

加速康复理念指导下经皮腰椎内镜术围术期的研究进展

高 谦 刘爱峰

摘 要 经皮内镜腰椎间盘切除术 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD) 已成为治疗腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 的主要微创术式,但术后残余痛、复发率高等问题仍然存在。加速康复外科 (enhanced recovery after surgery, ERAS) 倡导的多学科合作在 PELD 围术期中起到了重要作用。各科医师共同协作,术前对患者进行宣传教育、管理,选择合适术式,术中选择合适的麻醉方式,术后制定个体化康复方案。在整个围术期中体现 ERAS 理念,为提高 PELD 患者临床疗效,加快患者康复提供新思路。

关键词 经皮内镜腰椎间盘切除术 加速康复外科 康复

中图分类号 R49 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2023.10.038

腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 作为骨科常见病,且逐渐低龄化。该病以神经根性疼痛、感觉异常以及一个或多个腰骶神经根分布区不适为主要临床表现,对患者日常活动造成了极大的不便^[1]。当前对 LDH 的治疗尚无统一标准,保守治疗如卧床休息、针灸推拿、牵引等手段,对于髓核突出小或对神经根刺激轻的患者有一定效果,但对于根性疼痛明显、髓核突出过大甚至游离的患者而言,手术治疗仍是最佳选择。微创手术中经皮内镜腰椎间盘切除术 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD) 与开放腰椎手术比较在缓解术后疼痛和功能恢复方面具有更好的优势^[2]。研究表明,微创手术中 PELD 的并发症发生率最低 (5.8%),具有手术时间短、椎旁肌损伤少、骨结构保存好、椎间盘高度保持理想等优点^[3]。因此 PELD 逐渐成为治疗 LDH 的主要微创术式。但是由于 PELD 引入国内时间较短且学习曲线陡峭,并缺乏相关的系统培训,加之围术期管理不当,从而导致部分患者术后恢复不佳,复发率高等现象。

加速康复外科 (enhanced recovery after surgery, ERAS) 起源于 20 世纪 90 年代,由丹麦研究者提出,随后不断优化和完善^[4]。ERAS 是基于循证医学证据支撑的多学科、多模式的围术期有效优化处理措施,通过对外科患者在治疗的全过程中进行精神上的鼓励与交流,减轻患者心理上的负担,从而达到改善

手术疗效、降低并发症发生概率、减少住院时间、提高生活质量,加速患者康复的目的。国内已有不少研究者将 ERAS 理念融入 PELD 的围术期管理,进而规范患者诊疗过程,根据不同的病例特点提供个性化治疗路径,从而优化长期疗效。因此,本文基于国内外文献对 PELD 患者围术期的加速康复措施做一综述。

一、术前准备

1. 术前宣传教育:围术期包括从患者住院到术后痊愈回家的整个时期。术前患者对手术缺乏了解导致对疗效期望值过高。因此,自患者入院后应由主治医师及护士对患者进行综合宣传教育,使患者了解 LDH 产生的原因、术中可能出现的并发症、术后疾病复发的可能性以及康复锻炼的重要性,有助于医患之间的合作,也有利于术后的快速康复。

一项研究表明,术前患者对疼痛改善的期望值与术后实际改善程度呈负相关^[5]。使患者了解护理、手术、麻醉、康复的过程,有助于减轻患者焦虑。Wilson 等^[6]指出,更好的术前心理健康和情绪评分与积极的术后结果呈正相关。随着网络科学技术的发展,对患者的宣传教育不局限于面对面的交流,还可以将需要培训的信息以画面的形式更直观地传递给患者,如由围术期护士以护理访问的形式提供咨询和多媒体培训,还可以根据患者的需求定制信息,以减少他们术前的焦虑,从而提供与个体患者需求相称的护理^[7]。因此合理的术前宣传教育对进行 PELD 的患者是必要的。

2. 患者管理:PELD 优势在于创口小,对患者的内环境干扰少,但由于患者的不良生活习惯,可能会影响手术疗效甚至出现并发症,延缓患者术后康复进

基金项目:天津市科技计划项目 (21KPMRC00050)

