

恒温冲洗液在单侧双通道脊柱内镜术中的应用疗效

李文庆¹ 高萌¹ 杨辉宝¹ 张林林¹ 于其华² 陈小龙^{2△}

[摘要] 目的:探究单侧双通道脊柱内镜术中 37 °C 恒温冲洗液对患者体温及局部炎症介质的影响。方法:选择 2024 年 6 月至 2025 年 8 月行单侧双通道脊柱内镜手术患者 60 例,随机分为对照组和观察组。两组手术均由同一名经验丰富的主任医师进行,观察组采用 37 °C 恒温生理盐水冲洗,对照组采用 25 °C 室温生理盐水冲洗。通过监测术中温度、术后 12 h、1 周及 3 周的 VAS 评分及引流液中炎症因子 TNF- α 、IL-6 水平评价疗效。结果:手术 60 min 时,对照组患者核心体温显著下降至(35.5±0.3)°C,低体温发生率为 86.67%(26/30);观察组体温为(36.2±0.4)°C,低体温发生率为 36.67%(11/30),组间差异均有统计学意义($P<0.05$)。术后 1 周及 3 周,观察组 VAS 评分均显著低于对照组($P<0.05$),术后 12 h 两组 VAS 评分差异无统计学意义($P>0.05$)。在术后 3 h 及术后 6 h,观察组引流液 TNF- α 及 IL-6 水平均显著低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。结论:单侧双通道脊柱内镜术中使用 37 °C 恒温冲洗液可有效维持患者围术期核心体温稳定,降低低体温发生率,并减轻局部炎症反应,有助于缓解术后疼痛。

[关键词] 腰椎间盘突出症;单侧双通道脊柱内镜术;术中低体温;炎症反应;恒温冲洗液

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2026)06-0077-06

DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.260611

The Influence of Constant-Temperature Irrigation Fluid on Patients Undergoing Unilateral Biportal Endoscopic Surgery

LI Wenqing¹ GAO Meng¹ YANG Huibao¹ ZHANG Linlin¹ YU Qihua² CHEN Xiaolong^{2△}

¹ The First Clinical Medical College, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei 230031, China;

² The Seventh Affiliated Hospital of Anhui University of Chinese Medicine, Taihe 236600, Anhui China.

Abstract Objective: To explore the effect of 37 °C constant-temperature irrigation fluid on core body temperature and local inflammatory mediators in patients undergoing unilateral biportal endoscopic surgery (UBE). **Methods:** Sixty patients who underwent UBE surgery from June 2024 to August 2025 were randomly divided into control group and observation group. Both groups were operated on by the same experienced chief physician. The observation group was irrigated with normal saline maintained at 37 °C, while the control group was irrigated with normal saline at room temperature (25 °C). The efficacy was evaluated by monitoring the intraoperative core body temperature, VAS scores at 12 h, 1 week, and 3 weeks postoperatively, and the levels of inflammatory factors TNF- α and IL-6 in the drainage fluid. **Results:** At 60 min of the operation, the core body temperature of the patients in the control group significantly decreased to (35.5±0.3)°C, with a hypothermia incidence rate of 86.67% (26/30); the body temperature of the observation group was (36.2±0.4)°C, and the hypothermia incidence rate was 36.67% (11/30). The differences between the two groups were statistically significant ($P<0.05$). One week and three weeks after the operation, the VAS scores of the observation group were significantly lower than those of the control group ($P<0.05$). There was no statistical difference in VAS scores between the two groups 12 h after the operation ($P>0.05$). At 3 h and 6 h after the operation, the levels of TNF- α and IL-6 in the drainage fluid of the observation group were significantly lower than those of the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** The use of 37 °C constant temperature irrigation fluid during UBE can effectively maintain the stability of core body temperature during the perioperative period, reduce the incidence of hypothermia, and alleviate local inflammatory

基金项目:安徽省中医药传承创新科研项目(2024CCCX174)

¹ 安徽中医药大学附属第一临床医学院(合肥,230031)

² 安徽中医药大学第七附属医院

[△]通信作者 E-mail:3181349039@qq.com

responses, which is helpful to relieve postoperative pain.

