

# 影响无骨折脱位型颈脊髓损伤手术疗效的多因素分析

李洪, 蒋成

(川北医学院附属医院骨科, 四川 南充 637000)

**【摘要】** 目的: 探讨影响无骨折脱位型颈脊髓损伤手术疗效的相关因素。方法: 对 2010 年 11 月至 2016 年 11 月被诊断为无骨折脱位型颈脊髓损伤且接受手术治疗 69 例患者的临床资料进行回顾性分析, 其中男 37 例, 女 32 例; 年龄 32~76(51.6±7.3) 岁。选择年龄、性别、脊髓损伤 ASIA 分级、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、后纵韧带骨化、椎间盘突出、MRI 中脊髓损伤类型、受伤至手术时间、大剂量激素冲击治疗、手术时间、术中出血量 12 个因素, 应用 SPSS 22.0 软件对数据进行 Logistic 单因素和多因素分析, 筛选出影响手术疗效的各因素, 并确定主要影响因素。结果: 单因素分析显示脊髓损伤 ASIA 分级、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、后纵韧带骨化、椎间盘突出、MRI 中脊髓损伤类型均与手术疗效相关 ( $P<0.05$ )。对筛选出的因素行多因素分析显示: 按照作用强度, 影响手术疗效的因素依次为 MRI 中脊髓损伤类型、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、脊髓损伤 ASIA 分级 ( $P<0.05$ )。结论: 影响无骨折脱位型颈脊髓损伤手术疗效的因素为 MRI 中脊髓损伤类型、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、脊髓损伤 ASIA 分级, 其中最主要的因素为 MRI 中脊髓损伤类型和长度。相较于其他患者, 术前 MRI 提示脊髓损伤类型为水肿+出血或者损伤长度  $\geq 45$  mm 的患者, 手术疗效欠佳的风险更高, 术前需与患者及家属充分沟通。

**【关键词】** 无骨折脱位型颈脊髓损伤; 外科手术; 预后因素; 多因素分析

中图分类号: R683

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.02.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

**Multivariate analysis of the operative effect on cervical spinal cord injury without fracture or dislocation** LI Hong and JIANG Cheng. Department of Orthopaedics, the Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan, China

**ABSTRACT Objective:** To explore the influencing factors of the operative effect on cervical spinal cord injury without fracture or dislocation. **Methods:** The clinical data of 69 patients with cervical spinal cord injury without fracture or dislocation from November 2010 to November 2016 who received operation were retrospectively analyzed. There were 37 males and 32 females, aged from 32 to 76 years with an average of (51.6±7.3) years. The clinical data of 12 factors were selected, including age, gender, ASIA grade of spine cord injury, the length of spine cord injury by MRI, Pavlov ratio, ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL), intervertebral disc herniation, type of spine cord injury by MRI, time from injury to operation, treatment of high-dose methylprednisolone, operation time, intraoperative bleeding volume. In order to screen the main influencing factors of above items to prognosis, the single factor and multiple factor Logistic regression analysis were used in the clinical data by SPSS 22.0 statistical software. **Results:** Univariate analysis results showed that the factors including ASIA grade of spine cord injury, the length of spine cord injury by MRI, Pavlov ratio, ossification of longitudinal ligament, intervertebral disc herniation, the type of spine cord injury by MRI were associated with prognosis ( $P<0.05$ ). Multi factor analysis of the selected factors indicated that the type of spine cord injury by MRI, the length of spine cord injury by MRI, Pavlov ratio, ASIA grade of spine cord injury were the main prognostic factors according to the influence intensity ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** The influencing factors of the operative effect on cervical spinal cord injury without fracture and dislocation were the type of spine cord injury by MRI, the length of spine cord injury by MRI, Pavlov ratio, ASIA grade of spine cord injury, and the foremost were the type and length of spine cord injury by MRI. Compared with other patients, preoperative MRI showed the patient with spinal cord injury type with bleeding and edema, or the length of spine cord injury larger than 45 mm may be less effective, therefore, it is necessary to thoroughly communicate with the patients and their kin before surgery.

**KEYWORDS** Cervical spinal cord injury without fracture or dislocation; Surgery; Prognostic factors; Multiplicity

通讯作者: 蒋成 E-mail: 641876394@qq.com

Corresponding author: JIANG Cheng E-mail: 641876394@qq.com

无骨折脱位型颈脊髓损伤是指患者具有颈脊髓、神经损伤临床症状,但在 X 线、CT 上却没有骨折

脱位等影像学表现的颈脊髓损伤, 所以又叫作无影像学异常的脊髓损伤<sup>[1]</sup>。无骨折脱位型颈脊髓损伤的患者在临床上并不少见, 随着人口老年化, 此类患者呈增多趋势。无骨折脱位型颈脊髓损伤的治疗方式一直存在争议, 近年来随着医学技术日新月异的快速发展和医学影像技术的巨大进步, 特别是 MRI 技术的广泛应用, 针对该损伤的致伤机制、临床特点、治疗预后等方面有了进一步的研究, 对于成年患者, 目前临床上大多外科医生主张手术治疗<sup>[2]</sup>。本文采用回顾性分析的方法, 对 2010 年 11 月至 2016 年 11 月行手术治疗的无骨折脱位型颈脊髓损伤患者的临床资料进行了统计和整理, 并对各临床因素进行 Logistic 多因素分析, 筛选出影响手术疗效的因素, 了解各影响因素的作用强度, 确定最主要的影响因素, 为预测手术疗效提供理论参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

