

论 著

不同入路手术治疗无骨折脱位型颈脊髓损伤的效果及对MRI影像学参数、脊髓功能的影响*

官从锦 赵 恒*

云南省第一人民医院, 昆明理工大学附属医院 (云南 昆明 650032)

【摘要】目的 探讨不同入路手术在无骨折脱位型颈脊髓损伤(CSCIWFD)中的应用。方法 选取2020年1月~2021年1月符合纳排标准的96例CSCIWFD患者, 采用完全随机化法分为两组, A组的48例采取前路减压植骨融合内固定术, B组的48例采取后路减压植骨融合内固定术。观察两组手术相关指标、术后融合、手术前后脊髓神经功能[脊髓损伤(ASIA)分级、颈椎(JOA)分数]、影像学主要参数[弥散系数(ADC)、向异性(FA)、最大脊髓压迫(MSCC)]、血清免疫球蛋白(Ig)含量及并发症。结果 A组手术、术后下床活动及术后住院时间均短于B组, 且术中出血量少于B组($P<0.05$); 术后6个月、12个月两组ASIA分级、JOA评分均较术前升高($P<0.05$), 但两组上述指标相比, 无显著差异($P>0.05$); A组坚强植骨融合时间短于B组, 术后3个月时融合率91.67%高于B组70.83%($P<0.05$); 术后6个月、12个月两组ADC、FA、MSCC均较术前降低, 且术后6个月A组低于B组($P<0.05$); 术后6个月、12个月两组血清IgG较术前降低, 且术后6个月A组IgG水平低于B组($P<0.05$), 术后6个月、12个月两组血清IgA、IgM水平相比, 无显著差异($P>0.05$); A组并发症发生率4.17%与B组8.33%相比, 无显著差异($P>0.05$)。结论 前路、后路手术治疗CSCIWFD, 均能使损伤节段获得良好的稳定性, 恢复脊髓神经功能。但需根据患者实际情况, 如损伤部位、损伤类型、脊髓受压部位, 个体化地选择入路方式是手术成功关键。

【关键词】无骨折脱位型; 影像学参数; 颈脊髓损伤; 脊髓功能; 免疫球蛋白

【中图分类号】R651.2

【文献标识码】A

【基金项目】云南省科技厅课题项目
(202102AA100021-111)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.09.020

The Effect of Different Approaches in the Treatment of Cervical Spinal Cord Injury Without Fracture and Dislocation and Its Influence on MRI Imaging Parameters and Spinal Cord Function*

GUAN Cong-jin, ZHAO Heng*

The First People's Hospital of Yunnan Province, Affiliated Hospital of Kunming University of Science and Technology, Kunming 650032, Yunnan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application of different approaches in cervical spinal cord injury without fracture and dislocation (CSCIWFD) and its effect on MRI imaging parameters and spinal cord function. **Methods** 96 CSCIWFD patients who met the inclusion and row criteria from January 2020 to January 2021 were selected and divided into two groups by complete randomization. 48 patients in group A received anterior decompression, bone grafting, fusion and internal fixation, and group B 48 cases underwent posterior decompression, bone grafting, fusion and internal fixation. The operation-related indexes, postoperative fusion, spinal nerve function before and after surgery [American Spinal Injury Association (ASIA) injury classification, Japanese Orthopaedic Association (JOA) score], main imaging parameters [diffusion coefficient (ADC), anisotropy (FA), maximum spinal cord compression (MSCC)], serum immunoglobulin (Ig) levels and complications. **Results** The operation, postoperative ambulation and postoperative hospital stay in group A were shorter than those in group B, and the intraoperative blood loss was less than that in group B ($P<0.05$). JOA scores were all higher than those before operation ($P<0.05$), but there was no significant difference in the above indicators between the two groups ($P>0.05$); The fusion time of strong bone graft in group A was shorter than that in group B, and the fusion rate at 3 months after operation was 91.67% higher than 70.83% in group B ($P<0.05$); The ADC, FA and MSCC of the two groups were decreased at 6 months and 12 months after operation compared with those before operation, and group A was lower than group B at 6 months after operation ($P<0.05$). The serum IgG levels of the two groups at 6 months and 12 months after operation were lower than those before operation, and the IgG level of group A was lower than that of group B at 6 months after operation ($P<0.05$). There was no significant difference in serum IgA and IgM levels between the two groups at 6 months and 12 months after operation ($P>0.05$); The complication rate of group A was 4.17% compared with 8.33% of group B, there was no significant difference ($P>0.05$). **Conclusion** Both anterior and posterior approaches for the treatment of CSCIWFD can achieve good stability of the injured segment and restore spinal nerve function. However, according to the actual situation of the patient, such as the injury site, injury type, and spinal cord compression site, individualized selection of the approach is the key to successful surgery.