Keywords: lumbar disc herniation; unilateral biportal endoscopic spine surgery; intraoperative hypothermia; local inflammatory factors; constant-temperature irrigation fluid

腰椎间盘突出症(Lumbar Disc Herniation, LDH)是一种临床上常见的脊柱疾病,多发生在L4/5及L5/S1椎间隙之间,特征是由于突出的椎间盘髓核压迫神经根或硬膜囊,所引起的疼痛、感觉及运动功能障碍等症状^[1-2]。最近研究表明,全球约有80%的人一生中会经历腰痛,且其中约有20%的患者是由于腰椎间盘突出所导致的^[3]。其治疗方案主要以保守治疗和手术治疗为主,尤其是合并神经功能损害且保守治疗无效的患者,手术治疗是解决症状的有效手段。单侧双通道脊柱内镜(Unilateral Biportal Endoscopy, UBE)技术因其操作精确、视野清晰及组织损伤小等优势^[4-5],近年来广泛应用于临床,尤其适用于合并神经根管狭窄的腰椎间盘突出症患者^[6-8]。单侧双通道脊柱内镜手术因双通道操作需持续大量冲洗液维持视野清晰,术中热量散失风险显著高于单通道内镜手术,大量的室温冲洗液的灌入导致患者在手术过程中体温过低,长时间的低温会使机体耗氧量增加,导致CO₂增加、酸中毒、代谢加速,影响术后治疗效果^[9]。但目前针对单侧双通道脊柱内镜术中冲洗液温度的专项研究极少,且缺乏对“体温-炎症-疼痛”关联机制的系统探讨^[10-11]。本研究首次在单侧双通道脊柱内镜术中验证恒温冲洗液对局部炎症因子的调控作用,揭示其通过维持体温稳定减轻术后疼痛的内在机制,为加速康复外科(ERAS)理念在脊柱内镜围术期的应用提供新的干预靶点;加速康复外科强调围术期生理稳态维护,术中低体温是加速康复外科需重点防控的并发症,恒温冲洗液作为简单经济的干预措施,契合加速康复外科“减少应激、加速恢复”的核心目标^[12-13]。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究的全部病例均来自2024年6月至2025年8月安徽中医药大学第七附属医院骨二科门诊或病房,符合疾病诊断标准的腰椎间盘突出症患者,共计60例,采取随机数字表法分成两组(各30例)。以术中低体温发生率为主要指标,预实验显示对照组低体温发生率85%,观察组40%,设 $\alpha=0.05$, $\beta=0.90$,通过PASS软件计算得每组需28例,考虑7%脱落率,每组设定30例,总样本量为60例。采用计算机生成的随机序列进行分组,分组信息密封于不透光信封中,于手术开始前开启。由于干预措施(冲洗液温度)的特殊性,未对医者和患者设盲,但术后数据收集者(记录

体温、VAS评分)及实验室检测人员对分组情况不知情。本研究经安徽中医药大学第七附属医院伦理委员会批准,伦理审批号为伦理[2024]第032号,所有患者均签署知情同意书,明确告知干预措施、风险及替代方案。

1.2 诊断标准

腰椎间盘突出症诊断标准参照《腰椎间盘突出症诊疗指南(2020版)》^[14],经腰椎CT/MRI证实突出髓核压迫神经根,且症状与受压神经根支配区域一致。

1.3 纳入标准

1)经CT、MRI诊断为腰椎间盘突出,无钙化或轻微钙化;排除严重钙化者(钙化型突出手术时间延长>90 min,冲洗液用量增加,易导致体温额外下降);2)保守治疗无效;3)临床资料完整。

1.4 排除标准

1)腰椎间盘突出症合并腰椎不稳、严重腰椎畸形、腰椎管狭窄、脊柱肿瘤;2)双侧神经根症状、双侧症状者(手术范围扩大,炎症反应范围更广,干扰局部炎症因子检测),为控制混杂因素予以排除;3)合并主要脏器功能障碍、凝血功能障碍、严重骨质疏松、代谢性骨病;4)孕妇或哺乳期妇女;5)严重精神疾病无法配合完成VAS评分及随访者。

