

# 腹腔镜下神经松解术治疗骨盆骨折合并腰骶干神经损伤的初步临床疗效评估

杨晓东 陈煜辉 麦奇光 李涛 朱振华 樊仕才

**【摘要】** 目的 探讨腹腔镜下腰骶干神经松解术治疗骨盆骨折合并腰骶干神经损伤的初步临床疗效。方法 回顾性分析6例接受腹腔镜下腰骶干神经松解术的骨盆骨折合并腰骶干神经损伤患者的资料(2019年12月至2020年12月),其中男5例,女1例;平均年龄(36±15)岁(18~53岁);骨盆骨折Tile分型:C1.3型5例,C3型1例;受伤至手术时间:<3w 2例,3w~3月1例,>3月3例。术前根据英国医学研究会神经损伤委员会(BMRC)肌力标准:M0级4例,M1级2例。所有患者在术前均通过查体、骨盆增强CT联合磁共振神经成像(MRN)三维图像融合技术确诊为完全性腰骶干神经损伤且性质为软组织卡压。结果 6名患者中有4名顺利完成腹腔镜下神经松解,2名患者由于术中神经松解不彻底加行开放手术。腹腔镜手术平均时间(173±8)min;术中平均出血(112±56)ml。末次随访时肌力恢复情况:M4级3例,M3级1例,2例未恢复。结论 腹腔镜下神经松解术是一种精准、微创的手术方式,可能是骨盆骨折伴有软组织卡压的腰骶干神经损伤患者的有效治疗方案。

**【关键词】** 骨盆骨折; 腰骶干神经损伤; 神经减压; 腹腔镜

**The effectiveness and feasible of laparoscopic neurolysis for the treatment of pelvic fracture combined lumbosacral trunk injury** Yang Xiaodong, Chen Yuhui, Mai Qiguang, Li Tao, Zhu Zhenhua, Fan Shicai. Department of Traumatic Surgery, Center for Orthopaedic Surgery, the Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510630, China

Corresponding author: Fan Shicai, Email: 553924952@qq.com

**【Abstract】 Objective** To measure the effectiveness and feasible of laparoscopic neurolysis for the treatment of pelvic fracture combined lumbosacral trunk injury. **Methods** From December 2019 to December 2020, 6 patients with pelvic fracture combined lumbosacral trunk injury were received laparoscopic neurolysis (Male 5, female 1, mean age: 36±15). Tile classification of pelvic fracture: C1.3 of 5 cases, C3 of 1 cases, one patient was presented nerve injury post sacral-iliac screw fixation. The time before operation were: 2 cases less than 3 weeks, between 3 weeks and 2 month was 1 case, over 2 months were 3 case. The muscle strength of patients before operation were recorded according to the level of Nerve Injuries Committee of the British Medical Research Council (BMRC). M0 of 4 cases, M1 of 2 cases. All cases were diagnosed with soft tissue entrapment of lumbosacral trunk by physical examination and enhanced CT and magnetic resonance neurography (MRN) fusion technique. **Results** Four patients were underwent laparoscopic neurolysis successfully and 2 patients were underwent opening operation due to bony entrapment was observed intra-operatively. The mean operative time of laparoscopic neurolysis was (173±8) min and mean blood loss was (112±56) ml. The muscle strength at the endpoint of follow-up were M4 of 3 cases, M3 of 1 cases, no recover in 2 cases. **Conclusions** The laparoscopic neurolysis is a precise, minimally invasive method for the pelvic fracture combined soft tissue entrapment of lumbosacral trunk and the primary effectiveness is safe and sufficient.