**1.1.1 纳入标准** (1) 患者在我科诊断为无骨折脱位型颈脊髓损伤。(2) 接受手术治疗。(3) 随访期间无其他影响观察指标的疾病。

**1.1.2 排除标准** (1) 选择保守治疗。(2) 颈椎手术史。(3) 颈椎畸形。(4) 合并其他影响预后的疾病: 如颈椎结核、颈椎肿瘤。(5) 无完整病历资料及影像资料。

### 1.2 临床资料

选取 2010 年 11 月至 2016 年 11 月在我院骨科诊断为无骨折脱位型颈脊髓损伤并行手术治疗的 69 例患者, 其中男 37 例, 女 32 例; 年龄 32~76(51.6±7.3) 岁; 平地摔伤 15 例, 车祸伤 41 例, 高处坠落伤 6 例, 头部撞击伤 7 例。经前路手术 61 例, 后路手术 8 例, 其中后路手术术后发生伤口感染 1 例, 经积极治疗后痊愈。

### 1.3 治疗方法

**1.3.1 术前处理** 入院后立即予以患者颈椎牵引制动、预防感染、改善呼吸循环状况、使用脱水剂、完善相关影像学检查和脊髓损伤评估, 对受伤 8 h 内患者经家属同意后予以大剂量甲基强的松龙冲击治疗, 超过 8 h 予以小剂量糖皮质激素治疗, 同时辅以神经营养药物等治疗。

**1.3.2 手术选择** 据患者的脊髓损伤的节段数、致压情况、颈椎的稳定性及术者手术经验选择相应的手术方式: (1) 对于局限性颈脊髓腹侧的压迫如单节段或双节段椎间盘突出、孤立性后纵韧带钙化等, 选择经前路椎间盘切除、椎管减压、植骨融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF) 或经前路椎体次全切、椎管减压、植骨融合术 (anterior cervical corpectomy and fusion, ACCF); (2) 对于多节段脊髓

腹侧压迫如多节段椎间盘突出、多节段后纵韧带骨化等, 致压物主要来自背侧如黄韧带增生钙化等, 以及背腹侧均有压迫如颈椎管狭窄等, 则选择经后路椎板切除术或颈后路单开门或双开门椎管成形术。

**1.3.3 术后处理** 术后所有患者都给予了脱水剂、小剂量糖皮质激素, 营养神经药物、预防感染等一般处理, 对于四肢能活动的患者, 嘱其尽早进行功能锻炼, 特别是下肢能行走患者, 拔出引流管后尽早佩戴颈围等支具下床活动。患者通过门诊复查 X 线片等方式定期随访 6~33 个月。

### 1.4 观察项目与方法

对年龄、性别、脊髓损伤 ASIA 分级、后纵韧带骨化、椎间盘突出、Pavlov 比值 (图 1)、MRI 中脊髓损伤长度 (图 2)、MRI 中脊髓损伤类型 (图 3)、受伤至手术时间、大剂量激素冲击治疗、手术时间、术中出血量 12 个项目进行统计和记录。



图 1 Pavlov 比值计算示意图: a 为椎体矢状径, b 为椎管矢状径, Pavlov 比值=b/a。经计算该患者 Pavlov 比值为 0.48

**Fig.1** Calculation diagram of Pavlov ratio; a is the sagittal diameter of the vertebral body, b is the sagittal diameter of the spinal canal, Pavlov=b/a. The Pavlov ratio of the patient was 0.48

MRI 是目前检查脊髓损伤的最佳影像学方法之一, 本组患者术前均行了 MRI 检查, 以 MRI 中脊髓信号改变情况分为水肿、出血、水肿+出血 3 种类型, 其中水肿: T1 像呈正常强度信号, T2 像脊髓信号改变区的外周及中央皆为高信号; 出血: T1 像呈强度不均一信号改变, T2 像脊髓信号改变的中央为大区域低信号, 外周为薄边缘的高信号; 水肿+出血: T1 像呈正常强度信号, T2 像脊髓信号改变的中央为等强度信号, 外周为厚边缘的高信号<sup>[3]</sup>。

脊髓损伤信号长度分为 <45 mm 和 ≥45 mm<sup>[4]</sup>。受伤至手术时间分为 ≤24 h 和 >24 h<sup>[5]</sup>。Pavlov 比值是侧位 X 线片上颈椎管矢状径与颈椎体矢状径的



图 2 MRI 上脊髓损伤长度测量示意图:a 为脊髓损伤范围最高点,b 为脊髓损伤范围的最低点,连结 ab,线段 ab 的长度为脊髓损伤长度。经测量该患者损伤长度为 24.06 mm

Fig.2 Measurement diagram of the length of spine cord injury by MRI:a is the highest point of the range of spine cord injury,b is the lowest point of the range of spine cord injury,linking the highest point a to the lowest point b,the length of line segment ab is the length of spine cord injury.The length of spine cord injury of the patient by MRI was 24.06 mm