Keywords: No Fracture-dislocation Type; Imaging Parameters; Cervical Spinal Cord Injury; Spinal Cord Function; Immunoglobulin

无骨折脱位型颈脊髓损伤(cervical spinal cord injury without fracture and dislocation, CSCIWFD)是指颈椎骨折、脱位表现的颈脊髓损伤, 由于CSCIWFD受伤部位位于颈部, 位置相对较高, 患者症状多样, 近年来, 临床针对该病主要采用手术治疗, 能有效恢复脊髓功能, 提升生活质量, 而手术治疗CSCIWFD热门入路方式主要有前入路与后入路两种方式, 有研究指出, 无论是前入路, 还是后入路, 两组入路方式疗效相当, 但相比后入路手术, 行前路减压内固定术患者术后下床活动更早, 住院时间更短^[4-5]。尽管如此, 目前对于入路方式的选择仍存争议。鉴于此, 本研究将前后入路方式作为研究重点, 通过MRI影像学参数、血清免疫球蛋白、安全性及术后功能康复等多方面进一步探索何种入路更能使手术效果最大化、手术损伤最小化, 以为临床合理选择提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 经医院伦理委员会审批, 选取2020年1月至2021年1月符合纳排标准的96例CSCIWFD患者。

纳入标准: 结合X线、MRI等影像学检查, 根据体征及临床症状诊断为CSCIWFD; 病情稳定, 均首次接受手术治疗; 患者知情、同意、参与本研究。排除标准: 合并严重肝肾功能异常及胸部、颅脑外伤者; 同时有其他部位骨折者; 认知障碍及精神异常者; 随访中途退出及不能配合治疗者。

1.2 一般资料 两组性别、年龄、受伤原因、手术节段、受伤至手术时间等资料相比无显著差异($P>0.05$), 见表1。

1.3 手术方法 入院后行X线、MRI检查, 评估患者损伤情况, 均行颅骨牵引, 保持颈椎稳定性, 防止脊髓组织损伤加剧

1.3.1 A组 颈前路减压植骨融合内固定术: (1)麻醉及体位: 全麻, 仰卧位。(2)切口: 根

【第一作者】官从锦, 男, 主治医师, 主要研究方向: 脊柱脊髓。E-mail: ganot@21cn.com

【通讯作者】赵 恒, 男, 住院医师, 主要研究方向: 功能神经外科。E-mail: ganot@21cn.com

据手术节段选取切口,单一或2个节段,选择颈中线-胸锁乳突肌外侧切口,较长节段选择胸锁乳突肌前缘做切口。(3)暴露和定位:Smith—Robinson入路,右侧颈前皮肤切开,分离皮下组织及颈阔肌深面,椎前筋膜纵向切开,显露椎体和椎间盘,1.5cm顿头针插进椎间盘,透视并定位。(4)减压:置入自动拉钩,安放椎体撑开器。将损伤椎相邻上下椎间盘切除,清除椎间盘组织及软骨终板,去除损伤椎体及椎体后缘骨块,至硬膜隆起,并彻底减压。(5)植骨融合:取自体髂骨融合。撑开减压间隙,测量间隙高度及深度,切取适量自体髂骨嵌入减压间隙。放松牵引,使植入骨嵌合紧密、牢靠。(6)内固定术:钢板塑形后安置于椎体前方,临时固定。钢板安放满意后固定。放置引流,缝合切口。