1.5 方法

两组均使用生理盐水3 000 mL,冲洗速度90 mL/min,手术室温度统一控制为23℃,采用相同额外保温措施(身下垫保温毯、非手术区域覆盖无菌保温巾)。对照组常温下使用生理盐水,观察组恒温输液器加温下使用生理盐水,恒温输液器型号为BRH-S14S14,控温精度为(37.0±0.5)℃,术中每30 min校准一次温度。

采用单侧双通道脊柱内镜手术治疗腰椎间盘突出症患者,所有手术均在全身麻醉下实施。患者取俯卧位,置于可透射线的手术台上。医生在C臂机正位透视,确认目标椎间隙位置,并站在患者左侧。在距中线1.0~1.5 cm处确定两个皮肤穿刺点,上位椎板下缘表面作为内镜插入的切口位置,下位椎板上缘表面作为手术器械插入的切口位置。使用射频消融技术对软组织实施内镜下电凝,以创建操作空间。接下来,确定目标椎间隙处的椎板棘突交界处,使用电动磨钻进行部分椎板切除术,切除部分上位腰椎的下椎板和下位腰椎的上椎板。使用椎板咬骨钳和射频探头分离并去

除椎板间韧带,随后分离并暴露突出椎间盘的纤维环。在进行椎间盘切除术之前,小心电凝过度生长的硬膜外血管,以尽量减少出血。然后使用椎板咬骨钳和髓核钳取出破裂的椎间盘碎片。最后,确认神经根减压情况,插入引流管,并闭合手术切口。

1.6 观察指标

体温监测:手术过程中,从麻醉诱导开始计时,监测核心体温,核心体温采用鼻咽温监测(麻醉诱导后插入鼻咽温探头,深度为鼻尖至耳垂距离的 2/3),每 15 min 记录 1 次,低体温定义为核心体温 < 36 °C。VAS^[15]评分法:VAS 评分法主要是对患者主观疼痛感觉进行量化,是一种评价疼痛程度的评分方法。视觉模拟尺采用不分的直线,水平线一端为 0,表示无疼痛;另一端为 10,表示疼痛严重。分别对患者术前、术后 12 h、术后 1 周、术后 3 周进行 VAS 评分。术前 VAS 评分 7 分左右,符合保守治疗无效的腰椎间盘突出症患者疼痛程度临床特点。炎性细胞因子检测:采用无菌注射器采集手术结束后,术后 30 min、3 h、6 h 引流液。将标本保存在冷冻贮藏箱中,迅速送往实验室。先用 1 500g 在 4 °C 下离心 15 min,取上清液后,再用 3 000g 离心 15 min。两次离心分别用于去除组织碎片及杂质,确保检测样本纯度。两次离心后,将上清液保存在 -80 °C 的冰箱中。引流液采集后 2 h 内完成离心处理,-80 °C 保存不超过 1 个月,检测前室温复融并充分混匀,避免反复冻融。按照 ELISA 试剂说明,逐级检测引流液中 TNF- α 、IL-6 的水平。TNF- α 、IL-6 ELISA 试剂盒购自江莱生物公司(批号为 12002005208791210),TNF- α 、IL-6 ELISA 试剂盒批内变异系数 < 5%,批间变异系数 < 8%,最低检测限分别为 1.0 pg/mL 和 2.0 pg/mL,符合实验方法报告规范。记录术后 24 h 引流液总量,两组比较差异无统计学意义($P > 0.05$),排除引流液量对因子浓度的影响。

1.7 统计学方法

表 1 两组患者围术期核心体温变化($n = 30, \bar{x} \pm s, ^\circ\text{C}$)

组别	15 min	30 min	45 min	60 min
对照组	36.5 ± 0.3	36.3 ± 0.4 ¹⁾	35.9 ± 0.3 ¹⁾	35.5 ± 0.3 ¹⁾
观察组	36.6 ± 0.2	36.4 ± 0.3 ¹⁾	36.3 ± 0.3 ¹⁾²⁾	36.2 ± 0.4 ¹⁾²⁾
<i>t</i>	-1.519	-1.095	-5.164	-7.668
<i>P</i>	0.135	0.278	0.001	0.001

