

临床论著

颈脊髓中央损伤综合征手术治疗的预后
及相关影响因素分析高 杰,张思萌,李连华,李 放,刘 智
(解放军总医院第七医学中心骨科 100700 北京市)

【摘要】目的:分析颈脊髓中央损伤综合征(central cord syndrome, CCS)手术治疗的预后及相关影响因素。**方法:**回顾性分析 2017 年 1 月~2019 年 12 月在我院骨科经手术治疗的 CCS 病例,收集所有患者的年龄、性别、致伤原因、入院时美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)运动评分、ASIA 感觉(针刺觉)评分、日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分、手内肌肌力评分及影像学资料信息[包括椎前高信号、后方韧带复合体、椎间盘突出、后纵韧带骨化、髓内高信号范围、椎管最狭窄处矢状径、椎管最狭窄处百分比(maximum canal compromise, MCC)和脊髓最大受压百分比(maximum spinal cord compression, MSCC)等]、受伤至手术时间、手术方式、住院时间、随访时 ASIA 神经功能评分、随访时 JOA 评分等资料,评估患者神经功能改善情况;将 JOA 评分改善率 $>50\%$ 定义为预后好, $\leq 50\%$ 定义为预后差,分析影响手术治疗预后的相关因素。**结果:**共纳入 48 例 CCS 患者,其中男性 36 例(75%),女性 12 例(25%),年龄 54.76 ± 9.78 岁。入院时 ASIA 运动评分 67.23 ± 21.98 分,ASIA 感觉评分 96.58 ± 13.39 分;JOA 评分 9.19 ± 3.08 分,手内肌肌力评分 7.04 ± 4.50 分。19 例(39.58%)存在病理征。伤后 5.46 ± 2.10 d 接受手术治疗,其中前路手术 21 例,后路手术 27 例。术后随访 12~34 个月,所有患者均未发生明显手术相关并发症或神经功能恶化,末次随访时 ASIA 运动评分 89.67 ± 13.65 分,ASIA 感觉评分 104.88 ± 7.94 分,JOA 评分 13.73 ± 3.25 分,较入院时均有不同程度的提高($P<0.05$)。多元回归分析显示 ASIA 运动评分、ASIA 感觉评分和 JOA 评分的改善率与后纵韧带骨化($\beta=-0.447, P<0.001; \beta=0.524, P=0.001; \beta=-0.196, P<0.001$)和入院 ASIA 感觉评分($\beta=0.526, P=0.011; \beta=0.894, P=0.02; \beta=-0.784, P<0.001$)有显著相关性。预后好与预后差患者的年龄、椎前高信号、后纵韧带骨化、椎管最狭窄处矢状径、MCC、入院手内肌评分、入院 ASIA 运动评分和入院 JOA 评分有统计学差异($P<0.05$),多元回归分析显示良好预后(JOA 评分改善率 $>50\%$)与年龄($\beta=5.889, P=0.015$)、椎前高信号($\beta=15.799, P<0.001$)、MCC($\beta=6.747, P=0.009$)、入院手内肌评分($\beta=9.012, P=0.003$)、入院 ASIA 运动评分($\beta=4.837, P=0.028$)、入院 ASIA 感觉评分($\beta=5.205, P=0.023$)和入院 JOA 评分($\beta=6.446, P=0.011$)存在显著相关性。受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析显示无椎前高信号[曲线下面积(area under curve, AUC)=0.756, 95%CI 0.585~0.928, $P=0.006$]、MCC $<45.41\%$ (AUC=0.731, 95%CI 0.566~0.896, $P=0.010$)、入院手内肌评分 >11 分 AUC=0.77, 95%CI 0.628~0.913, $P=0.003$)、入院 ASIA 运动评分 >75 分(AUC=0.804, 95%CI 0.683~0.924, $P=0.001$)、入院 JOA 评分 >8.59 分(AUC=0.755, 95%CI 0.614~0.897, $P=0.005$)可作为良好预后的预测因子。**结论:**手术治疗 CCS 安全有效,无椎前高信号、MCC 低($<45.41\%$)、入院手内肌评分高(>11 分)、入院 ASIA 运动评分高(>75 分)和入院 JOA 评分高(>8.59 分)是 CCS 患者手术预后良好的预测因子。

【关键词】脊髓中央损伤综合征;手术治疗;预后;相关因素

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2023.05.07

中图分类号:R683.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2023)-05-0426-08

Analysis of prognosis and influencing factors of surgical treatment for central cord syndrome/GAO Jie, ZHANG Simeng, LI Lianhua, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2023, 33(5): 426-433