作者单位:300381 天津中医药大学第一附属医院、国家中医针灸临床医学研究中心

通信作者:刘爱峰,电子邮箱:draifeng@163.com

程,因此需要在术前对患者进行全面评估,提前发现潜在问题,并采取相应措施。

体重管理是极其重要的。肥胖患者由于体重过大,会引起腰椎间盘的物理负荷增加从而导致脊柱的机械损伤和间盘的组织学退行性改变,因此肥胖患者在术后存在再次突出的风险。有研究者对317例腰椎手术患者进行研究后发现,术后肥胖患者相较正常体重患者而言手术翻修率有增加的趋势^[8]。不仅如此,肥胖患者的高水平胆固醇和血脂可能会增加腰血管的动脉粥样硬化风险,从而导致腰椎间盘的血液供应不足^[9]。因此控制体重可能是预防腰椎病变的有效措施。Mo等^[10]研究发现,运动疗法与手术有相似的疗效,虽然运动疗法不能代替手术进行治疗,但是术前的锻炼是有必要的,有氧运动对患者而言,可能有助于改善手术时的心肺功能和组织的氧合。此外,术前进行心肺运动试验还可能发现未曾检查到的合并症,这些合并症可能会影响患者的预后。所有准备手术的患者都应该查明吸烟史以及酗酒史,以及适合手术环境的干预措施,以更好的应对手术并发症^[11]。

3. 术式选择:PELD在根据入路不同可分为经椎间孔入路椎间盘摘除术(percutaneous endoscopic transforaminal discectomy, PETD)和经椎板入路椎间盘摘除术(percutaneous endoscopic interlaminar discectomy, PEID)。根据手术节段、生理结构等差异,应在术前对患者影像学资料进行评估,选择最佳的治疗方式,加快患者康复进程。

(1)PETD:PETD对椎管内组织及骨性结构破坏小,适用于大多数类型的LDH。其优点在于通过Kambin安全三角进入椎间盘内,最大程度减少对神经根的损伤。Yeung等^[12]基于原有侧后路内镜的基础上设计出同轴脊柱内镜操作系统(yeung endoscopic spine system, YESS),将内镜通过套管送至椎间盘内进行减压,属于由内至外的间接减压方式,因此YESS又被称为“盘内技术”。但该技术存在无法进入椎管摘除脱出及游离的缺陷,不适用于游离型、脱出型LDH。针对此技术的不足,有研究者设计出经椎间孔脊柱内镜环锯系统(transforaminal endoscopic spine system, TESSYS),通过不同直径的铰刀对椎间孔进行扩大成形,由外向内直接进入椎管,不仅可以对椎管内游离脱出的椎间盘进行摘除,还可以观察到侧隐窝、走行神经根。因此,又被称为“盘外技术”。相较YESS而言适应范围更大,临床疗效更为显著。近年来TESSYS技术不仅用于LDH,还应用于腰椎侧隐窝

狭窄症及腰椎椎管狭窄症等。曾昭峰等^[13]对分别采用椎间孔椎体间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)(常规组)和TESSYS技术(干预组)治疗的126例LDH合并神经根管狭窄症的患者进行1年的随访,结果显示,术后12个月末干预组神经功能及腰椎功能评分与常规组比较均有明显改善。由于TESSYS不再经过Kambin安全三角,而是直接将通道置入椎管,因此对初学者而言学习曲线更陡峭,更容易造成神经根及硬膜囊损伤。Wu等^[14]将YESS和TESSYS技术相结合,采用双针技术对LDH进行治疗,结果表明两种技术相结合不仅缩短手术时间,还降低了复发率。