注:1)与本组术前相比, $P < 0.05$;2)与对照组相比, $P < 0.05$ 。

2.3 VAS 评分

术后 2 h 两组 VAS 评分差异无统计学意义($P > 0.05$),可能与全身麻醉残余镇痛作用相关;术后 1 周及 3 周观察组评分分别较对照组降低 22.5% 和 46.1%,提示恒温冲洗液通过抑制炎症反应,对术中

核心体温、炎症因子水平为重复测量数据,采用重复测量方差分析(Mauchly 球形性检验,若 $P < 0.05$ 则采用 Greenhouse-Geisser 校正),组间主效应、时间主效应及交互效应分析后,两两比较采用 Bonferroni 法;VAS 评分组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内比较采用配对 *t* 检验。 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

对照组男 20 例,女 10 例,年龄为 33~58 岁,平均年龄为(41.5 ± 0.9)岁,平均身高为(172.31 ± 2.17)cm,平均体重为(65.34 ± 7.69)kg。观察组男 24 例,女 6 例,年龄为 31~57 岁,平均年龄为(40.8 ± 0.8)岁,平均身高为(173.12 ± 1.47)cm,平均体重为(64.79 ± 8.77)kg。两组患者一般数据差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。两组患者男女性别分布(观察组 24:6,对照组 20:10)差异无统计学意义,但为减少性别混杂影响,采用分层随机法(按性别分层)进行分组,确保每层内随机分配。对照组采用常温(25~27 °C)生理盐水作为灌洗液。观察组术前使用的生理盐水在手术室热罐中加热至 37 °C。术中在输液管上安装恒温输液器,加热温度设置为 37 °C。定期对恒温输液器进行检查,确保其有效工作。对照组平均手术时间为(58.6 ± 10.2)min,观察组为(56.8 ± 9.7)min,组间差异无统计学意义($t = 0.682, P = 0.497$)。

2.2 体温结果检测

麻醉诱导后 30 min 内,两组体温均轻度下降,但组间差异无统计学意义($P > 0.05$);45 min 时观察组体温(36.3 ± 0.3)°C 显著高于对照组(35.9 ± 0.3)°C,差异有统计学意义($P < 0.05$),60 min 时差异进一步扩大(36.2 ± 0.4)°C vs (35.5 ± 0.3)°C,差异有统计学意义($P < 0.05$),提示恒温冲洗液对体温的保护作用随手术时间延长逐渐显现。两组患者围术期核心体温变化见表 1 及图 1。

远期疼痛缓解效果更显著,见表 2。

2.4 两组引流液中炎症因子 TNF- α 、IL-6 水平的变化

对照组术后 3 h 及 6 h TNF- α 水平分别较术后 30 min 升高 34.8% 和 52.3%,IL-6 水平分别升高 92.9% 和 135.9%;观察组对应升高幅度为 28.8%,

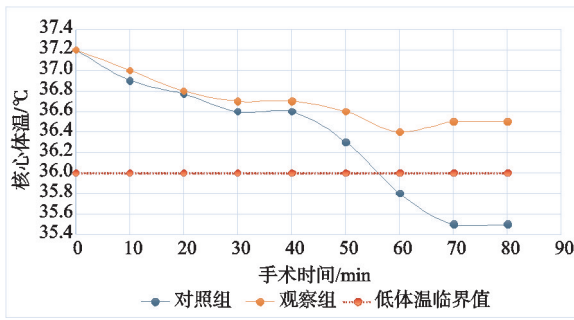


图 1 两组患者围手术期核心体温变化

表 2 两组患者手术前后 VAS 评分比较 ($n=30, \bar{x} \pm s$, 分)