**【Key words】** Pelvic fractures; Lumbosacral trunk injury; Neurolysis; Laparoscope

在骨盆骨折中,腰骶丛神经损伤的发生率约为12~26%,而在伴有骶髂关节周围骨折脱位的骨盆骨折中以腰骶干神经损伤最为常见<sup>[1-2]</sup>。既往研究结果显示,约40%合并腰骶干神经损伤的骨盆骨折患者在伤后的1年内,可自行恢复部分神经功能。因此,传统观点认为,对此类患者进行神经探查、减压、松解需十分谨慎<sup>[3-4]</sup>。然而,近年越来越多的报道已证实早期进行神经探查、减压有利于骨盆骨折合并神经损伤患者的功能恢复<sup>[2,5-6]</sup>。此外,得益于影像学技术的进步,以往较难定位定性的腰骶丛损伤,现阶段已可通过术前影像学检查进行精确定位、定性诊断,为早期进行神经探查、松解手术提供证据及指导<sup>[7-8]</sup>。

过往的研究显示,在骨盆骨折合并腰骶干神经损伤中,神经损伤部位基本位于骶髂关节周围<sup>[9-10]</sup>。大量研究已报导经前方入路行神经减压松解手术可获得较好的疗效<sup>[11-12]</sup>。然而,由于腰骶干神经在骶前走行处的解剖结构复杂,血管神经丛密集且多处于深部,开放手术不仅创伤大、出血多,亦有着极大的手术难度与手术风险,如何降低骨盆骨折合并腰骶干神经损伤的创伤及副损伤一直以来都是临床骨科的一大难题。

近几年来,本团队利用骨盆增强CT联合磁共

振神经显像技术(Magnetic Resonance Neurography, MRN)三维图像融合技术,在术前获得骨盆骨折合并腰骶丛神经损伤患者的三维融合影像(图1~4),可对腰骶丛神经损伤做出精准的定位和定性诊断,在此基础上对明确诊断为腰骶干神经软组织卡压的患者进行腹腔镜下的腰骶干神经探查与松解。本研究回顾性分析本团队自2019年12月至2020年12月,6例接受腹腔镜对腰骶干神经进行探查、松解手术的骨盆骨折合并腰骶干神经损伤患者资料,旨在:(1)探讨腹腔镜下腰骶干神经松解术的手术方法及适应证;(2)初步评价其临床疗效。

## 资料与方法

### 一、纳入和排除标准

纳入标准:(1)骨盆骨折合并腰骶干神经损伤接受腹腔镜下腰骶干神经探查、松解手术治疗患者;(2)术前CTA联合MRN三维重建技术辅助诊断,影像学表现与临床症状相符合者;(3)有完整随访资料且随访时间超过1年者。