(2)PEID:由于L₅/S₁解剖结构的特殊性,所存在髂嵴过高、第5腰椎横突肥大等问题使PETD手术操作难度大、过程复杂。但解剖结构的特殊性也使L₅/S₁椎板间隙大,S₁神经根与硬膜囊偏离角大,在进行PEID手术时便于摘除不同方向突出的髓核,其中包括L₅/S₁节段最常见的腋下型突出。钙化椎间盘突出症是LDH的一种特殊类型,钙化的椎间盘突出广泛黏附于神经根和硬脑膜囊,不仅增加了PELD切除的难度,而且增大了神经根损伤和硬脑膜囊撕裂的风险。Cheng等^[15]对54例钙化椎间盘突出症患者分别采用PETD和PEID进行手术,术后两组均取得良好的临床效果,但PEID组的平均手术时间(64.61±5.60min)和平均透视次数(2.93±0.90次)与PETD组(85.58±8.52min、13.35±2.30次)比较,均明显减少。

二、术中因素

1. 麻醉方法:减轻患者在术中的应激反应是ERAS理念的核心。多学科协作是ERAS的基础,而麻醉在协作中的作用不可忽视。术式以及入路的不同所需要的麻醉方法也不同,选择合适的麻醉方式对减轻患者术中痛苦极为重要。在剪切黄韧带、旋转工作通道和操纵纤维环的过程中,脊神经根会受到刺激,导致难以忍受的背部和腿部疼痛,有效的麻醉方式不仅可以减轻患者术中疼痛,还能降低发生穿刺致硬脊膜破裂、全脊髓麻醉、感染、硬膜外血肿、医源性神经根损伤或局部麻醉相关不良反应等严重并发症的概率。Ren等^[16]通过评估硬膜外麻醉(epidural anaesthesia, EA)和全身麻醉(general anaesthesia, GA)下PELD治疗LDH的疗效及安全系数,对86例LDH患者进行回顾性研究,从而证实在PELD中EA和GA都是安全有效的,并发症发生率比较差异无统计

学意义,术前 VAS, JOA 和 ODI 评分与术后评分比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。由于 PEID 存在对硬脑膜物质以及神经更大的回缩和操纵作用,易引起不适疼痛,阻碍手术。因此在 PEID 时更倾向于使用 GA 进行手术,但 GA 患者需要术前禁食,并且存在恢复较慢与医疗成本高等问题。因此对于初学的外科医生,选择在术中更容易获取患者的反馈 EA,可以有效降低神经根损伤的风险。除此之外,局部麻醉(local anaesthetics, LA)在 PELD 中也具有良好的效果,但在术中患者常出现不适感。Wu 等^[17]提出常规 LA、硬膜外注射、神经根阻滞等程序组成的分步 LA 技术,但神经内注射可能导致医源性神经损伤和功能缺陷,因此需要更好的 LA 麻醉方式。Feng 等^[18]研究表明,对于单节段 L₅/S₁ LDH,将不同浓度的局部麻醉化合物注入黄韧带内外不同组织,逐层进行局部麻醉,可以安全有效地控制术中疼痛。该研究不仅提出了新的麻醉方法,还增加了药物中罗哌卡因的占比,低浓度的罗哌卡因会选择性感阻滞,维持神经元的运动功能,这种方法既能减少局部麻醉相关不良反应和手术相关并发症,还可以术中实时监测下肢运动功能来判断神经功能。通过降低生理盐水浓度来提高麻醉浓度,可以将麻醉总剂量控制安全剂量范围内,大大减少了局部麻醉药物相关的不良反应。

2. 辅助定位技术在术中的应用:手术时间也是影响患者和术者配合的因素之一,PELD 常采用俯卧位进行手术,过长的手术时间不仅导致患者出现颈椎疼痛等生理问题,还会产生焦虑情绪,从而影响到术后康复疗效。通过辅助技术来减少穿刺定位的时间,不仅减轻患者痛苦,同样缩短术者及患者所受辐射的时间,提高患者满意度和配合度,对术后医患交流有积极作用。PELD 手术常采用后外侧入路的方式。首先在 C 臂引导下进行定位靶位,然后建立经椎间孔工作通道,最后取出髓核。在这一过程中大多数外科医生认为经椎间孔穿刺是该手术中最关键和最复杂的步骤。该手术要求医生对腰椎解剖结构掌握熟练,并且有足够的临床经验,否则会增加患者及外科医生在放射线下的暴露时间。但暴露在 X 线辐射下可能会增加甲状腺癌、皮肤红斑和白血病等恶性肿瘤的发生率,对年轻的患者而言,可能还会增加后代畸形的风险^[19]。这些问题可能会导致医患间的配合度降低。有研究对 PELD、单侧双通道内镜术(unilateral biportal endoscopic discectomy, UBED)、微创椎间盘镜(microendoscopic discectomy, MED)3 种手术的手术时