1.3.2 B组 后路减压植骨融合内固定术:(1)术前准备:全麻,上U形头架,维持颅骨牵引,颈部中立位稍屈曲。手术消毒、铺单。(2)显露:损伤节段为中心作后正中切口,长度根据具体需要确定。沿正中线切开,显露棘突尖端后,剥离椎旁肌肉骨膜下达关节突外侧缘。采用牵开器撑开,充分显露关节突和损伤椎板。(3)减压:暴露关节突关节,行椎板单开门成形减压术,同A组,解除脊髓压迫。(4)内固定术:关节突侧块螺钉钢板固定,采用Magerl侧块螺钉技术,在侧块中点内2mm进针,向上倾斜30°-40°,并于上关节突保持平行,置入螺钉,剪短连接棒,按颈椎生理弧度塑形后,钢板放置于关节突侧块,置入螺钉连接固定。(5)损伤节段关节突间植骨,引流放置后缝合关闭切口,术毕。

两组术后常规监护、全身支持、吸氧、脱水,应用抗生素5-7d,采用围领固定颈部3-4周。

1.4 观察指标 (1)手术指标:统计两组手术时间、术中出血量、术后下床活动及术后住院时间。(2)脊髓功能恢复:分别于术前、术后6个月、12个月采用脊髓损伤协会(ASIA)分级、颈椎(JOA)分数评估,ASIA分级分为A级(完全性损害,骶段无运动、感觉功能)、B级(不完全性损害,骶段无运动功能,但保留感觉功能)、C级(不完全性损害,有运动和感觉功能,大部分关键肌的肌力不足3级)、D级(不完全性损害,损伤神经平面下有运动、感觉功能)、E级(正常)。JOA评估脊髓功能恢复,评分范围0-17分,评分越高,则脊髓功能恢复越好。(3)术后融合情况:分别于术后3个月、6个月、12个月采用SUK法评价术后融合情况;不融合:节段有明显间隙,相对活动度>4mm;可能融合:骨小梁未通过融合节段,但相对活动度<4mm;坚强融合:连续骨小梁通过融合节段,相对活动度<4mm。融合率=(坚强融合+可能融合)/总

例数×100.00%。(4)MRI影像学参数:术前、术后6个月、12个月采用磁共振检查仪(美国GE公司,3.0T Signa HD)扫描,计算病变节段弥散系数(ADC)和脊髓各向异性(FA)均值,根据磁共振立体空间,检测脊髓前后径,计算最大脊髓压迫(MSCC)。由2名资深医生独立阅片,意见一致后给出诊断结果。(5)血清免疫球蛋白(Ig)含量:术前、术后6个月、12个月采集患者晨起空腹外周静脉血3mL,离心处理(半径10cm,时间10min,速率3500r/min)后,散射比浊法检测免疫球蛋白A(IgA)、免疫球蛋白G(IgG)、免疫球蛋白M(IgM)。(6)统计两组并发症情况。

1.5 统计分析 以SPSS 23.0软件包分析数据,计量资料($\bar{x} \pm s$)表示,t检验,计数资料n(%)表示, χ^2 检验,等级资料采用Ridit分析,U检验, $P<0.05$ 即差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术相关指标 A组手术、术后下床活动及术后住院时间均短于B组,且术中出血量少于B组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表2。

2.2 两组脊髓功能恢复情况 术前,两组脊髓功能恢复情况相比,无显著差异($P>0.05$);术后6个月、12个月两组ASIA分级、JOA评分均较术前升高($P<0.05$),但两组上述指标相比,无显著差异($P>0.05$),见表3。

2.3 两组术后融合情况 A组坚强植骨融合时间短于B组,术后3个月时融合率91.67%高于B组70.83%($P<0.05$),但两组术后6个月、12个月时融合率相比,无显著差异($P>0.05$),见表4。