组别	手术前	术后 12 h	术后 1 周	术后 3 周
对照组	7.24 ± 3.65	4.06 ± 2.23 ¹⁾	2.09 ± 0.67 ¹⁾	1.52 ± 0.45 ¹⁾
观察组	7.29 ± 3.89	3.67 ± 2.01 ¹⁾	1.62 ± 0.51 ¹⁾²⁾	0.82 ± 0.25 ¹⁾²⁾
<i>t</i>	-0.051	0.711	3.058	7.447
<i>P</i>	0.959	0.479	0.003	0.000

注:1)与本组术前相比, $P < 0.05$; 2)与对照组相比, $P < 0.05$ 。

表 3 两组患者不同时间点引流液 TNF- α 、IL-6 水平比较 ($n=30, \bar{x} \pm s$, pg/mL)

组别	TNF- α			IL-6		
	术后 30 min	术后 3 h	术后 6 h	术后 30 min	术后 3 h	术后 6 h
对照组	86.1 ± 19.8	106.1 ± 17.8 ¹⁾	131.1 ± 20.3 ¹⁾	218.4 ± 41.8	421.2 ± 54.7 ¹⁾	515.5 ± 64.1 ¹⁾
观察组	70.1 ± 16.3 ²⁾	90.3 ± 17.1 ¹⁾²⁾	98.3 ± 17.8 ¹⁾²⁾	195.3 ± 42.3 ²⁾	376.6 ± 47.8 ¹⁾²⁾	458.7 ± 65.4 ¹⁾²⁾
<i>t</i>	3.417	3.506	6.655	2.128	3.363	3.398
<i>P</i>	0.001	0.001	0.001	0.038	0.001	0.001

注:1)与本组术前相比, $P < 0.05$; 2)与对照组相比, $P < 0.05$ 。

评分)的减轻。本研究中两组手术时间差异无统计学意义,排除了手术时长导致的冲洗液用量差异对体温及炎症因子的混杂作用。术后 12 h VAS 评分无差异,这可能是因为术后 12 h 仍受麻醉残余镇痛作用影响,疼痛差异未显现,而术后 1 周后麻醉作用消退,恒温冲洗液减轻炎症反应的镇痛优势逐渐凸显,这一发现为优化单侧双通道脊柱内镜手术的围术期管理提供了重要的循证医学依据。

术中低体温是外科手术中常见的并发症,与一系列不良结局密切相关,包括手术部位感染、凝血功能障碍及住院时间延长等^[16-17]。在手术过程中,患者热量过度散失以及产热与散热失衡会导致核心体温下降,从而引发由中枢神经系统介导的自主肌肉震颤,即寒战反应。术中暴露、麻醉引起的血管扩张以及蒸发散热会进一步加剧低体温^[18],尤其在单侧双通道脊柱内镜这类大量使用冲洗液的内镜手术中,患者热量经冷灌注液流失的风险极高,然而针对性的干预研究却相对缺乏,本研究填补了这一空白。值得注意的是,在关节镜手术中,使用加温冲洗液以维持患者体温稳定、改善术后恢复已被多项研究证实其有效性。本研究结果与关节镜手术中恒温冲洗液的应用结论一致^[19-21],但单侧双通道脊柱内镜作为脊柱双通道内镜技术,冲洗液用量更大、手术视野暴露更充分、热量散失风险更

高,因此恒温冲洗液的体温保护价值在单侧双通道脊柱内镜术中更突出。Liu 等^[22]报道,在肩关节镜手术中使用温热冲洗液可显著降低围手术期低体温的发生率,改善术后核心体温的稳定性,并且与常规室温冲洗液相比,能加快恢复速度,提升早期认知功能。本研究结果与这些领域的研究相呼应,证实了恒温冲洗策略在脊柱内镜手术中同样具有积极的临床应用价值。

3 讨论

本研究结果表明,在单侧双通道脊柱内镜手术中应用 37 °C 恒温冲洗液,相较于常规室温冲洗液,能显著稳定患者围术期核心体温,将低体温发生率从 86.67% 降低至 36.67%,并同步观察到引流液中炎症因子(TNF- α , IL-6)水平的下降及术后短期疼痛(VAS