间及辐射暴露及透视时间进行前瞻性分析。结果表明,PELD(34.9s) > UBED(19.3s) > MED(4.6s),可见最大限度地降低外科医生及患者在辐射下的暴露时间是极为重要的^[20]。

(1) 超声引导:随着肌骨超声技术不断地发展,因其具有无创、方便、无辐射和实时导航等优点,逐渐被运用于穿刺技术中。Zhang 等^[21]指出在超声指导下进行 PELD 手术是一种新方法,可以减少穿刺和插管过程中所需的辐射剂量。有研究通过在 C 型臂规划好安全路径后,运用超声技术识别并引导穿刺,结果显示,超声引导下的穿刺组与对照组比较透视次数以及时间明显降低,患者术后的评分指标也均有明显改善^[22]。

(2) 定位导航:超声引导下的穿刺技术尚在完善中,超声科医生需要具有丰富经验方可进行术中定位操作。而术前计划软件的应用更为简单可靠,在 PELD 穿刺置管计划中能显著缩短通道建立时间、手术时间和透视次数。Fan 等^[23]提出了等距导航这项技术可以规划轨迹并且引导穿刺,这不仅有利于减少穿刺时辐射暴露时间,还有利于降低初学者的学习曲线。由于解剖结构的原因,髂嵴过高的 L₅/S₁ 患者难以进行 PETD 手术,与其比较,开放手术是这类患者的更好选择。但如果能在术前确定好髂嵴和狭窄的椎间孔区域形成的倾斜轨迹,可以将 MRI 或 CT 倾斜为 L₅/S₁ 椎间孔 PELD 轨迹提供精确的评估,为手术提供可能性。Yang 等^[24]对 100 例 LDH 合并高髂嵴患者进行病例对照研究,其中 50 例患者采用基于双平面斜透视的新的腰-髂三角(LI-Tri)技术,另外 50 例患者采用常规穿刺技术,术后 VAS 评分及 ODI 指数表明与传统穿刺技术比较,LI-Tri 技术在减少术中手术时间和促进术后快速恢复方面具有显著优势。新兴的定位导航技术扩大了 PELD 的应用范围,为更多的 LDH 患者提供新方法。

3. 出血管理:了解出血原因,掌握止血措施是 PELD 手术的必备技能。PELD 期间内镜下的出血量一般不超过 10ml,但也可能出现大量出血的情况。这可能导致视野模糊,延长手术时间,增加患者和外科医生暴露 X 线下的时间,也会导致术后 VAS 和 ODI 评分较高。因此,准确评估内镜出血量对评估手术疗效和临床研究具有重要意义。内镜下的止血措施有以下几种,在术前或术中应用巴曲酶、氨甲环酸等止血药物可获得满意的止血效果^[25];利用双极射频(ratio frequency, RF)热凝是一种有效的止血方法;

术中的套管压迫也是行之有效的办法,利用术中的插管压迫出血点可有效止血。有研究表明,增加椎管内水的压力,在硬膜外形成一个高压区也是术中止血的一种方法,但硬膜外高压时间不宜过长,否则会导致颅内高压,并会出现各种不良反应如头痛、眩晕、胃肠反应、视力下降、耳鸣、血压升高等^[26]。