比值,此研究取脊髓受伤节段中最小的 Pavlov 比值,分为 0.7~0.75、0.65~0.7、0.65 以下 3 组。

手术疗效的评价采用日本骨科学会(Japanese Orthopedic Association,JOA)颈脊髓损伤功能评定标准(17 分法)<sup>[6]</sup>进行评定,分别在术前和末次随访时进行。根据 Hirabayashi 公式计算末次随访时 JOA 评分改善率,改善率=[(末次随访评分-术前评分)/(17-术前评分)]×100%;改善率 75%以上为优,50%~74%为良,25%~49%为可,25%以下为差<sup>[7]</sup>。

1.5 统计学处理

所有数据应用 SPSS 22.0 软件进行统计分析,以 P<0.05 为差异有统计学意义。对年龄、性别、脊髓损伤 ASIA 分级、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、后

纵韧带骨化、椎间盘突出、MRI 中脊髓损伤类型、受伤至手术时间、大剂量激素冲击治疗、手术时间、术中出血量 12 个项目分别赋值(见表 1)并进行单因素 Logistic 分析,筛选出与手术疗效相关的影响因素,再对筛选出的因素进一步行多因素 Logistic 分析,最终确定影响手术疗效的主要因素。

表 1 可能对 69 例手术治疗的无骨折脱位型颈脊髓损伤患者预后产生影响的因素及赋值

Tab.1 Factors and values of may influence the prognosis for 69 patients with cervical spine cord injury without fracture and dislocation undergoing surgery

变量	相关因素	赋值说明	赋值结果
X1	年龄	<50 岁(1), ≥50 岁(2)	1=31, 2=38
X2	性别	男(1),女(2)	1=37, 2=32
X3	脊髓损伤 ASIA 分级	A 级(1),B 级(2) C 级(3),D 级(4)	1=6, 2=9 3=38, 4=16
X4	MRI 中脊髓损伤长度	<45 mm(1), ≥45 mm(2)	1=54, 2=15
X5	Pavlov 比值	0.7 ≤ (1) < 0.75 0.65 ≤ (2) < 0.7, (3) < 0.65	1=14, 2=24 3=31
X6	后纵韧带骨化	不存在(1),存在(2)	1=59, 2=10
X7	椎间盘突出	不存在(1),存在(2)	1=14, 2=55
X8	MRI 中脊髓损伤类型	水肿(1),出血(2) 水肿+出血(3)	1=36, 2=21 3=12
X9	受伤至手术时间	≤24 h(1), >24 h(2)	1=9, 2=60
X10	大剂量激素冲击治疗	未用(1),使用(2)	1=44, 2=25
X12	术中出血量	<200 ml(1), ≥200 ml(2)	1=17, 2=52

2 结果

本组 69 例均顺利完成手术,随访时间 6~33 个月,术前 JOA 评分(9.73±1.25)分,术后 6 个月为(15.68±3.12)分,手术前后的 JOA 评分平均改善率为(69.57±12.61)%,说明手术疗效是明确的。典型病例影像学资料见图 4。