【Abstract】 Objectives: To analyze the prognosis and influencing factors of surgical treatment for central cord syndrome(CCS). **Methods:** The CCS patients underwent surgical treatment at the Department of Orthopaedics

基金项目:北京市科技新星计划专项(Z181100006218031)

第一作者简介:男(1982-),副主任医师,医学博士,研究方向:脊柱脊髓损伤

电话:(010)84008002 E-mail:liuyedao101@sina.com

通讯作者:刘智 E-mail:liuzhi.8002@163.com

of our hospital between January 2017 and December 2019 were retrospectively analyzed. Data including age, gender, cause of injury, and American Spinal Injury Association(ASIA) motor score, ASIA sensory(acupuncture) score, Japanese Orthopaedic Association(JOA) score, and intrinsic hand muscle strength score on admission, and preoperative imaging data such as prevertebral hyperintensity, posterior ligament complex, intervertebral disc herniation, ossification of posterior longitudinal ligament(OPLL), intramedullary hyperintensity range, sagittal diameter of the narrowest part of the spinal canal, the percentage of maximum canal compromise(MCC) at the narrowest part of spinal canal, and the percentage of maximum spinal cord compression(MSCC), and the time from injury to surgery, surgical method, length of hospital stay, and follow-up ASIA neurological score and JOA score for improvement evaluation of neurological function were collected; and the relevant factors affecting the prognosis of surgical treatment were analyzed by defining the improvement rate of JOA score $>50\%$ as good prognosis and $\leq 50\%$ as poor prognosis. **Results:** 48 CCS patients were included, consisting of 36 males (75%) and 12 females (25%), with an average age of 54.76 ± 9.78 years. The ASIA motor score was 67.23 ± 21.98 , sensory score was 96.58 ± 13.39 , JOA score was 9.19 ± 3.08 , and intrinsic hand muscle strength score was 7.04 ± 4.50 on admission, and the presence of pathological signs accounted for 39.58%(19/48). The time from injury to surgery of the patients was 5.46 ± 2.10 d, and 21 cases received anterior surgery and 27 underwent posterior surgery. During the postoperative follow-up of 12–34 months, all the patients had no significant postoperative surgery-related complications or neurological deterioration. The follow-up motor score (89.67 ± 13.65), sensory score(104.88 ± 7.94), and JOA score(13.73 ± 3.25) were all improved to varying degrees compared with the admission scores($P < 0.05$). Multiple regression analysis showed that the improvement rates of ASIA motor score, ASIA sensory score and JOA score were significantly correlated with OPLL($\beta = -0.447$, $P < 0.001$; $\beta = 0.524$, $P = 0.001$; $\beta = -0.196$, $P < 0.001$) and ASIA sensory score on admission($\beta = 0.526$, $P = 0.011$; $\beta = 0.894$, $P = 0.02$; $\beta = -0.784$, $P < 0.001$). There were statistical differences between the good prognosis patients and poor prognosis patients in terms of age, prevertebral hyperintensity, OPLL, sagittal diameter of the narrowest part of the spinal canal, MCC percentage of the narrowest part of the spinal canal, and intrinsic hand muscle strength score, ASIA motor score and JOA score on admission ($P < 0.05$), and multiple regression analysis showed age ($\beta = 5.889$, $P = 0.015$), prevertebral hyperintensity ($\beta = 15.799$, $P < 0.001$), MCC percentage of the narrowest part of spinal canal ($\beta = 6.747$, $P = 0.009$), intrinsic hand muscle strength score ($\beta = 9.012$, $P = 0.003$), ASIA motor score($\beta = 4.837$, $P = 0.028$), ASIA sensory score($\beta = 5.205$, $P = 0.023$) and JOA score($\beta = 6.446$, $P = 0.011$) affecting the prognosis. Receiver operating characteristic (ROC) curve also showed that no prevertebral hyperintensity [area under curve (AUC)=0.756, 95%CI 0.585–0.928, $P = 0.006$], the MCC percentage of the narrowest part of spinal canal $< 45.41\%$ (AUC=0.731, 95%CI 0.566–0.896, $P = 0.010$), the score of intrinsic hand muscle strength > 11 (AUC=0.77, 95%CI 0.628–0.913, $P = 0.003$), and the motor score > 75 on admission(AUC=0.804, 95%CI 0.683–0.924, $P = 0.001$), and JOA score > 8.59 on admission(AUC=0.755, 95%CI 0.614–0.897, $P = 0.005$) could be used as the threshold of good prognosis. **Conclusions:** Surgical treatment for CCS is safe and effective. No prevertebral hyperintensity, low MCC percentage($< 45.41\%$) of the narrowest part of spinal canal, high score of intrinsic hand muscle strength(> 11), and high ASIA motor score(> 75) and JOA score(> 8.59) on admission are the predictors of good prognosis in CCS patients.