2.4 两组MRI影像学参数 术前、术后12个月,两组MRI影像学参数相比,无显著差异($P>0.05$);术后6个月、12个月两组ADC、FA、MSCC均较术前降低,且术后6个月A组低于B组($P<0.05$),见表5。

2.5 两组血清免疫球蛋白 术前两组血清IgG、IgA、IgM相比,无显著差异($P>0.05$);术后6个月、12个月两组血清IgG较术前降低,且术后6个月A组IgG水平低于B组($P<0.05$),术后6个月、12个月两组血清IgA、IgM水平相比,无显著差异($P>0.05$),见表6。

2.6 两组并发症 A组并发症发生率4.17%与B组8.33%相比,无显著差异($P>0.05$),见表7。

2.7 典型病例 病例1,性别:男性 年龄:65岁,因“腰腿痛7年,双上肢疼痛麻木6月”诉求到我院就诊,诊断:颈椎椎管狭窄、颈部脊髓损伤,见图1。

表1 一般资料比较

项目	A组(n=48)	B组(n=48)	t/ χ^2	P
性别(男/女)	28/20	23/25	1.046	0.307
年龄(岁)	49.75±8.33	47.96±7.91	1.080	0.283
受伤原因			1.300	0.729
运动伤	13(27.08)	16(33.33)		
交通事故	17(35.42)	12(25.00)		
重物砸伤	13(27.08)	14(29.17)		
其他	5(10.42)	6(12.50)		
手术节段	2.094	0.553		
C3-7	11(22.92)	15(31.25)		
C3-6	13(27.08)	9(18.75)		
C2-6	10(20.83)	13(27.08)		
C2-5	14(29.17)	11(22.92)		
受伤至手术时间(d)	2.23±0.56	2.10±0.68	1.022	0.309

表2 两组手术相关指标

组别	例数	手术时间(min)	术中出血量(ml)	术后下床活动时间(d)	住院时间(d)
A组	48	70.38±18.65	147.64±53.24	1.50±0.48	7.67±1.24
B组	48	117.69±22.10	512.38±71.02	2.93±0.87	9.78±1.59
t		11.335	28.470	9.971	7.250
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表7 两组并发症情况n(%)

组别	例数	脑脊液漏	伤口液化坏死	喉返神经损伤	发生率
A组	48	1(2.08)	0(0.00)	1(2.08)	2(4.17)
B组	48	2(4.17)	1(2.08)	1(2.08)	4(8.33)
χ^2					0.178
P					0.673

表3 两组脊髓功能恢复情况

时间	组别	例数	ASIA分级					JOA评分(分)
			A级	B级	C级	D级	E级	
术前	A组	48	7(14.58)	21(43.75)	18(37.50)	2(4.17)	0(0.00)	6.48±1.52
	B组	48	9(18.75)	22(45.83)	16(33.33)	1(2.08)	0(0.00)	6.59±1.41
	u/t		0.711					0.368
	P		0.477					0.714
术后6个月	A组	48	7(14.58)	3(6.25)	12(25.00)	22(45.83)	4(8.33)	9.23±1.85
	B组	48	8(16.67)	2(4.17)	19(39.58)	16(33.33)	3(6.25)	8.96±2.11
	u/t		1.009					0.667
	P		0.313					0.507
术后12个月	A组	48	3(6.25)	4(8.33)	8(16.67)	13(27.08)	20(41.67)	12.96±2.44
	B组	48	5(10.42)	5(10.42)	7(14.58)	15(31.25)	16(33.33)	11.85±3.39
	u/t		0.825					1.841
	P		0.409					0.069

表4 两组术后融合情况

组别	例数	术后3个月时融合率	术后6个月时融合率	术后12个月时融合率	坚强植骨融合(周)
A组	48	44(91.67)	46(95.83)	48(100.00)	12.01±2.12
B组	48	34(70.83)	44(91.67)	47(97.92)	15.68±2.89
t/ x ²		6.838	0.178	-	7.094
P		0.009	0.673	0.500	<0.001