4. 疼痛管理:随着疼痛管理标准的进步以及 ERAS 理念被外科医生广泛接受,外科医生对术后疼痛越发的重视。围术期倡导多模式镇痛,对患者进行疼痛管理,与 ERAS 理念不谋而合。有利于减少术中应激反应,缓解术后疼痛,降低慢性疼痛出现的概率。围术期的疼痛不仅会对患者产生身体上各系统的异常,如胃肠道功能、心肺功能、内分泌等,还会对患者的精神、情绪产生影响,从而提高并发症的产生概率,对患者的预后造成不良的后果。在减缓中度乃至重度的疼痛中被广泛应用的依然是阿片类药物以及非甾体抗炎药和扑热息痛,但药物不良反应过大。因此多模式镇痛为改善 PELD 术后疼痛提供了更优秀的手段。不同作用机制的中枢及外周镇痛药物的联合应用以及给药途径的改变,可降低外周和中枢神经敏化,从而增强镇痛效果。李杰等^[27]对 120 例 PETD 患者进行回顾性分析,研究结果表明,手术全程的 4 个不同阶段多模式镇痛组的呼吸频率和平均动脉压低于常规组;在手术开始至术后 2h 五个阶段时多模式镇痛组 VAS 评分、术中不良反应发生率低于常规组,镇静评分高于对照组;手术结束时及术后 2h 多模式镇痛组 IL-6、TNF- α 水平较常规组降低。因此可见多模式镇痛对改善患者在术中疼痛及术后的残余痛有显著的效果。除此之外还应做到以应用小剂量的药物以获最优的镇痛结果为目的的个体化镇痛。

三、术后管理

术后残余疼痛是 PELD 患者的常见问题,但疼痛的原因尚不能完全确定。术前患者由于 LDH 导致的疼痛而不敢长时间进行活动,腰背部肌肉萎缩,无法对腰椎形成稳定的支撑,因此术后合适的下床活动时间以及合理的康复方案对患者极为重要。传统观念认为术后患者卧床 7 天或更长时间有助于减少并发症,但很多外科医生要求患者在 PELD 术后第 2 天下床进行行走练习。研究发现,患者术后行走时间的长短与术后并发症存在联系,术后较短的行走与较高的康复率呈正相关^[28]。但也有研究指出术后 1 周内行走较多的人,在术后 6 个月恢复的更好^[29]。由此可见,术后下床活动的时间肯定是影响术后并发症的因

素之一,术后早期下床活动是必要的,但活动的时间及强度应该根据患者的实际情况循序渐进进行。

1. 康复训练:合理的康复训练计划有助于加快康复进程,因此采用个性化以及更科学的康复方式至关重要。脊椎旁肌肉在维持脊柱整体平衡和最佳功能中起到了关键的作用。因此,椎旁肌的薄弱会使患者更容易出现腰椎失稳和功能障碍,从而导致腰痛^[30]。在 LDH 导致的疼痛及活动受限的影响下,患者通常会出现多裂肌的萎缩。因此恢复背部肌肉的锻炼有助于使患者尽早的恢复日常生活。以此为依据常规的术后康复锻炼通常以单纯的腰背部肌肉锻炼为主,具有一定的局限性。PELD 术后患者不仅需要背部肌肉进行锻炼,腹部肌群的稳定性同样重要,当腹部及背部力量平衡时,脊柱的稳定性更强。核心稳定性训练兼顾了腹部及背部肌肉的锻炼,刘克温等^[31]分别采用核心稳定性训练和常规背部训练对 PELD 术后患者进行干预,结果显示术后 3 个月时核心稳定性训练组的 ODI 评分更高,腰椎活动度更好。PELD 术式对突出的椎间盘甚至黄韧带、关节突进行摘除,在康复锻炼的过程中避免腰椎失稳的同时矫正因 LDH 导致的步态及下肢力学失衡的问题至关重要。因此,PELD 术后的康复训练还应注重全身的协调运动。有研究者提出腰椎运动链训练,通过核心力量训练联合骨盆下肢功能恢复训练,在增强肌肉力量的同时增加了步态的稳定性。为了降低复发性椎间盘突出的风险,使用护腰进行约 4 周的固定保护是有必要的,目的是确保破裂的环状纤维化可以愈合并缓解术后肌肉痉挛。