排除标准:(1)骨盆骨折合并腰骶干神经损伤的非手术治疗者;(2)涉及骶骨骨折需后路手术固定与

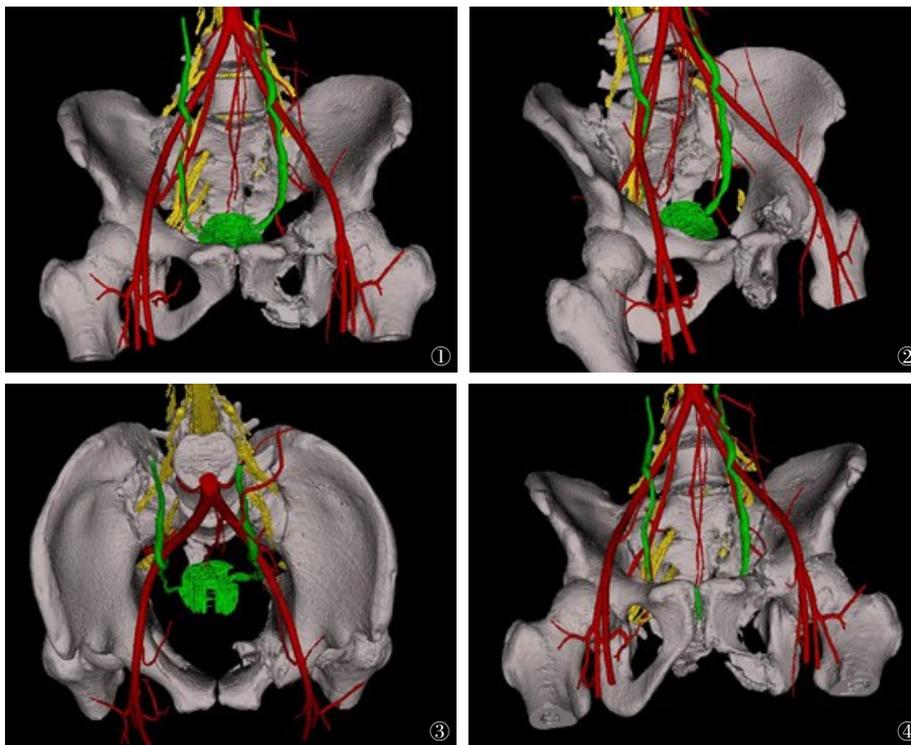


图1~4 骨盆增强CT联合MRN三维图像融合技术:患者左侧腰骶干神经走行消失,但无明显骨折块的压迫,因此考虑损伤性质为软组织压迫(白色为骨性结构,红色标记为动脉,绿色标记为输尿管与膀胱,黄色标记为神经根)

骶管减压者；(3)患者拒绝手术治疗或不能耐受手术者；(4)随访资料不全或随访时间不足1年者。

本研究获得南方医科大学第三附属医院伦理委员会批准(伦理号:201803004),所有患者均签署知情同意书。

## 二、一般资料

2019年12月至2020年12月我院采用腹腔镜下腰骶干神经松解术治疗骨盆骨折合并腰骶干神经损伤患者6例(表1),其中:男5例,女1例;年龄18~53岁,平均(36±15)岁;受伤机制:高处坠落伤2例,交通伤3例,医源性损伤1例;骨盆骨折Tile分型:C1.3型5例,C3型1例;受伤至手术时间:<3 w 2例,3 w~3月1例,>3月3例;合并损伤:其他部位骨折5例,尿道损伤3例,直肠损伤1例,Morel-Lavallee损伤2例。本组6例伤后均表现为下肢腓总神经功能障碍,无胫神经及大小便功能障碍。根据英国医学研究会神经损伤委员会(Nerve Injuries Committee of the British Medical Research Council, BMRC)肌力评价标准:M0级4例,M1级2例。术前通过临床查体、结

合骨盆增强CT联合MRN三维图像融合技术,对腰骶干神经损伤做出准确的定位和定性诊断,确保手术的精准。

## 三、手术方法

术前根据骨盆骨折的类型、移位程度、腰骶干神经损伤的部位、性质及与骨盆骨折的关系、受伤至手术时间等,制定骨折复位固定、神经探查松解的具体手术方案。本组6例术前均诊断为腰骶干神经的完全性损伤,影像学表现为软组织卡压伤,决定行腹腔镜下前路神经减压。6例患者中4例患者通过腹腔镜完成腰骶干神经镜下松解术,2例患者因术中腹腔镜下发现腰骶干神经存在骨性压迫而无法在腹腔镜下进行彻底神经松解,加行腹直肌外侧入路开放神经松解术。

腹腔镜下腰骶干神经减压松解术:气管插管全身麻醉后,患者取平卧、头低脚高位,常规消毒、铺无菌单;按腹腔镜操作规范行腹壁打孔、形成气腹。在患侧后腹膜找到髂外血管走行标志(图5),经髂外血管走行方向打开后腹膜,沿髂外血管进行分离,找