注：“-”为确切概率法计算，无卡方值。

表5 两组MRI影像学参数

时间	组别	例数	ADC	FA	MSCC
术前	A组	48	1.48±0.12	0.40±0.04	36.48±5.12
	B组	48	1.52±0.15	0.39±0.05	35.79±6.14
	t		1.443	1.082	0.598
	P		0.152	0.282	0.551
术后6个月	A组	48	1.16±0.10	0.58±0.07	22.78±4.32
	B组	48	1.30±0.18	0.43±0.05	25.77±3.67
	t		4.711	12.081	3.655
	P		<0.001	<0.001	<0.001
术后12个月	A组	48	1.12±0.15	0.63±0.07	18.65±2.11
	B组	48	1.14±0.10	0.60±0.10	19.12±3.28
	t		0.768	1.703	0.835
	P		0.444	0.091	0.406

表6 两组血清免疫球蛋白(g/L)

时间	组别	例数	IgG	IgA	IgM
术前	A组	48	18.79±3.17	2.83±1.10	1.35±0.48
	B组	48	19.12±4.00	2.79±1.32	1.43±0.59
	t		0.448	0.161	0.729
	P		0.655	0.872	0.468
术后6个月	A组	48	13.68±2.77	2.70±1.12	1.30±0.52
	B组	48	16.11±3.28	2.73±1.48	1.35±0.67
	t		3.922	0.128	0.408
	P		<0.001	0.899	0.684
术后12个月	A组	48	12.11±2.66	2.68±1.32	1.28±0.48
	B组	48	12.98±3.10	2.65±1.44	1.32±0.53
	t		1.476	0.106	0.388
	P		0.143	0.916	0.699