40.2% (TNF- α) 和 92.8%, 134.9% (IL-6), 虽组内均呈升高趋势,但观察组升高幅度显著低于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 3。

高,因此恒温冲洗液的体温保护价值在单侧双通道脊柱内镜术中更突出。Liu 等^[22]报道,在肩关节镜手术中使用温热冲洗液可显著降低围手术期低体温的发生率,改善术后核心体温的稳定性,并且与常规室温冲洗液相比,能加快恢复速度,提升早期认知功能。本研究结果与这些领域的研究相呼应,证实了恒温冲洗策略在脊柱内镜手术中同样具有积极的临床应用价值。

本研究结果揭示了一个可能存在的潜在的生理病理通路:即低温冲洗引发的核心体温下降,可能作为一种强烈的生理应激,激活机体的神经内分泌与免疫系统,进而促使 TNF- α 和 IL-6 等关键促炎细胞因子的大量释放^[23-26]。术中低体温作为强烈的生理应激源,可激活下丘脑-垂体-肾上腺轴及交感神经通路,促进巨噬细胞、中性粒细胞释放 TNF- α 、IL-6 等促炎因子^[27-28];同时低温可抑制炎症因子的清除代谢,导致局部蓄积^[29]。本研究中,对照组低体温发生率达 86.67%,其引流液中 TNF- α 、IL-6 水平显著高于观察组,印证了“低体温-高炎症”的因果关联。本研究的数据显示,对照组患者在其核心体温显著降低的同时,其引流液中的 TNF- α 与 IL-6 浓度在术后各时间点均显著高于观察组。术后引流液中的 TNF- α 和 IL-6 主要来源于手术局部组织的炎症反应,其水平变化可直接反映局部炎症程度^[30-31],与患者术后疼痛感知正相关。

TNF- α 和 IL-6 可直接激活外周痛觉感受器,并通过上调脊髓背角 NMDA 受体表达促进中枢敏化^[18],导致术后疼痛加剧、持续时间延长。观察组通过恒温冲洗维持体温稳定,减少炎症因子释放,进而缓解术后中远期疼痛,形成“体温稳定-炎症减轻-疼痛缓解”的良性循环,合理解释了本研究中体温维持更好的观察组患者,其术后 12 h~3 周的 VAS 疼痛评分均显著优于对照组。除此之外,单侧双通道脊柱内镜术中需持续大量冲洗液维持视野清晰,室温冲洗液导致的热量散失是低体温的主要诱因^[32-33],而 37 °C 恒温冲洗液可通过减少热传导散失,维持体温稳定,进而抑制应激性炎症反应。其疗效机制可能与维持核心体温稳定、抑制冷应激诱导的局部炎症因子(TNF- α 、IL-6)释放相关,进而阻断“低体温-高炎症-强疼痛”的病理循环。

恒温冲洗液通过降低低体温发生率、减轻炎症反应、缩短疼痛持续时间,可减少术后寒战、感染等并发症,缩短住院时间,符合加速康复外科“减少围术期应激、促进快速康复”的核心目标^[12],是一项简单、经济、高效的加速康复外科干预措施。但本研究也存在一些局限性:1)单中心小样本研究,样本量仅 60 例,可能存在选择偏倚;2)未监测术中寒战发生率、术后住院时间、手术部位感染率等次要结局指标,未能全面评估临床获益;3)未纳入手术时间>90 min 的患者,此类患者冲洗液用量更大,恒温冲洗液的保护效果需进一步验证;4)仅检测 TNF- α 、IL-6 两种炎症因子,未探索 NF- κ B 等下游信号通路的调控作用。未来需要更大规模、多中心的研究进一步验证。未来计划:1)开展多中心大样本随机对照试验,纳入手术时间>90 min 的患者,增加寒战发生率、住院时间、并发症发生率等结局指标;2)探索恒温冲洗液与加温毯、加温输液等联合保温措施的协同效果;3)通过体外实验或动物实验,深入探讨恒温冲洗液对炎症通路(如 NF- κ B)的调控机制;4)针对不同体重指数、年龄患者分层分析,明确恒温冲洗液的适用人群。