表1 腹腔镜下腰骶干神经松解患者一般情况表

性别	年龄(岁)	受伤至手术时间(d)	诊断	合并伤	手术方式	手术时间(min)	术中出血(ml)	术前踝背伸肌力	术后半年神经功能	术后1年神经功能
男	46	15	1、骨盆骨折(Tile C1.3) 合并腰骶干神经损伤 2、双侧髌臼骨折	1、左大腿 Morel-Lavallee 损伤 2、T <sub>12</sub> -L <sub>5</sub> 多发性附件骨折	腹腔镜	180	50	M0级	M3级	M4级
男	18	225	1、骨盆骨折(Tile C1.3) 2、腰骶干神经损伤	1、尿道断裂膀胱造瘘术后 2、直肠损伤直肠造瘘术后	腹腔镜+开腹手术	140+80	120+400	M0级	M2级	M3级
男	27	136	1、骨盆骨折(Tile C1.3) 2、腰骶干神经损伤	1、第1、2腰椎椎体压缩骨折	腹腔镜	165	160	M1级	M1级	M1级
女	48	417	1、骨盆骨折(Tile C3) 2、腰骶干神经损伤	1、右大腿 Morel-Lavallee 损伤 2、全身多发性骨折	腹腔镜+开腹手术	190+90	145+650	M1级	M1级	M1级
男	53	66	1、骨盆骨折(Tile C1.3) 2、腰骶干神经损伤	1、尿道断裂吻合术后 2、右踝关节骨折术后	腹腔镜	180	160	M0级	M2级	M4级
男	24	18	1、骨盆骨折(Tile C1.3) 2、腰骶干神经损伤	1、尿道断裂膀胱造瘘术后 2、双跟骨骨折	腹腔镜	170	80	M0级	M4级	M4级

到髂内血管、髂总血管并进行游离,在髂血管的外侧贴近骨面找到腰骶干神经(图6),结合术前影像学资料和术中镜下神经组织表现,找到腰骶干神经卡压损伤的部位(图7),小心分离压迫神经组织周围的瘢痕组织,彻底松解腰骶干神经(图8),再仔细检查腰骶干神经自L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>椎间孔至远端转向坐骨大孔处神经组织完全松弛后,严格止血后放置引流管,缝合后腹膜及腹壁切口(本操作是在腹腔镜操作经验丰富的妇科专家协助下完成)。

#### 四、术后观察指标及随访

根据BMRC提出的肌力评价标准<sup>[2]</sup>评定术后肌力恢复情况:M0为肌肉无收缩,M1为近端肌肉可见收缩,M2为近、远端肌肉均可见收缩,M3为所有重要肌肉能抗阻力收缩,M4为能进行所有运动并包括独立或协同运动,M5为完全正常。

随访请详述如:通过电话、邮件及门诊复查等方法进行随访。分别于术后2个月、3个月、6个月、12个月、24个月进行门诊随访,以后每年至少1次门诊检查。所有患者均拍摄骨盆正、入口、出口位X线片。术后首次复诊时指导扶拐下地行走的正确步态,纠正不良行走方式,指导加强患肢肌力功能锻炼强度,第二次复诊时进一步巩固首次复诊的要求并复查骨盆正、入口、出口位X线片。

#### 五、统计学分析

应用SPSS23.0统计软件(IBM,美国)进行数据

录入以及统计学分析,计量资料采用Kolmogorov-Smirnov检验是否符合正态分布,符合正态分布的手术时间、出血量以 $\bar{x} \pm s$ 表示,手术时间、出血量比较采用两独立样本 $t$ 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、一般结果

6例患者术中腰骶干神经损伤部位均于术前CT、MRN诊断相符合(6/6, 100%);神经损伤性质判断中有2例不符(2/6, 33.3%),此2例术前MRN诊断考虑为软组织卡压损伤,术中发现伴有骨性卡压损伤,术中因神经松解不彻底加行经腹直肌外侧入路开放手术。

单纯腹腔镜下完成神经松解手术4例患者的手术时间为(173±8)min(165~180 min);手术时间略高于本专业团队实施开放手术探查时间(155±32)min, 120~220 min<sup>[2]</sup>,但差异无统计学意义( $P=0.1195$ );术中出血(112±56)ml(50~160 ml),明显低于开放手术的出血量(1 070±426)ml, 680~2 440 ml<sup>[2]</sup>,差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。所有患者均无腹腔感染等并发症发生。