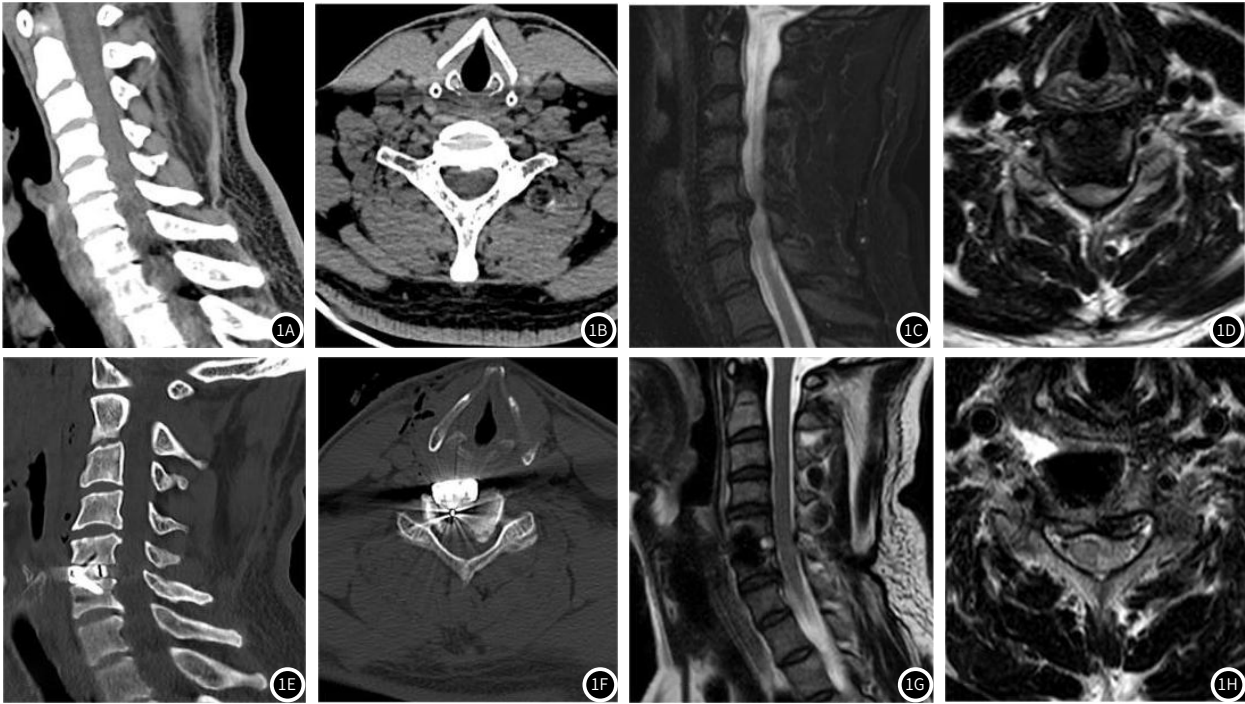


图1 A组采取前路减压植骨融合内固定术：1A为术前CT矢状位，1B为术前CT横断位，1C为术前磁共振压脂像矢状位，1D为术前磁共振T2横断位，1E为术后CT矢状位，1F为术后CT横断位，1G为术后磁共振T2矢状位，1H为术后磁共振T2像横断位。

3 讨论

CSCIWFD是一种严重的脊柱损伤,若压迫不被及时解除,可成为诱发脊髓继发性损害的主要因素^[6-7]。因此,早期手术治疗,解除脊髓神经压迫,对不稳定节段进行坚强内固定,为神经功能恢复创造有利条件成为治疗的关键。

近年来,减压植骨融合内固定术在CSCIWFD治疗中取得显著效果,但在手术入路选择上,具体是选择后路还是前路仍存在较大争议和分歧^[8]。本研究通过不同入路展开减压植骨融合内固定术,结果显示,A组手术、术后下床活动及术后住院时间均短于B组,且术中出血量少于B组($P<0.05$),提示颈前入路减压植骨融合内固定术较后入路手术在术后早期康复方面更具优势,分析原因在于,前入路减压术能在直视下对碎骨块、骨折椎体及有关椎间盘组织实施有效清除操作,可降低手术难度,缩短手术时间,并可在一定程度上减少脊髓牵拉,减少出血量,减轻手术损伤,促进术后早期康复^[9-10]。同时,本研究显示,术后6个月、12个月两组ASIA分级、JOA评分均较术前升高($P<0.05$),但两组相比无显著差异($P>0.05$),表明无论何种入路方式均能有效恢复脊髓功能。前入路手术能很好地解除脊髓前方压迫,尤其适用于椎间盘损伤破裂而突入椎管对脊髓造成压迫者极爆裂性、粉碎性骨折伴椎管内脱位者,能有效恢复患者椎体生理结构,解除压迫,促进脊髓功能恢复^[11]。而后入路能解除椎体附件骨折突入椎管对脊髓的压迫,尤其是伴后方关节交锁人群,可直接减压复位,较前路操作更为简便^[12]。另外,从植骨融合分析,本研究中A组坚强植骨融合时间短于B组,术后3个月时融合率91.67%高于B组70.83%($P<0.05$),但术后12个月两组融合率相比无显著差异($P>0.05$),提示前路手术比后路手术获取植骨融合时间更短,但最终融合率基本相同,融合效果相近,考虑原因在于,相比后路手术,前路手术入路简单、手术时间短、术中出血少,对术后恢复和早期功能锻炼有着较大益处,同时前路钛板固定能获取即刻颈椎稳定性,以便术后早期功能锻炼,这对促进早期坚强植骨融合,提高早期融合率具有重要作用^[13]。

此外,为进一步探索不同入路方式对颈脊髓损伤的手术效果,本研究从MRI影像学方面分析,目前MRI弥散张量成像是基于弥散加权成像发展而来的新型技术,已广泛应用于脑神经微结构的评价,并在脊髓微损伤评估方面有独特优势^[14]。同时,颈椎间盘组织是具有封闭性的无血管结构,有自身抗原基础,若发生病变,可经B、T淋巴细胞作用产生抗原抗体复合物,激活补体,聚集大量炎症细胞;部分炎症递质会造成血管通透性增加,参与脊髓损伤和继发性病变的发生发展^[15]。因此,推测血清免疫球蛋白水平可用于脊髓损伤程度的评估及疗效评价,有研究证实,中重度脊髓损伤患者较轻度患者存在较为明显的免疫学异常,尤以IgG异常升高最为明显^[16]。尤其是对轻微病变且MRI检查无异常信号的病人更具有一定检测价值。本研究显示,术后6、12个月两组MRI参数及血清IgG较术前均有明显改善,但两组间无显著差异,表明前路、后路两种入路手术均能减轻或解除脊髓损伤,促使脊髓功能的恢复。同时从安全性方面分析,本研究中两组并发症发生率相比,无显著差异($P>0.05$),说明两种入路方式均具有一定安全性。