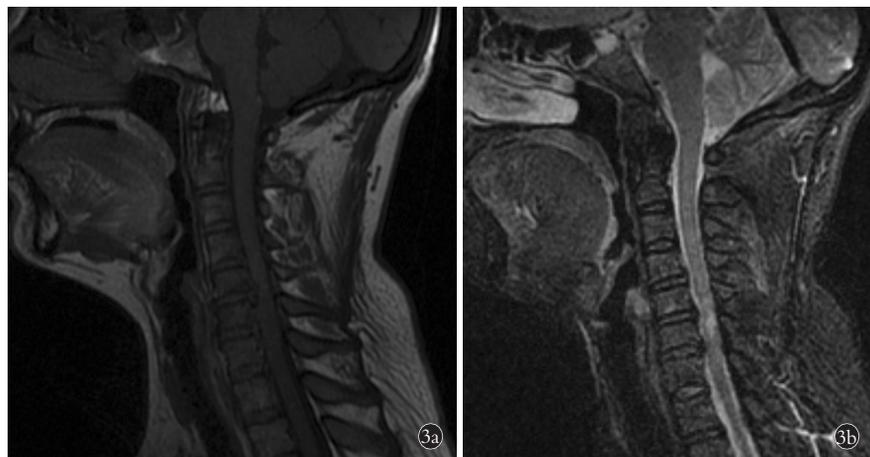


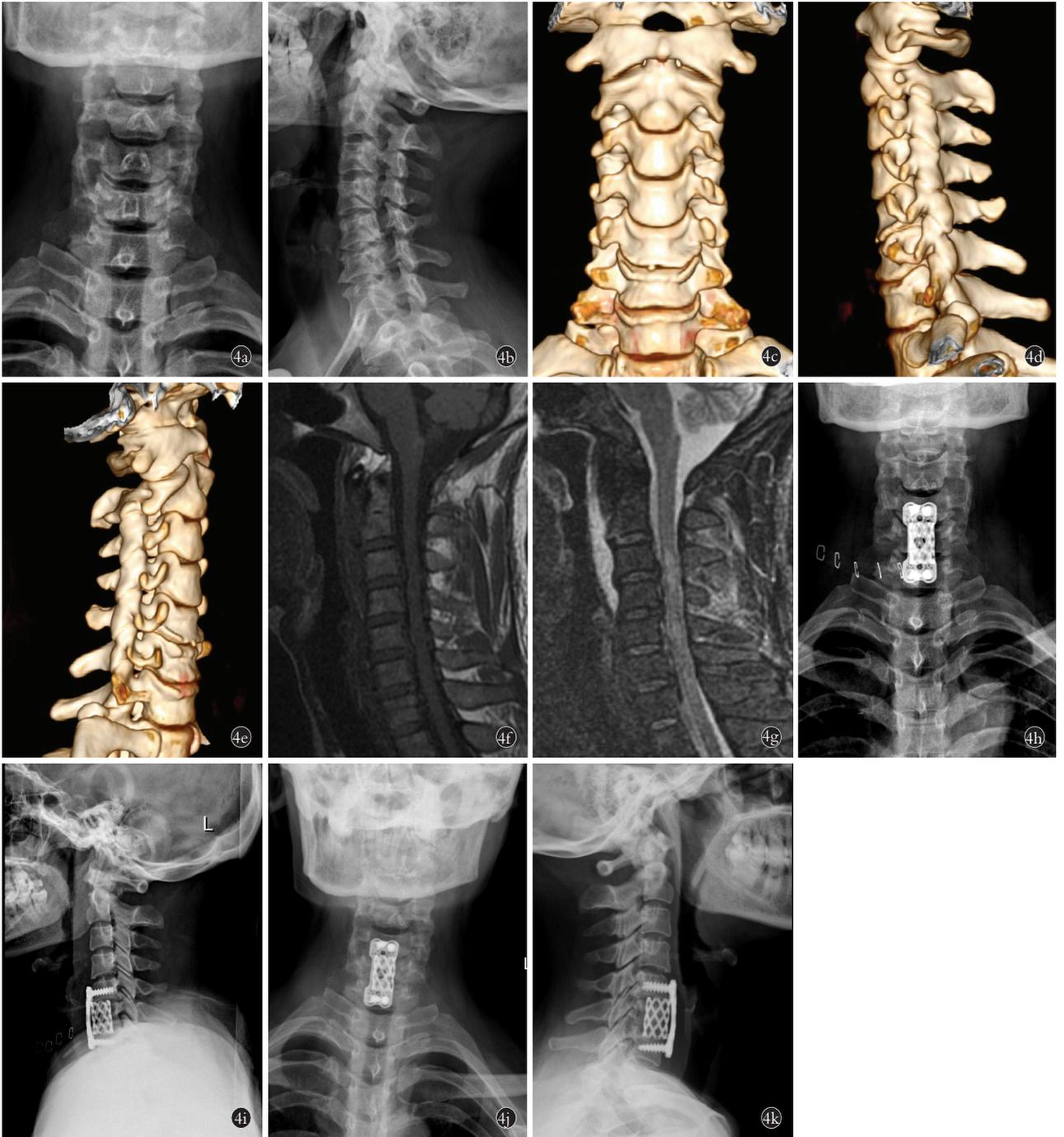
图 3 MRI 中脊髓损伤类型的判断。该患者脊髓损伤类型为出血+水肿 3a. T1 加权像未见明显改变,呈等信号 3b. T2 加权像脊髓损伤中央区可见条索状等信号,周围见高信号

Fig.3 Judgment of spine cord injury type by MRI. The spine cord injury type was bleeding and edema 3a. No significant changes on the T1 weighted image and presenting equal signal 3b. The cordlike equal signal could be seen in the central area of spinal cord injury on the T2 weighted image and high density signal could be seen in the peripheral area of spinal cord injury

### 2.1 单因素 Logistic 回归分析

以年龄、性别、手术时间、术中出血量、脊髓损伤 ASIA 分级、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、后纵

韧带骨化、椎间盘突出、MRI 中脊髓损伤类型、受伤至手术时间、大剂量激素冲击治疗 12 个因素为自变量,以术后脊髓功能恢复情况(优良及非优良)为因



**图 4** 患者,女,43 岁,坠落伤,诊断为无骨折脱位型颈脊髓损伤,经颈前路行 C<sub>6</sub> 椎体次全切、椎管减压、植骨融合术治疗 **4a,4b**。术前正侧位 X 线片未见骨折脱位 **4c,4d,4e**。术前 CT 三维成像未见骨折脱位 **4f,4g**。术前 MRI 可见 C<sub>5,6</sub> 及 C<sub>6,7</sub> 椎间盘突出压迫脊髓,相应节段脊髓信号改变 **4h,4i**。术后 2 d 正侧位 X 线片示内固定物位置良好 **4j,4k**。术后 6 个月正侧位 X 线片示内固定物在位,植骨融合可

**Fig.4** A 43-year-old female patient with fall injury was diagnosed as cervical spinal cord injury without fracture or dislocation,undergoing a surgery of anterior cervical corpectomy decompression and fusion (ACCF) for C<sub>6</sub>. **4a,4b**. No fracture and dislocation were found by X-ray films before surgery **4c,4d,4e**. No fracture and dislocation was found by CT three dimensional imaging before surgery **4f,4g**. Preoperative MRI showed the C<sub>5,6</sub> and C<sub>6,7</sub> intervertebral disc herniation compressing cervical spinal cord, the signal of corresponding segments occurred the changes **4h,4i**. X-ray films at 2 days after surgery showed that the position of internal fixation was good **4j,4k**. X-ray films at 6 months after surgery showed that the internal fixation was on the position and bone graft fusion was well