【Key words】 Central cord syndrome; Surgical treatment; Prognosis; Factors

【Author's address】 Department of Orthopaedics, the Seventh Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing, 100700, China

颈脊髓中央损伤综合征 (central cord syndrome, CCS) 是临床上最常见的不完全性颈脊髓损伤类型,约占整个颈脊髓损伤 29%~50%,其发生率仍有增高趋势^[1]。1954 年, Schneider 等^[2]首次对 CCS 进行了详细的描述,其特征是:上肢的运动障碍重于下肢,通常伴有膀胱功能障碍 (尿潴

留),以及损伤平面以下不同程度的感觉障碍。美国脊髓损伤协会 (ASIA) 对此进行量化了定义:上下肢的 ASIA 运动评分至少相差 10 分^[3]。CCS 的发病年龄特征呈双峰分布^[4],多见于年轻患者和老年患者,前者多由于高能量损伤导致的颈椎骨折和/或脱位,或前纵韧带损伤、颈椎间盘突出挤

压所致;后者多由于低能量损伤(颈椎过伸性损伤)引起椎间盘和黄韧带皱褶分别从前、后方挤压所致。虽然 CCS 患者神经功能的恢复趋势与其他不完全脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)并无实质性差异^[9],均具有一定的自然恢复能力,但很多 CCS 患者在经过治疗后仍残留双手手内肌功能障碍、膀胱功能障碍和神经性疼痛等^[6]。关于 CCS 预后的影响因素,文献报道较多,主要包括年龄、伤后初始神经损伤的严重程度和 MRI 的影像学参数等,但对于其对 CCS 预后影响的程度和价值,目前仍存在一定的争议^[7-9]。本研究回顾性分析 2017 年 1 月~2019 年 12 月在我院手术治疗的 CCS 患者的临床资料,探讨 CCS 手术治疗预后及相关影响因素。

1 资料与方法

1.1 病例选择

本研究为回顾性研究。收集 2017 年 1 月~2019 年 12 月在我院骨科收治的经手术治疗的颈脊髓损伤病例,纳入标准:(1)符合 CCS 的诊断标准,表现为:上肢的运动障碍重于下肢(上、下肢运动评分差大于 10 分),伴有或不伴有膀胱功能障碍,损伤平面以下不同程度的感觉障碍;(2)年龄 ≥ 18 岁;(3)有明确颈椎外伤病史;(4)入院时 ASIA 残损分级 C 或 D 级。排除标准:(1)伴颈椎骨折、脱位者;(2)伴颅脑损伤或痴呆症、帕金森病、四肢神经损伤等可影响脊髓功能评估的疾病;(3)伴骨关节炎、泌尿系统疾病等影响 JOA 评分的疾病;(4)术后再次发生颈脊髓损伤者;(5)随访时间不满 1 年以或影像学资料不完整者。

1.2 观察指标和数据收集

收集所有患者的年龄、性别、致伤原因、入院 ASIA 运动评分、入院 ASIA 感觉(针刺觉)评分、入院 JOA 评分、入院手内肌肌力评分、影像学资料、受伤至手术时间、手术方式、住院天数、末次随访 ASIA 神经功能评分和 JOA 评分等资料。其中 ASIA 运动评分和感觉(针刺觉)评分按照脊髓损伤神经学分类国际标准记录;手内肌肌力评分定义为双侧指屈肌肌力与小指外展肌肌力之和;颈椎 JOA 评分按照上肢运动功能(4 分)、下肢运动功能评分、感觉(6 分)和膀胱功能(3 分)进行评估记录。

1.3 影像学评估

收集术前颈椎正侧位 X 线、CT 平扫+二位重建及 MRI 检查资料,由 3 名医生分别阅片并记录数据。在 X 线片和 CT 检查资料上评估是否存在后纵韧带骨化;在 MRI 检查资料上评估是否存在椎前高信号、后方韧带损伤和椎间盘突出,并测量 MRI 矢状面 T2 像上脊髓高信号的长度和狭窄相关数值,根据 Fehlings 等^[10]的方法测量椎管最狭窄处矢状径(Di)、脊髓受压最大处矢状径(di),以及损伤节段上下各 1 个节段的椎管矢状径(Da、Db)和脊髓矢状径(da、db),并计算椎管最狭窄处百分比(maximum canal compromise, MCC)和脊髓最大受压程度(maximum spinal cord compression, MSCC), $MCC = [1 - 2 \times Di / (Da + Db)] \times 100\%$, $MSCC = [1 - 2 \times di / (da + db)] \times 100\%$ 。