由上述分析可知,两组入路手术在CSCIWFD治疗均可解除脊髓压迫,逐渐恢复脊髓神经功能,但前路手术在手术时间、出血量及术后早期康复方面更具优势,但本研究认为,虽然该入路较后路具有更多的优势,但后路手术并不能被前路手术完全取代。故本研究对两种入路手术适应症及优缺点分析如下:(1)前路手术适应症:椎体的粉碎性、压缩性、爆裂骨折伴椎间盘损伤;稳定性差,单节段新鲜骨折,伴神经功能障碍;骨折脱位伴严重成角畸形和后凸;颈椎前中柱损伤,且不稳定椎间盘、软组织韧带及椎体损伤而突入椎管造成脊髓压迫者^[17]。(2)手术优势:可来自前方突入患者椎管压迫脊髓的血肿、骨折碎片、髓核组织等进行彻底、直接的减压;术前体位变化少,可减少体位改变造成的脊髓继发性损伤;前路手术操作过程中入路简单、出血少、手术用时短,利于术后康复和早期功能训练;该术不但融合节段少,对术后活动影响小,颈痛发生率低,还可很好地恢复椎间生理曲度和高度;前路钛板固定能获取即刻颈椎稳定性,有助于术

后功能锻炼,快速恢复脊髓功能^[18]。(3)手术缺点:虽在个别交锁患者中,该术复位效果较为满意,但对严重关节交锁或骨折脱位者,其复位效果不如后路手术更加容易、直接,对脊髓后方压迫无法直接、有效解除。后路手术分析如下:(1)适应症:下颈椎骨折脱位伴后方结构突入椎管而对脊髓产生压迫者;双侧或单侧关节交锁、脱位;骨折脱位伴后纵韧带钙化或椎管狭窄;多节段颈椎损伤者^[19]。(2)优势:能直接解除小关节交锁、脱位,完全清除后方突入椎管内容物,椎管减压更充分;椎弓根螺钉或后路侧块螺钉技术具有良好的生物力学稳定性;对多节段颈椎损伤患者有更好的稳定性^[20]。(3)局限性:后路手术前必须经影像学确定脊髓前方无压迫物质,以避免后路复位期间进一步加剧脊髓损伤。

综上所述,前路、后路手术治疗CSCIWFD,均能使损伤节段获取良好的稳定性,恢复脊髓神经功能。但需根据患者实际情况,如损伤部位、损伤类型、脊髓受压部位,个体化地选择入路方式是手术成功关键。