变量,依次进行单因素 Logistic 回归分析,筛选出可能与术后疗效相关的因素:脊髓损伤 ASIA 分级、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、后纵韧带骨化、椎间盘突出、MRI 中脊髓损伤类型( $P<0.05$ ),见表 2。

### 2.2 多因素 Logistic 回归分析

以单因素 Logistic 回归分析筛选出来的 6 个因素为自变量,以术后患者脊髓功能恢复情况(优良及非优良)为因变量进行。结果显示:按照对手术疗效

表 2 无骨折脱位型颈脊髓损伤 69 例患者分类变量与术后颈脊髓功能改善的单因素分析

Tab.2 The single factors analysis of categorical variables and postoperative functional improvement in 69 patients with cervical spinal cord injury without fracture and dislocation

临床相关因素	脊髓功能改善优良(例)	脊髓功能改善非优良(例)	OR(95%CI)	P 值
年龄				
<50 岁	24	7	1	
≥50 岁	22	16	2.494(0.864~7.197)	0.091
性别				
男	25	12	1	
女	21	11	1.091(0.400~2.975)	0.864
脊髓损伤 ASIA 分级				
A 级	1	5	1	
B 级	4	5	0.250(0.020~3.100)	0.280
C 级	27	11	0.081(0.009~0.780)	0.030
D 级	14	2	0.029(0.002~0.388)	0.008
MRI 中脊髓损伤长度				
<45 mm	41	13	1	
≥45 mm	5	10	6.308(1.822~21.832)	0.004
Pavlov 比值				
$0.7 \leq (1) < 0.75$	13	1	1	
$0.65 \leq (2) < 0.7$	17	7	5.353(0.584~49.101)	0.138
$(3) < 0.65$	16	15	12.187(1.416~104.887)	0.023
后纵韧带骨化				
不存在	43	16	1	
存在	3	7	6.271(1.443~27.253)	0.014
椎间盘突出				
不存在	13	1	1	
存在	33	22	8.667(1.057~71.077)	0.044
MRI 中脊髓损伤类型				
水肿	28	8	1	
出血	15	6	1.400(0.409~4.791)	0.592
水肿+出血	3	9	10.500(2.286~48.234)	0.003
受伤至手术时间				
≤24 h	7	2	1	
>24 h	39	21	1.885(0.359~9.898)	0.454
大剂量激素冲击治疗				
未使用	27	17	1	
使用	19	6	0.502(0.167~1.507)	0.219
手术时间				
<3 h	21	11	1	
≥3 h	25	12	0.916(0.336~2.498)	0.864
术中出血量				
<200 ml	9	8	1	
≥200 ml	37	15	0.456(0.148~1.406)	0.172

的影响程度,影响无骨折脱位型颈脊髓损伤患者术后疗效的因素依次为:MRI 中脊髓损伤类型、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、脊髓损伤 ASIA 分级 ( $P < 0.05$ ),而后纵韧带骨化和椎间盘突出暂不能做独立因素讨论 ( $P > 0.05$ ),见表 3。

### 3 讨论

#### 3.1 无骨折脱位型颈脊髓损伤的病理基础和致伤机制

颈椎的退行性改变和颈椎管狭窄是发生损伤的重要风险因素<sup>[8]</sup>。无骨折脱位型颈脊髓损伤的患者大多存在颈椎间盘突出、后纵韧带骨化、颈椎不稳、黄韧带肥厚和钙化等退行性改变,以及先天性和发育性的椎管狭窄,这些原因均可使颈椎管有效容积减少<sup>[9]</sup>。颈椎在外力的作用下做过伸运动,患者自身狭窄的颈椎管没有足够的储备空间进行缓冲,不仅如此,前方突出的椎间盘、骨化的后纵韧带等退行性病变的后移,进一步加重了颈椎管的狭窄程度,同时造成脊髓压迫,从而引起脊髓神经损害。尹飞等<sup>[10]</sup>认为颈椎过伸时椎管腹侧存在的病变与背侧向椎管皱褶的黄韧带可产生“嵌夹”效应,对颈脊髓产生压迫,从而导致脊髓损伤。脊髓损伤后,脊髓水肿和出血引起脊髓供血不足、微循环障碍、血栓形成等病理改变,造成了脊髓继发性的损伤。总之,对于成人无骨折脱位型颈脊髓损伤,各种原因导致的颈椎管狭窄是最主要的病理基础,而外力是引起脊髓发生损伤直接原因。

#### 3.2 无骨折脱位型颈脊髓损伤的治疗选择

国内外学者对于无骨折脱位型颈脊髓损伤治疗的选择一直存在争议。主张非手术治疗的学者认为,该类脊髓损伤没有骨折和脱位,通过合理的保守治疗不仅能够使脊柱自然恢复稳定,并且还能预防和阻止脊髓的继发性损伤,使受损的脊髓功能都能获得一定程度的恢复,而经过手术治疗的患者并不一定能够完全恢复<sup>[11]</sup>。Kawano 等<sup>[12]</sup>通过研究没有发现手术治疗比保守治疗更加具有优势。而主张手术的