参考文献

- [1] HORNING A L, BARAJAS J N, RUDISILL S S, et al. Prediction of lumbar disc herniation resorption in symptomatic patients: a prospective, multi-imaging and clinical phenotype study[J]. *The Spine Journal*, 2023, 23(2): 247-260.
- [2] 黄吉军,王永祥,杨建东,等.单侧双通道脊柱内镜技术治疗脱垂型腰椎间盘突出症的早期疗效[J].*中国修复重建外科杂志*, 2024, 38(11): 1367-1371.
- [3] 官丙刚,杨强.单侧双通道脊柱内镜治疗腰椎退行性疾病的进展[J].*中国矫形外科杂志*, 2024, 32(13): 1210-1214.
- [4] 陆焱,郭瑛,梁昌海,等.单侧双通道脊柱内镜减压术治疗腰椎间盘突出症的临床疗效[J].*中国内镜杂志*, 2024, 30(1): 67-72.
- [5] QIAO H Y, MA H J, SHEN M K, et al. Unilateral bipolar endoscopic discectomy versus percutaneous endoscopic lumbar discectomy in the treatment of far-lateral lumbar disc herniation[J]. *Neurosurgical Review*, 2025, 48(1): 588.
- [6] LI D Y, TAO L M, ZHANG X N, et al. Unilateral bipolar endoscopy versus percutaneous endoscopic lumbar discectomy for lumbar disc herniation: a comparative study of clinical efficacy and radiological outcomes[J]. *BMC Surgery*, 2025, 25(1): 257.
- [7] 卢乾威,沈茂,徐子航,等.单通道与单侧双通道脊柱内镜下腰椎间融合术治疗单节段腰椎退行性疾病的早期疗效及学习曲线[J].*中国脊柱脊髓杂志*, 2023, 33(6): 489-496.
- [8] 仲新宇,李大鹏,张懿明,等.单侧双通道内镜治疗重度游离型腰椎间盘突出[J].*中国矫形外科杂志*, 2023, 31(11): 1039-1041.
- [9] 方敏,高兴莲,王曾妍,等.骨科患者术中下肢深静脉血栓风险增高的血流变化及影响因素[J].*护理学杂志*, 2024, 39(10): 64-67.
- [10] COHEN S P, WANG E J, DOSHI T L, et al. Chronic pain and infection: mechanisms, causes, conditions, treatments, and controversies[J]. *BMJ Medicine*, 2022, 1(1): e000108.
- [11] FITZCHARLES M A, COHEN S P, CLAUW D J, et al. Nociceptive pain: towards an understanding of prevalent pain conditions[J]. *The Lancet*, 2021, 397(10289): 2098-2110.
- [12] 北京医学会骨科分会老年学组,中华医学会麻醉学分会老年人麻醉学组.高龄患者脊柱融合术加速康复外科临床实践专家共识[J].*中华医学杂志*, 2023, 103(27): 2082-2094.
- [13] 方丹灵,田梅梅,鲍园园,等.加速康复外科中围术期体温控制的研究进展[J].*护理研究*, 2019, 33(2): 310-314.
- [14] 中华医学会骨科学分会脊柱外科学组,中华医学会骨科学分会骨科康复学组.腰椎间盘突出症诊疗指南[J].*中华骨科杂志*, 2020, 40(8): 477-487.
- [15] SHAFSHAK T S, ELNEMR R. The visual analogue scale versus numerical rating scale in measuring pain severity and predicting disability in low back pain[J]. *Journal of Clinical Rheumatology*, 2021, 27(7): 282-285.
- [16] DEBONO B, WAINWRIGHT T W, WANG M Y, et al. Consensus statement for perioperative care in lumbar spinal fusion: enhanced Recovery After Surgery (ERAS[®]) Society recommendations[J]. *The Spine Journal*, 2021, 21(5): 729-752.
- [17] 梁晓霜,彭边,裴娟,等.基于决策树法构建后路腰椎椎间融合术患者术中低体温发生风险的预测模型[J].*军事护理*, 2024, 41(11): 70-73.