针对患者不同身体状况,制定个性化训练有助于帮助患者更好地恢复肌肉活动功能。患者个体生活方式不同,疾病严重程度不一意味着 PELD 预后各不相同。利用辅助系统对患者数据分析,给予术后不同阶段的患者不同的运动处方,有助于提高 PELD 疗效。刘传新等^[32]运用 Proxomed Tergumed 系统对术后患者的脊柱功能进行测试,整合分析其数据用于指导患者进行相应的个性化的功能训练。研究表明,手术后实验组的 VAS 以及 ODI 评分与对照组比较显著降低;在各肌肉群方面实验组与术前无明显差别,但对照组肌肉力量明显减弱。

综上所述,PELD 作为微创手术具备失血量少、软组织损伤较小、术后恢复时间短等优点。随着外科水平的不断进步和深入发展,其应用范围正在扩大,但术后并发症仍然存在,如血肿、癫痫、神经根损伤以

及硬脊膜损伤等。而术后残余痛也是临床亟需解决的问题。无论是从术前的宣教及患者管理,术中多学科合作以减轻患者痛苦,缩短手术时间,还是术后运用康复理念以及中医药对症治疗缓解疼痛,均将ERAS理念体现在围术期中,使患者的预后全面改善。PELD中的多项围术期措施极大地减少了患者的住院时间,加速了患者的康复进程。但国内关于ERAS在脊柱内镜手术方面的应用尚未成熟,关于ERAS在经皮脊柱内镜手术方面的应用效果未来仍需更多的证据予以证实。