学者认为尽早的行减压手术,不仅能够有效地降低水肿脊髓的内部压力,还能促进脊髓的血液循环,避免脊髓损害的进一步加重,为脊髓功能的恢复创造有利的条件,同时还可为患者争取宝贵的时间,避免后期发生创伤性脊髓病,提高综合治疗效果<sup>[13]</sup>。陈启明等<sup>[14]</sup>建议对于此类损伤,大部分患者都应手术治疗,保守治疗仅适合于 MRI 影像表现提示脊髓损伤轻的患者。Wang 等<sup>[15]</sup>通过研究认为手术治疗是更加有效的治疗措施。陈学明等<sup>[16]</sup>认为对于轻度无骨折脱位型颈脊髓损伤经保守治疗后可得到满意的效果,而重度脊髓损伤手术治疗效果明显好于保守治疗,依据脊髓损伤的严重程度来选择无骨折脱位型颈脊髓损伤的治疗方法,可能会产生更加优良的效果。笔者认为对于无骨折脱位型颈脊髓损伤患者而言,治疗的重点仍然是防止颈脊髓的继发性损伤,为脊髓的恢复创造条件,而早期手术治疗在改善脊髓的血液循环,避免或减轻脊髓的继发损害方面比非手术治疗更具优势。因此,对于脊髓损伤重的患者建议手术治疗,这一点与上述主张手术治疗的观点一致。而对于脊髓损伤轻的患者,因其常合并椎间盘突出、后纵韧带骨化、黄韧带肥厚等病理改变导致的颈椎管狭窄,若采用非手术治疗,在外力作用下再次发生颈脊髓损伤的风险较高,因此也建议手术治疗。本文未对手术方式与术后疗效的相关性进行研究,主要是术式的决定主要取决于患者的病理基础。总体而言,对于前方局限性的压迫选择前路手术,对于前方多节段或者后方的压迫选择后路手术,对于前后方都存在压迫,综合考虑手术创伤、术后并发症、住院费用等方面,临床上多以后方手术为主,前后路联合手术极少采用。同时已有学者通过多因素分析指出无骨折脱位型颈脊髓损伤患者术式的选择与术后疗效没有相关性<sup>[17]</sup>。

#### 3.3 手术治疗无骨折脱位型颈脊髓损伤预后的影响因素

本文选择 12 个可能对脊髓功能恢复产生影响

表 3 无骨折脱位型颈脊髓损伤 69 患者相关变量与术后颈脊髓功能改善的多因素分析

Tab.3 Multifactor analysis of the related variables and postoperative functional improvement in 69 patients with cervical spinal cord injury without fracture and dislocation

临床相关因素	回归系数 B	标准误	Wald $\chi^2$	P 值	OR 值(95%CI)
脊髓损伤 ASIA 分级	-1.303	0.528	6.089	0.014	0.272(0.097~0.765)
MRI 中脊髓损伤长度	2.796	1.001	6.804	0.005	16.371(2.303~116.377)
Pavlov 比值	1.697	0.675	6.316	0.012	5.495(1.453~20.511)
后纵韧带骨化	0.563	1.018	0.306	0.580	0.569(0.077~4.189)
椎间盘突出	1.272	1.347	0.041	0.840	0.762(0.054~10.682)
MRI 中脊髓损伤类型	1.374	0.539	7.504	0.003	3.951(1.374~11.359)

的因素进行单因素分析,结果提示脊髓损伤 ASIA 分级、MRI 中脊髓损伤类型、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、后纵韧带骨化、椎间盘突出与之有关。进一步通过多因素分析显示,MRI 中脊髓损伤类型、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、脊髓损伤 ASIA 分级与脊髓功能改善相伴率依次为 0.003、0.005、0.012、0.014,Wald 统计量依次为 7.504、6.804、6.316、6.089。说明 MRI 中脊髓损伤类型、MRI 中脊髓损伤长度对脊髓功能的改善最为重要。脊髓的损伤类型在 MRI 表现为不同的信号改变,当脊髓损伤较轻时,脊髓水肿,随着损伤进一步加重表现为脊髓出血和水肿+出血,在脊髓损伤的晚期脊髓内囊肿、软化,最终脊髓萎缩变细。水肿在 MRI 表现为:T1 像呈正常强度信号,T2 像脊髓信号改变区的外周及中央皆为高信号;出血:T1 像呈强度不均一信号改变,T2 像脊髓信号改变的中央为大区域低信号,外周为薄边缘的高信号;水肿+出血:T1 像呈正常强度信号,T2 像脊髓信号改变的中央为等强度信号,外周为厚边缘的高信号<sup>[3]</sup>。而脊髓损伤在 MRI 中主要表现为水肿和出血。其中出血在损伤初期因去氧血红蛋白的聚集在 T2 像中表现为低信号,1 周后因其去氧血红蛋白转变为高铁血红蛋白在 T2 像中表现为高信号,在慢性期,因含铁血黄素吞噬细胞的存在,T2 像将再次出现低信号<sup>[18]</sup>。脊髓损伤类型及损伤长度与脊髓功能的恢复紧密相关。Bozzo 等<sup>[19]</sup>认为颈脊髓损伤在 T2 像表现为信号正常或者局限性水肿者预后良好,而广泛性水肿或者合并出血者预后较差。国外学者经过研究指出,脊髓损伤后,MRI 中信号改变越长,高信号范围越大,可能损伤越重,最终的恢复效果越差<sup>[20-21]</sup>。而本次研究结果显示脊髓损伤为水肿或损伤长度 $<45$  cm 者大多预后良好,而损伤类型为水肿+出血或损伤长度 $\leq 45$  cm 者恢复差,这一点与上述学者的观点一致。所以 MRI 是所有无骨折脱位型颈脊髓损伤患者必需做的一项检查,这对治疗的决定和预后的评估起着及其重要的作用<sup>[22-23]</sup>。