- [18] SHIROZU K, ASADA M, SHIRAKI R, et al. Factors associated with postoperative shivering in patients with maintained core temperature after surgery[J]. *JA Clinical Reports*, 2024, 10(1):70.
- [19] STEELMAN V M, CHAE S, DUFF J, et al. Warming of irrigation fluids for prevention of perioperative hypothermia during arthroscopy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arthroscopy: the Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 2018, 34(3):930-942. e2.
- [20] LEPINE H L, LLATA F M, PORTO B C, et al. Effect of irrigation solution temperature on complications of percutaneous nephrolithotomy: a systematic review of the literature, meta-analysis and trial sequential analysis of randomized clinical trials[J]. *Minerva Urology and Nephrology*, 2024, 76(5):554-562.
- [21] PARODI D, VALDERRAMA J, TOBAR C, et al. Effect of warmed irrigation solution on core body temperature during hip arthroscopy for femoroacetabular impingement[J]. *Arthroscopy: the Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 2014, 30(1):36-41.
- [22] LIU J F, HUANG X H, XU X W, et al. Impact of warmed irrigation fluid during shoulder arthroscopy on patient temperature, recovery, and cognitive function: a prospective analysis of influencing factors[J]. *Orthopaedic Surgery*, 2025, 17(8):2371-2384.
- [23] TAO X, JING L, LI J H. Therapeutic effect of transforaminal endoscopic spine system in the treatment of prolapse of lumbar intervertebral disc[J]. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 2018, 22(1 Suppl):103-110.
- [24] GEIN S V, SHARAV'EVA I L. Chronic cold stress modulates the function of peritoneal macrophages in vivo[J]. *Doklady Biological Sciences*, 2017, 474(1):129-131.
- [25] WAKATSUKI K, KIRYU-SEO S, YASUI M, et al. Repeated cold stress, an animal model for fibromyalgia, elicits proprioceptor-induced chronic pain with microglial activation in mice[J]. *Journal of Neuroinflammation*, 2024, 21(1):25.
- [26] LIU Y Y, XUE N Y, ZHANG B X, et al. Cold stress induced liver injury of mice through activated NLRP3/caspase-1/GSDMD pyroptosis signaling pathway[J]. *Biomolecules*, 2022, 12(7):927.
- [27] HU G Z, YANG S J, HU W X, et al. Effect of cold stress on immunity in rats[J]. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 2016, 11(1):33-42.
- [28] SÁNCHEZ-GLORIA J L, CARBÓ R, BUELNA-CHONTAL M, et al. Cold exposure aggravates pulmonary arterial hypertension through increased miR-146a-5p, miR-155-5p and cytokines TNF- α , IL-1 β , and IL-6[J]. *Life Sciences*, 2021, 287:120091.
- [29] BALKI I, KHAN J S, STAIBANO P, et al. Effect of perioperative active body surface warming systems on analgesic and clinical outcomes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Anesthesia & Analgesia*, 2020, 131(5):1430-1443.
- [30] ITAMI T, KUROKAWA Y, YOSHIOKA R, et al. Measuring serum and drainage fluid interleukin-6 and tumor necrosis factor- α levels for early detection of infectious complications after minimally invasive surgery for gastric cancer[J]. *European Journal of Surgical Oncology*, 2024, 50(10):108564.
- [31] 胡宏集, 彭书爽, 黄伊凡. 血清炎症因子水平与腹腔镜肝胆术后慢性疼痛及恢复情况的相关性分析[J]. *浙江创伤外科*, 2022, 27(6):1101-1103.
- [32] 胡娟娟, 高兴莲, 邢路瑶, 等. 单侧双通道脊柱内镜手术护理标准流程的构建及应用[J]. *护理学报*, 2022, 29(18):34-37.
- [33] PARK S R, PARK J O, KIM N H, et al. Effect of saline irrigation temperature differences on postoperative acute pain and hypothermia during biportal endoscopic spine surgery (BESS)[J]. *Brain and Spine*, 2024, 4(S2):103091.

(收稿日期:2025-10-25)