参考文献

- Amin RM, Andrade NS, Neuman BJ. Lumbar disc herniation[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2017, 10(4): 507-516
- 程珍泉, 胡关勇, 徐新民, 等. 经皮椎间孔镜手术与传统开放手术治疗腰椎间盘突出症的效果比较[J]. *上海医药*, 2021, 42(6): 19-21, 52
- Chen XL, Chamoli U, Vargas CJ, *et al.* Complication rates of different discectomy techniques for symptomatic lumbar disc herniation: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2020, 29: 1752-1770
- Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation[J]. *Br J Anaesth*, 1997, 78(5): 606-617
- Mancuso CA, Reid MC, Duculan R, *et al.* Improvement in pain after lumbar spine surgery: the role of preoperative expectations of pain relief[J]. *Clin J Pain*, 2017, 33(2): 93-98
- Wilson CA, Roffey DM, Chow D, *et al.* A systematic review of preoperative predictors for postoperative clinical outcomes following lumbar discectomy[J]. *Spine J*, 2016, 16(11): 1413-1422
- Zarei B, Valiee S, Nouri B, *et al.* The effect of multimedia-based nursing visit on preoperative anxiety and vital signs in patients undergoing lumbar disc herniation surgery: a randomised clinical trial[J]. *J Perioper Pract*, 2018, 28(1-2): 7-15
- Jarvimaki V, Kautiainen H, Haanaa M, *et al.* Obesity has an impact on outcome in lumbar disc surgery[J]. *Scand J Pain*, 2016, 10: 85-89
- Xu X, Li X, Wu W. Association between overweight or obesity and lumbar disk diseases: a Meta-analysis[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2015, 28(10): 370-376
- Mo Z, Zhang R, Chang M, *et al.* Exercise therapy versus surgery for lumbar spinal stenosis: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Pak J Med Sci*, 2018, 34(4): 879-885
- Tønnesen H, Nielsen PR, Lauritzen JB, *et al.* Smoking and alcohol intervention before surgery: evidence for best practice[J]. *Br J Anaesth*, 2009, 102(3): 297-306
- Yeung AT. Minimally invasive disc surgery with the yeung endoscopic spine system (YESS) [J]. *Surg Technol Int*, 1999, 8: 267-277
- 曾昭峰, 孙若宾, 张伟涛. TESSYS技术对腰椎间盘突出合并神经根狭窄症患者的下肢神经功能及腰痛功能的影响[J]. *辽宁医学杂志*, 2022, 36(3): 62-65
- Wu XD, Chen Y, Yu WC, *et al.* Effectiveness of bi-needle technique (hybrid yeung endoscopic spine system/transforaminal endoscopic spine system) for percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. *World Neurosurg*, 2018, 119: e53-e59
- Cheng Yuan-Pei, Cheng Xiao-Kang, Wu Han. A comparative study of percutaneous endoscopic interlaminar discectomy and transforaminal discectomy for L5-S1 calcified lumbar disc herniation[J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2022, 23(1): 244
- Ren Z, He S, Li J, *et al.* Comparison of the safety and effectiveness of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for treating lumbar disc herniation under epidural anesthesia and general anesthesia[J]. *Neurospine*, 2020, 17(1): 254-259
- Wu K, Zhao Y, Feng Z, *et al.* Stepwise local anesthesia for percutaneous endoscopic interlaminar discectomy: technique strategy and clinical outcomes[J]. *World Neurosurg*, 2020, 134: e346-e352
- Feng WL, Yang JS, Wei D, *et al.* Gradient local anesthesia for percutaneous endoscopic interlaminar discectomy at the L5/S1 level: a feasibility study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 413
- Di Martino A, Russo F, Denaro, *et al.* How to treat lumbar disc herniation in pregnancy? A systematic review on current standards[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(Suppl 4): 496-504
- Merter A, Karaeminogullari O, Shibayama M. Comparison of radiation exposure among 3 different endoscopic discectomy techniques for lumbar disk herniation[J]. *World Neurosurg*, 2020, 139: e572-e579
- Zhang M, Yan L, Li S, *et al.* Ultrasound-guided transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a new guidance method that reduces radiation doses[J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(11): 2543-2550
- 胡芳铭, 雷丽香, 邱洁, 等. 肌骨超声辅助定位在经皮椎间孔镜穿刺技术中的临床价值[J]. *骨科*, 2021, 12(6): 509-512
- Fan G, Wang C, Gu X, *et al.* Trajectory planning and guided punctures with isocentric navigation in posterolateral endoscopic lumbar discectomy[J]. *World Neurosurg*, 2017, 103: 899-905, e4
- Yang JS, Liu KX, Kadimcherla P, *et al.* Can the novel lumbar triangle technique based on biplane oblique fluoroscopy facilitate transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for patients with L5-S1 disc herniation combined with high iliac crest? case-control study of 100 patients[J]. *Pain Physician*, 2020, 23(3): 305-314
- Wang T, Wang DN, Liu WT, *et al.* Hemostatic effect of topical hemocoagulase spray in digestive endoscopy[J]. *World J Gastroenterol*, 2016, 22(25): 5831-5836
- 徐进, 马信龙. 脊柱手术多模式镇痛的应用进展[J]. *中华骨科杂志*, 2019, 39(12): 774-780
- 李杰, 江伟, 彭立鹏. 多模式镇痛在局部麻醉经椎间孔入路经皮内窥镜下椎间盘切除术中的应用[J]. *脊柱外科杂志*, 2020, 6: 392-397
- Gilmore SJ, Hahne AJ, Davidson M, *et al.* Physical activity patterns of patients immediately after lumbar surgery[J]. *Disabil Rehabil*. 2020, 42(26): 3793-3799
- Gilmore SJ, Hahne AJ, Davidson M, *et al.* Predictors of substantial improvement in physical function six months after lumbar surgery: is early post-operative walking important? A prospective cohort study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1): 418
- 宫明岩, 裴亚琦. 改良腰腹肌康复锻炼对经皮椎间孔镜髓核摘除术后患者的影响评价[J]. *航空航天医学杂志*, 2021, 32(2): 239-240
- 刘克温, 任悦菲, 张玺, 等. 核心稳定性训练法对腰椎退行性疾病患者微创术后效果观察[J]. *承德医学院学报*, 2021, 38(3): 209-212
- 刘传新, 赵君, 李慧, 等. Proxomed Tergumed用于椎间孔镜术后早期康复的临床效果分析[J]. *现代生物医学进展*, 2019, 19(13): 2523-2527

(收稿日期: 2022-07-19)

(修回日期: 2022-09-14)