本次研究中,Pavlov 比值与颈脊髓功能改善有关,未能发现后纵韧带骨化及椎间盘突出与颈脊髓功能改善有关。此研究中取的是脊髓受伤节段中最小的 Pavlov 比值,直接的反映了受伤阶段的椎管有效容积,而椎管有效容积越大,当患者受到外力损伤时,颈椎管内硬膜囊及脊髓进行缓冲的储备空间越大,患者受伤越轻。反之,如果 Pavlov 比值越小,说明储备空间越小,患者受伤越重。Wang 等<sup>[24]</sup>认为 Pavlov 比值代表着颈椎管狭窄程度,Pavlov 比值越小,颈椎管越狭窄,患者受到外力时脊髓损伤越重,手术疗效越差。Pavlov 比值不仅与预后有关,而且当

Pavlov 比值 $<0.7$  时发生无骨折脱位型颈脊髓损伤的风险相应增加<sup>[25]</sup>。虽然后纵韧带骨化及椎间盘突出对颈椎管容积大小也能产生影响,却不能对颈椎管狭窄程度有一个最直观的体现,也不能直接反映颈椎管有效空间的大小,后纵韧带骨化及椎间盘突出严重程度与进行缓冲的储备空间不成比例关系,所以当患者受到外力时脊髓损伤的程度与是否存在后纵韧带骨化及椎间盘突出并没有直接关系。从而有学者通过研究表示:无骨折脱位型颈脊髓损伤患者神经功能的恢复与颈椎间盘对脊髓的压迫无直接关系<sup>[26]</sup>。Okada 等<sup>[27]</sup>通过研究没有发现创伤性颈脊髓损伤预后与后者韧带骨化有关。ASIA 分级与颈脊髓损伤术后恢复相关,但相对重要性较轻,这与 Pang<sup>[28]</sup>认为 ASIA 分级仅能反映当前颈脊髓损伤情况,不是预测预后最好方法,而 MRI 检查结果才是最好方法的观点一致。

综上所述,手术治疗是无骨折脱位型颈脊髓损伤治疗的重要方法,手术可减轻脊髓水肿,降低脊髓内压力,改善脊髓血液循环,避免或者减轻脊髓的继发性损害。手术可以使颈椎获得坚固的稳定,恢复脊柱生理弯曲和椎体高度,有利于脊髓功能恢复<sup>[9]</sup>。而术后疗效受到 MRI 中脊髓损伤类型、MRI 中脊髓损伤长度、Pavlov 比值、脊髓损伤 ASIA 分级 4 个因素的影响,其中 MRI 中脊髓损伤类型、MRI 中脊髓损伤长度最为重要,因此患者术前行 MRI 检查,对于手术疗效的预测及其关键。相较于其他患者,术前 MRI 提示脊髓损伤类型为水肿+出血或者损伤长度 $\geq 45$  mm 的患者,手术疗效欠佳的风险更高,术前需与患者及家属充分沟通。

#### 参考文献

- [1] Epstein N, Epstein JA, Benjamin V, et al. Traumatic myelopathy in patients with cervical spinal stenosis without fracture or dislocation: methods of diagnosis, management and prognosis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1980, 5(6): 489-496.
- [2] 武文杰, 陈海, 黄德征, 等. 成人无骨折脱位型颈脊髓损伤的治疗进展 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(9): 776-778. WU WJ, CHEN H, HUANG DZ, et al. Treatment progress in adult patients with cervical spinal cord injury without fracture or dislocation [J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2010, 20(9): 776-778. Chinese.
- [3] Kulkarni MV, Bondurant FJ, Rose SL. 1.5 tesla magnetic resonance imaging of acute spinal trauma [J]. Radiographics, 1988, 8(6): 1059-1082.
- [4] Matsushita A, Maeda T, Mori E, et al. Can the acute magnetic resonance imaging features reflect neurologic prognosis in patients with cervical spinal cord injury [J]. Spine J, 2017, 17(9): 1319-1324.
- [5] Wilson JR, Tetreault LA, Kwon BK, et al. Timing of decompression in patients with acute spinal cord injury: a systematic review [J]. Global Spine J, 2017, 7(3 Suppl): S95-S115.
- [6] Yonenobu K, Okada K, Fuji T, et al. Causes of neurologic deteriora-