### 二、术后神经功能恢复情况

所有6例患者均获得12~24个月的随访,平均

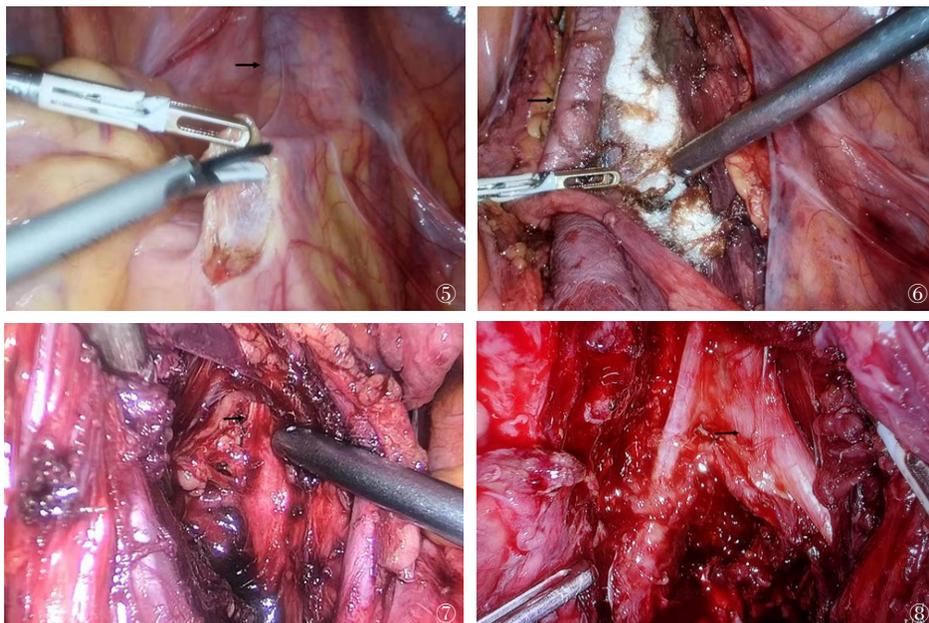


图5 经髂外血管走行方向打开后腹膜(箭头:髂外血管);图6 在髂血管的外侧贴近骨面找到腰骶干神经(箭头:髂血管);图7 在髂血管的外侧贴近骨面找到腰骶干神经(箭头:腰骶干);图8 松解后的腰骶干神经(箭头:腰骶干)

(18±4)个月。4例完成腹腔镜下神经松解的患者在半年随访时根据BMRC提出的肌力评价标准<sup>[8]</sup>评定术后肌力恢复情况:1例肌力恢复至M2级,1例肌力恢复至M4级,1例肌力恢复至M5级,无恢复1例(术前M1)。末次随访时:2例肌力恢复至M5级,1例肌力恢复至M4级,无恢复1例(术前M1)。2例联合开放神经松解术的患者,1例在术后半年和一年的随访时肌力分别恢复至M2级与M3级,另1例肌力在术后半年及1年均未恢复。

## 讨 论

### 一、骨盆骨折合并腰骶干神经损伤的治疗现状

腰骶干神经由腰4、5神经根的前支组成,贴近骨面走行于骶骨翼前方,下行骶骨耳状面与腰1、2神经根前支汇合成为腰骶丛。骨盆骨折合并腰骶干神经损伤与骨折类型密切相关,损伤主要包括骨折移位造成神经牵拉伤、移位的骨折块或组织压迫邻近走行的腰骶干神经及神经根性撕脱伤。其中以神经卡压伤最为常见,表现为腓总神经损伤症状<sup>[13-14]</sup>。

骨盆骨折合并腰骶干神经损伤是否应早期进行神经探查一直存在一定争议,主要争议点有:(1)部分患者的症状可在伤后自行缓解;(2)腰骶干神经走行区域解剖结构复杂,手术探查手术难度较大,创伤大,骨盆骨折时,正常解剖结构会出现变异,容易发生手术副损伤;(3)由于损伤性质在探查前难以判断,早年的一些报道提示探查、减压的疗效并不明确<sup>[5,9]</sup>。但国内外近10余年的报道提示,对于骨盆骨折合并腰骶干损伤的患者,早期手术探查减压的患者愈后显著优于保守治疗<sup>[2,8,12,14]</sup>。本团队近几年利用增强CT联合MRN三维融合重建技术,已可对骨盆骨折合并腰骶丛神经损伤进行精确的定位及定性判断。本研究中的6名患者,术中探查发现的神经损伤部位与术前三维图像融合成像诊断均完全符合。但其中2例患者因术中神经松解不彻底而联合开放手术,且其中1名患者可能因卡压时间过长(417d),在术后1年随访中神经功能并无恢复,这也从侧面提示了对骨盆骨折合并腰骶干神经损伤进行早期手术探查减压的必要性。