参考文献

- [1] Liu W, Rong Y, Wang J, et al. Exosome-shuttled miR-216a-5p from hypoxic preconditioned mesenchymal stem cells repair traumatic spinal cord injury by shifting microglial M1/M2 polarization[J]. J Neuroinflammation, 2020, 17(1): 47-52.
- [2] OSCIS investigators, Chikuda H, Koyama Y, et al. Effect of Early vs Delayed Surgical Treatment on Motor Recovery in Incomplete Cervical Spinal Cord Injury With Preexisting Cervical Stenosis: A Randomized Clinical Trial[J]. JAMA Netw Open, 2021, 4(11): 2133-2137.
- [3] Yelamarty PKK, Chhabra HS, Vaccaro A, et al. Management and prognosis of acute traumatic cervical central cord syndrome: systematic review and Spinal Cord Society-Spine Trauma Study Group position statement[J]. Eur Spine J, 2019, 28(10): 2390-2407.
- [4] 吴成如, 汪念, 孙军战, 等. 无骨折脱位型颈脊髓损伤的分类与手术治疗研究[J]. 颈腰痛杂志, 2020, 41(1): 9-13. doi: 10.3969/j.issn.1005-7234.2020.01.003.
- [5] 王正雷, 郭宁, 高吉昌, 等. 前后路联合手术治疗无骨折脱位颈脊髓损伤合并脊髓型颈椎病[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(5): 457-460.
- [6] Li H, Jiang C. [Multivariate analysis of the operative effect on cervical spinal cord injury without fracture or dislocation][J]. China journal of orthopaedics and traumatology. 2020, 33(2): 158-165. Chinese.
- [7] Bao Y, Zhong X, Zhu W, et al. Feasibility and Safety of Cervical Kinematic Magnetic Resonance Imaging in Patients with Cervical Spinal Cord Injury without Fracture and Dislocation[J]. Orthop Surg, 2020, 12(2): 570-581.
- [8] 王铮, 曹华, 徐正, 等. 颈前路分节段减压植骨融合内固定术治疗多节段脊髓型颈椎病[J]. 颈腰痛杂志, 2020, 41(1): 85-87.
- [9] 唐福兴, 王义生, 梁博伟, 等. ACCF联合颈前路减压zero-p椎间植骨融合内固定术治疗多节段脊髓型颈椎病[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(5): 457-459.
- [10] Wang J, Li J, Cai L. Effects of Treatment of Cervical Spinal Cord Injury without Fracture and Dislocation in A Medium-to Long-Term Follow-Up Study[J]. World Neurosurg, 2018, 5(113): 515-520.
- [11] 江伟, 张仕涛, 方园, 等. 前路减压复位融合内固定治疗下颈椎骨折脱位合并脊髓损伤的临床疗效分析[J]. 检验医学与临床, 2020, 17(23): 3491-3494.
- [12] 康永生, 梅伟, 王庆德, 等. I期前路颈椎复位减压及椎间植骨融合内固定术治疗下颈椎AO C型F4亚型单节段损伤[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(2): 107-113.
- [13] Miao DC, Zhang BY, Lei T, et al. Clinical Efficacy of Anterior Partial Corpectomy and Titanium Mesh Fusion and Internal Fixation for Treatment of Old Fracture Dislocation of the Lower Cervical Spine[J]. Med Sci Monit, 2017, 29(23): 5675-5682.
- [14] 韩超凡, 海涌, 刘玉增, 等. 脊髓型颈椎病患者的磁共振弥散张量成像长期随访研究[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(43): 3594-3599.
- [15] 于学涛, 热迪娜·亚生, 谢荣. 磁共振弥散张量成像、mJOA评分对多节段脊髓型颈椎病临床评估及其与血清免疫球蛋白含量相关性研究[J]. 安徽医药, 2022, 26(1): 40-44. doi: 10.3969/j.issn.1009-6469.2022.01.009.
- [16] 高瑞, 杨成伟, 王伟恒, 等. 急性脊髓损伤患者血清蛋白质组学研究[J]. 脊柱外科杂志, 2019, 17(2): 116-120.
- [17] 范会龙, 吴华荣, 连芳, 等. 颈前路减压植骨融合内固定与保守治疗对成人无骨折脱位型颈脊髓损伤患者神经功能、神经功能及生活质量的影响[J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(6): 63-64.
- [18] 李玉琳. 颈前路手术治疗下颈椎骨折脱位并脊髓损伤患者的临床疗效[J]. 医疗装备, 2020, 33(24): 89-90.
- [19] 陈鉴权, 陈茂水, 张博, 等. I期前后路手术治疗C7严重骨折脱位合并颈脊髓损伤1例[J]. 中国骨伤, 2020, 33(2): 154-157.
- [20] 韦站宇, 董春科, 王好, 等. 两种术式治疗Kümmell病合并脊髓损伤的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(22): 2054-2059.

(收稿日期: 2022-10-20)

(校对编辑: 姚丽娜)