- tion following surgical treatment of cervical myelopathy[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1986, 11(8):818-823.
- [7] Ogihara N, Takahashi J, Hirabayashi H, et al. Long term results of computer-assisted posterior occipitocervical reconstruction[J]. *World Neurosurg*, 2010, 73(6):722-728.
- [8] Kato H, Kimura A, Sasaki R, et al. Cervical spinal cord injury without bony injury: a multicenter retrospective study of emergency and critical care centers in Japan[J]. *Trauma*, 2008, 65(2):373-379.
- [9] 马迅, 张鹏. 无骨折脱位型颈脊髓损伤的研究进展[J]. *中华创伤杂志*, 2014, 30(8):782-785.  
MA X, ZHANG P. Progress in research on cervical spinal cord injury without fracture or dislocation[J]. *Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 2014, 30(8):782-785. Chinese.
- [10] 尹飞, 朱灏宇, 朱庆三, 等. 无骨折脱位型颈脊髓损伤的预后分析[J]. *中华创伤杂志*, 2014, 30(2):100-102.  
YIN F, ZHU HY, ZHU QS, et al. Prognostic analysis of cervical spinal cord injury without fracture or dislocation[J]. *Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 2014, 30(2):100-102. Chinese.
- [11] 杨劲松, 蔡卫华. 外伤性无骨折脱位型颈髓损伤的影像学分析[J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2004, 25(5):489-491.  
YANG JS, CAI WH. Images analysis of traumatic cervical spinal injury without fracture-dislocation[J]. *Qi Qi Ha Er Yi Xue Yuan Xue Bao*, 2004, 25(5):489-491. Chinese.
- [12] Kawano O, Ueta T, Shiba K, et al. Outcome of decompression surgery for cervical spinal cord injury without bone and disc injury in patients with spinal cord compression: a multicenter prospective study[J]. *Spinal Cord*, 2010, 48(7):548-553.
- [13] 党耕町, 孙宇, 刘忠军. 无骨折脱位型颈脊髓损伤及外科治疗[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2003, 13(10):581-582.  
DANG GD, SUN Y, LIU ZJ. The spinal injury without fracture-dislocation and its surgical treatment[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2003, 13(10):581-582. Chinese.
- [14] 陈启明, 陈其昕. 非手术治疗无骨折脱位型颈脊髓损伤预后的多因素分析[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(3):242-247.  
CHEN QM, CHEN QX. Multivariate analysis for prognostic factors on non-operative treatment of cervical spinal cord injury without fracture or dislocation[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2016, 29(3):242-247. Chinese with abstract in English.
- [15] Wang Y, Xue Y, Zong Y, et al. Treatment of atypical central cord injury without fracture or dislocation[J]. *Orthopedics*, 2015, 38(6):e525-e528.
- [16] 陈学明, 许崧杰, 刘亚东, 等. 无骨折脱位型颈脊髓损伤治疗方法的探讨[J]. *中国矫形外科杂志*, 2011, 19(8):634-636.  
CHEN XM, XU SJ, LIU YD, et al. Management of cervical spinal cord injury without fracture and dislocation[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2011, 19(8):634-636. Chinese.
- [17] 刘新阁, 李涛, 陈方民, 等. MRI 在无骨折脱位型颈脊髓损伤诊断和预后分析中的作用[J]. *中国组织工程研究*, 2017, 21(31):5036-5041.  
LIU XG, LI T, CHEN FM, et al. Effects of MRI in the diagnosis and prognosis of cervical spinal cord injury without fracture or dislocation[J]. *Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu*, 2017, 21(31):5036-5041. Chinese.
- [18] Szwedowski D, Walecki J. Spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA)—Clinical and radiological aspects[J]. *Pol J Radiol*, 2014, 79:461-464.
- [19] Bozzo A, Marcoux J, Radhakrishna M, et al. The role of magnetic resonance imaging in the management of acute spinal cord injury[J]. *J Neurotrauma*, 2011, 28(8):1401-1411.
- [20] Boldin C, Raith J, Fankhauser F, et al. Predicting neurologic recovery in cervical spinal cord injury with postoperative MR imaging[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(5):554-559.
- [21] Machino M, Yukawa Y, Ito K, et al. An magnetic resonance imaging reflect the prognosis in patients of cervical spinal cord injury without radiographic abnormality[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(24):E1568-E1572.
- [22] Miyajiri F, Furlan JC, Aarabi B, et al. Acute cervical traumatic spinal cord injury: MR imaging findings correlated with neurologic outcome - prospective study with 100 consecutive patients [J]. *Radiology*, 2007, 243(3):820-827.
- [23] Fehlings MG, Martin AR, Tetreault LA, et al. A clinical practice guideline for the management of patients with acute spinal cord injury: recommendations on the role of baseline magnetic resonance imaging in clinical decision making and outcome prediction[J]. *Global Spine J*, 2017, 7(3 Suppl):S221-S230.
- [24] Wang J, Guo S, Cai X, et al. Establishment and verification of a surgical prognostic model for cervical spinal cord injury without radiological abnormality[J]. *Neural Regen Res*, 2019, 14(4):713-720.
- [25] Aebli N, Wicki AG, Rütgg TB, et al. The Torg-Pavlov ratio for the prediction of acute spinal cord injury after a minor trauma to the cervical spine[J]. *Spine J*, 2013, 13(6):605-612.
- [26] Cheng X, Ni B, Liu Q, et al. Clinical and radiological outcomes of spinal cord injury without radiologic evidence of trauma with cervical disc herniation[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2013, 133(2):193-198.
- [27] Okada S, Maeda T, Ohkawa Y, et al. Does ossification of the posterior longitudinal ligament affect the neurological outcome after traumatic cervical cord injury[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(11):1148-1152.
- [28] Pang D. Spinal cord injury without radiographic abnormality in children, 2 decades later[J]. *Neurosurgery*, 2004, 55(6):1325-1343.

(收稿日期:2019-06-11 本文编辑:王宏)