### 二、腹腔镜下腰骶干神经损伤松解的优势与适应证

腰骶干神经走行区域解剖结构复杂,且在骨盆

骨折时,正常的解剖结构多有移位,神经探查手术难度高、创伤大、副损伤多,一直都是骨科医生面临的巨大挑战<sup>[15-17]</sup>。

近年,NucelioLemos等<sup>[18-20]</sup>采用腹腔镜技术对盆腔神经卡压综合征的患者进行探查和松解,取得了较好的疗效。受此启发,本团队采用腹腔镜技术对骨盆骨折合并腰骶干损伤的患者进行神经探查及松解,相比传统的开放手术,腹腔镜手术操作精准、术野清晰、术中出血少,手术创伤与手术风险小。本组病例中,4例因软组织卡压引起腰骶干损伤的患者均在腹腔镜下完成了神经松解,无手术相关副损伤的发生。3例在术后1~2年的随访中表现出了良好的神经功能恢复,这些结果提示了腹腔镜下腰骶干神经松解的安全性及可行性。

另一方面,基于既往研究报道与本团队实践经验,我们认为腹腔镜下腰骶干神经松解术应具备以下手术适应证:(1)影像学表现为神经的连续性存在(神经吻合术无法在腹腔镜下完成);(2)神经损伤明确为软组织束缚或瘢痕组织增生造成(影像学上表现有明确的骨性组织卡压镜下松解困难);(3)腰骶干神经损伤的部位必须位于骶前走行区(腹腔镜下无法处理椎管内或坐骨大孔以远的损伤)。此外,在本组6例中,有2例术前诊断为软组织卡压,但术中探查发现为骨性组织卡压,腹腔镜下无法进行有效减压,故转为开放手术。因此,笔者建议手术操作者必须有丰富的开放手术经验,术前应预备开放手术探查方案。

### 三、腹腔镜下神经松解术在合并神经损伤的骨盆骨折中应用的不足

尽管腹腔镜下腰骶丛神经探查和松解相较于传统开放手术有较大的优势,但由于技术难度较高,目前使用腹腔镜技术对骨盆骨折合并的腰骶干神经损伤进行探查松解的报道鲜见,仅张立海等学者报道了1例使用达芬奇机器人对此类损伤进行腹腔镜下神经减压术<sup>[9]</sup>。因此,骨盆骨折合并腰骶干损伤的腹腔镜下神经松解治疗尚缺乏技术经验与指导。而在本研究中,也仅有6例患者接受此类手术,且与本团队既往开放手术松解相比,腔镜手术出血量大大降低,但腹腔镜下神经减压手术耗时并无统计学差异<sup>[2]</sup>。

此外,本研究中使用的腹腔镜操作通道为妇科手术通道,不是专门用于神经松解的通道,尽管视野清晰,但显露范围较小,仅能显露腰骶干神经,无法显露S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>神经根及坐骨神经。因此,腹腔镜探查只

适用于合并腰骶干神经损伤的骨盆骨折患者。又由于缺乏针对性的操作工具,腹腔镜手术尚不能对骨性卡压导致的神经损伤进行有效的减压,也无法对连续性中断的神经进行腹腔镜下吻合。最后,腹腔镜的操作对于骨科医生来说学习曲线较长,而临床上尚缺少可视化模拟手术模型,临床骨科医生尚无法进行有效的模拟训练。