1.4 临床效果评估

入院和末次随访时采用 ASIA 评分(运动、感觉)和 JOA 评分评估患者的神经功能。ASIA 运动评分改善率=(末次随访时 ASIA 运动评分-入院 ASIA 运动评分)/(100-入院 ASIA 运动评分) $\times 100\%$, ASIA 感觉评分改善率=(末次随访时 ASIA 感觉评分-入院 ASIA 感觉评分)/(112-入院 ASIA 运动评分) $\times 100\%$ 。按 Hirabayashi 等^[11]的方法计算 JOA 评分改善率 $[(\text{末次随访时 JOA 评分}-\text{入院 JOA 评分}) / (17-\text{入院 JOA 评分}) \times 100\%]$, 将 JOA 评分改善率 $>50\%$ 定义为预后好,JOA 评分改善率 $\leq 50\%$ 定义为预后差^[12]。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件对数据进行分析。计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,不同组别之间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料之间比较采用卡方检验。

分析 ASIA 运动评分、ASIA 感觉评分和 JOA 评分改善率的相关因素:当因变量为连续变量时,如入院 ASIA 运动评分、ASIA 感觉评分或 JOA 评分,采用多元线性回归模型筛选相关因素;当因变量为二分类变量时,采用多元 Logistic 回归模型筛选相关因素,计算相关系数 β 。

根据 JOA 评分改善率将患者分为预后好组(JOA 评分改善率 $>50\%$)和预后差组(JOA 评分改善率 $\leq 50\%$),比较两组患者一般资料及影像学资料是否存在差异,绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算曲线下面积(area under curve, AUC),判断变量对良好预

后的预测价值,并确定“预后好”(JOA 恢复率>50%)相关变量的临界值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

共纳入 48 例手术治疗的 CCS 患者,其中男性 36 例(75%),女性 12 例(25%),年龄 54.76 ± 9.78 岁。最常见致伤原因为交通事故(包括汽车相撞、汽车与自行车相撞等),占 62.5%(30/48);平地跌倒占 22.9%(11/48),高处坠落伤占 14.6%(7/48)。入院 ASIA 运动评分 67.23 ± 21.98 分,ASIA 感觉评分 96.58 ± 13.39 分;JOA 评分 9.19 ± 3.08 分,手内肌肌力评分 7.04 ± 4.50 分。19 例(39.58%)存在病理征。10 例(12.82%)存在椎前高信号,15 例(31.25%)存在后方韧带复合体损伤,41 例(85.42%)存在不同程度的椎间盘突出、7 例(14.58%)存在后纵韧带骨化。所有患者在 MRI 矢状面 T2 像上均发现脊髓内高信号,平均长度为 23.10 ± 11.44 mm,MCC 为 $(42.41\pm 10.40)\%$,MSCC 为 $(24.72\pm 9.32)\%$ 。

受伤至手术的时间为 5.46 ± 2.10 d,其中前路手术(前路颈椎间盘切除椎间植骨融合术)21 例,后路手术(单开门椎板成形术或扩大半椎板切除减压术)27 例,住院时间为 17.46 ± 8.19 d。

随访 12~34 个月,所有患者术后均未发生明显手术相关并发症或神经功能恶化。末次随访时 ASIA 运动评分 89.67 ± 13.65 分,ASIA 感觉评分 104.88 ± 7.94 分,JOA 评分 13.73 ± 3.25 分,较入院均有不同程度的提高($P<0.05$),其中 ASIA 运动评分改善率 $(75.12\pm 22.62)\%$,ASIA 感觉评分改善率 $(46.32\pm 44.85)\%$,JOA 评分改善率 $(62.88\pm 28.27)\%$ 。

JOA 评分改善率>50% 34 例,纳入预后好组;JOA 评分改善率 $\leq 50\%$ 14 例,纳入预后差组。两组患者的年龄、椎前高信号、后纵韧带骨化、椎管最狭窄处矢状径、MCC、入院手内肌评分、入院 ASIA 运动评分和入院 JOA 评分存在统计学差异(表 1, $P<0.05$)。

通过多元回归分析分别评估 ASIA 评分改善率、JOA 评分改善率和良好预后(JOA 评分改善率>50%)的相关因素,结果见表 2。ASIA 运动评分改善率相关因素有年龄、性别、病理征、椎前高信号、后纵韧带骨化、发育性颈椎管狭窄、脊髓受

