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. [J]. Circulation, 1996, 93(5): 1043-1065.
- [10] 孙瑞龙,吴宁,杨世豪,等.心率变异性检测临床应用的建议[J].中华心血管病杂志,1998,26(4):252-255.
- Sun RL, Wu N, Yang SH, et al. Suggestions on clinical application of heart rate variability detection [J]. Chin J Cardiol, 1998, 26(4): 252-255.
- [11] Simó M, Navarro X, Yuste VJ, et al. Autonomic nervous system and cancer[J]. Clin Auton Res, 2018, 28(3): 301-314.
- [12] 刘美,何复东,陈艳凤,等.破解阴阳——何复东中医精准医疗理论基础[J].光明中医,2021,36(4):528-530.
- Liu M, He FD, Chen YF, et al. A new understanding of the Yin and Yang Theory—discussion on the theoretical basis of traditional Chinese medicine precision medicine by He Fudong [J]. CJGMCM, 2021, 36(4): 528-530.
- [13] de Couck M, Mravec B, Gidron Y. You may need the vagus nerve to understand pathophysiology and to treat diseases [J]. Clin Sci (Lond), 2012, 122(7): 323-328.
- [14] de Couck M, Gidron Y. Norms of vagal nerve activity, indexed by Heart Rate Variability, in cancer patients [J]. Cancer Epidemiol, 2013, 37(5): 737-741.
- [15] 张凤婷.围手术期心理干预对心率变异性及疼痛耐受的影响[J].湖北民族学院学报(医学版),2014,31(4):58-60.
- Zhang FT. The effects of psychological interventions on heart rate variability and pain tolerance in the perioperative period [J]. J Hubei Univ Natl Med Ed, 2014, 31(4): 58-60.
- [16] Kim HG, Cheon EJ, Bai DS, et al. Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature[J]. Psychiatry Investig, 2018, 15(3): 235-245.
- [17] Manou-Stathopoulou V, Korbonits M, Ackland GL. Redefining the perioperative stress response: a narrative review[J]. Br J Anaesth, 2019, 123(5): 570-583.
- [18] 房恂,张婷婷,张文敬,等.围手术期迷走神经保护[J].国际麻醉学与复苏杂志,2017,38(12):1128-1132.
- Fang Y, Zhang TT, Zhang WJ, et al. Conservation of vagus nerve during perioperative period[J]. Int J Anesthesiol Resusc, 2017, 38(12): 1128-1132.
- [19] 李洋,缪巍.补液治疗进展及不同补液策略对术后的影响[J].世界最新医学信息文摘,2019,19(98):102-103.
- Li Y, Miao W. The progress of fluid replacement therapy and the influence of different fluid replacement strategies on postoperative [J]. World Latest Med Inf, 2019, 19(98): 102-103.
- [20] Karmali S, Jenkins N, Sciusco A, et al. Randomized controlled trial of vagal modulation by sham feeding in elective non-gastrointestinal (orthopaedic) surgery [J]. Br J Anaesth, 2015, 115(5): 727-735.
- [21] Smeets BJJ, Luyer MDP. Nutritional interventions to improve recovery from postoperative ileus [J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2018, 21(5): 394-398.
- [22] 李彬,石敬勇,吴刚,等.加速康复外科理念在胃癌围术期中应用研究进展[J].中华实用诊断与治疗杂志,2021,35(2):213-216.
- Li B, Shi JY, Wu G, et al. Advances in the application of enhanced recovery after surgery in perioperative period of gastric cancer[J]. J Chin Pract Diagn Ther, 2021, 35(2): 213-216.
- [23] Breit S, Kupferberg A, Rogler G, et al. Vagus nerve as modulator of the brain-gut axis in psychiatric and inflammatory disorders [J]. Front Psychiatry, 2018, 9: 44.
- [24] 王海之,江志伟,汪志明,等.结直肠癌病人应用加速康复外科术后炎症反应和免疫功能的变化[J].肠外与肠内营养,2009,16(4):195-196,200.
- Wang HZ, Jiang ZW, Wang ZM, et al. The impact of fast track surgery on host cell-mediated immunity and inflammatory responses for colorectal cancer patients [J]. Parenteral & Enteral Nutrition, 2009, 16(4): 195-196, 200.