综上所述,腹腔镜下神经松解手术治疗骨盆骨折合并的腰骶干神经损伤具有精准、微创等优势,本研究结果初步验证了其临床应用的可行性及可操作性。但此技术还处于临床起步阶段,目前开展病例数较少,应用时间较短,因此其临床应用价值仍需要更大量的临床病例验证。

### 参 考 文 献

- Melhem E, Riouallon G, Habboubi K, et al. Epidemiology of pelvic and acetabular fractures in France [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020, 106(5): 831-839.
- 詹满锐, 郑秋宝, 黄复铭, 等. 经腹直肌外侧入路治疗垂直剪切型骨盆骨折合并腰骶丛神经损伤 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22(6): 482-488.
- Rodrigues-Pinto R, Kurd MF, Schroeder GD, et al. Sacral fractures and associated injuries [J]. *Global Spine J*, 2017, 7(7): 609-616.
- Mahajan R, Tandon V, Das K, et al. Management of neglected sacral fracture with cauda equina syndrome: report of two cases with review of literature [J]. *Spinal Cord Ser Cases*, 2015, 1: 15020.
- Li LX, Zhou DS. Operative treatment of pelvis fractures complicated with lumbosacral plexus compression injury [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2010(04): 391-395.
- 樊仕才, 唐毓金. 环骨盆创伤经典手术解析 [M]. 北京: 科学出版社, 2020: 332.
- 李琳, 王琦, 于震, 等. 磁共振神经成像技术在骨盆骨折合并腰骶丛损伤中的应用 [J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41(15): 1018-1024.
- Peng Y, Zhang W, Zhang G, et al. Using the starr frame and Da Vinci surgery system for pelvic fracture and sacral nerve injury [J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 29.
- 樊仕才, 郑秋宝, 侯志勇, 等. 骨盆骨折合并神经损伤的治疗策略 [J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41(19): 1373-1379.
- 樊仕才, 罗殿中, 侯志勇. 骨盆髋臼周围手术 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 384.
- 吴旻昊, 许可可, 陈子孟, 等. 腹直肌旁入路结合骶前减压术治疗陈旧性 Denis II 型骶骨骨折合并上骶丛损伤的疗效分析 [J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36(5): 421-427.
- 谷诚, 杨晓东, 夏广, 等. 经腹直肌外侧切口治疗骨盆、骶骨骨折合并腰骶丛损伤的临床疗效 [J]. *中华骨科杂志*, 2016, 36(9): 521-527.
- 樊仕才, 唐毓金. 环骨盆创伤经典手术解析 [M]. 北京: 科学出版社, 2020: 190.
- Rizkalla JM, Lines T, Nimmons S. Classifications in brief: the denis classification of sacral fractures [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2019, 477(9): 2178-2181.
- 高峰, 王钢. 不稳定型骶骨骨折的手术治疗进展 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2017, 19(2): 180-184.
- 郑博隆, 袁雷红, 杨小彬, 等. 直接减压联合腰骶固定治疗伴骶孔骨块占位和骶神经损伤 Denis II 型骶骨骨折的疗效 [J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36(3): 240-245.
- 孟士超, 吴斗, 赵恩哲, 等. 骶髂螺钉治疗骨盆后环骨折及辅助置钉技术的研究进展 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2021, 7(3): 187-192.
- Lemos N, Sermer C, Fernandes G, et al. Laparoscopic approach to refractory extraspinal sciatica and pudendal pain caused by intrapelvic nerve entrapment [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 10820.
- Lemos N, Marques RM, Sparapani FV, et al. Laparoscopic approach to intrapelvic nerve entrapments [J]. *J Minim Invasive Gynecol*, 2015, 22(6S): S213.
- Possover M, Schneider T, Henle KP. Laparoscopic therapy for endometriosis and vascular entrapment of sacral plexus [J]. *Fertil Steril*, 2011, 95(2): 756-758.

(收稿日期:2021-12-15)

(本文编辑:吕红芝)

杨晓东, 陈煜辉, 麦奇光, 等. 腹腔镜下神经松解术治疗骨盆骨折合并腰骶干神经损伤的初步临床疗效评估 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2022, 8(1): 4-9.