压最大处矢状径、MCC、MSCC、受伤至手术时间和入院 ASIA 运动评分;ASIA 感觉评分改善率相关因素有椎前高信号、后方韧带损伤、椎间盘突出、后纵韧带骨化、发育性颈椎管狭窄、髓内高信号范围、椎管最狭窄处矢状径、脊髓受压最大处矢状径、手内肌评分、手术方式、入院 ASIA 运动评分和入院感觉评分;JOA 评分改善率相关因素有年龄、性别、住院天数、病理征、椎前高信号、后方韧带损伤、椎间盘突出、后纵韧带骨化、发育性颈椎管狭窄、髓内高信号范围、椎管最狭窄处矢状径、脊髓受压最大处矢状径、MCC、MSCC、手术方式、入院感觉评分和入院前 JOA 评分。其中仅有是否存在后纵韧带骨化($\beta=-0.447$ 、 $P<0.001$; $\beta=0.524$ 、 $P=0.001$; $\beta=-0.196$ 、 $P<0.001$)、入院 ASIA 感觉评分($\beta=0.526$ 、 $P=0.011$; $\beta=0.894$ 、 $P=0.02$; $\beta=-0.784$ 、 $P<0.001$)和 ASIA 运动评分改善率、ASIA 感觉评分改善率和 JOA 评分改善率均存在相关性。良好预后(JOA 评分改善率>50%)相关因素有年龄($\beta=5.889$ 、 $P=0.015$)、椎前高信号($\beta=15.799$ 、 $P<0.001$)、MCC($\beta=6.747$ 、 $P=0.009$)、入院手内肌评分($\beta=9.012$ 、 $P=0.003$)、入院 ASIA 运动评分($\beta=4.837$ 、 $P=0.028$)、入院 ASIA 感觉评分($\beta=5.205$ 、 $P=0.023$)、入院 JOA 评分($\beta=6.446$ 、 $P=0.011$)。

通过 ROC 计算 AUC 判断各预后相关因素对良好预后的预测价值,结果发现无椎前高信号($AUC=0.756$,95%CI 0.585~0.928, $P=0.006$)、MCC<45.41%($AUC=0.731$,95%CI 0.566~0.896, $P=0.010$)、入院手内肌评分>11 分($AUC=0.77$,95%CI 0.628~0.913, $P=0.003$)、入院 ASIA 运动评分>75 分($AUC=0.804$,95%CI 0.683~0.924, $P=0.001$)、入院 JOA 评分>8.59 分($AUC=0.755$,95%CI 0.614~0.897, $P=0.005$)可作为良好预后的预测因子(表 3、4)。

3 讨论

Schneider 等^[2]最早提出,CCS 多见于颈椎过伸伤,由于脊髓受到前方骨赘、椎间盘和后方黄韧带的压迫引起。从脊髓损伤的神经功能恢复来看,CCS 具有较好的自然恢复能力,因此早期对于 CCS 更多采用保守治疗,但一些患者在保守治疗后仍存在持续的神经功能障碍,如痉挛和神经性疼痛等^[6]。因此,在随后的几十年内,手术干预在 CCS 的治疗中变得越来越普遍^[7],手术的目的

是解除脊髓压迫,改善脊髓血供,为脊髓功能恢复创造有利条件。国际脊髓协会推荐^[13],对于继发椎管狭窄的颈椎过伸伤的 CCS 患者,无骨折、脱位、不稳定及急性椎间盘突出者,若存在脊髓持续受压,严重神经功能缺损(ASIA C 级)时可以选择接受手术治疗;若采用保守治疗,如果出现神经功能恶化或停止恢复,则进行手术治疗。同时,由于大量证据支持急性创伤性颈椎 SCI 患者早期减压,对于 CCS 而言,作为 SCI 的一种类型,目前也逐渐出现早期手术干预的趋势,AO 脊柱指南委员会推荐^[14],在没有结构不稳定的 CCS 患者,早期手术(<24h)可视为一种治疗选择,但循证学证据

质量低。由于患者的异质性、手术时间的差异、手术技术的差异、样本量限制以及缺乏随机化对照研究等因素,对于 CCS 的治疗选择和手术时机仍然存在争议^[15]。

有研究试图通过明确可能影响 CCS 患者预后的相关因素来确定手术适应证和手术时机^[16]。目前文献中报道的与 CCS 预后相关的因素涉及年龄、伤后初始神经损伤的严重程度、影像学参数和手术干预措施等方面,但这些因素与其对 CCS 预后影响的程度和价值,目前仍存在争议^[7]。其中初始神经损伤的严重程度主要通过入院时 ASIA 评分和 JOA 评分体现;影像学参数包括椎管矢状

表 1 预后好组和预后差组患者临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical data of patients between good prognosis and poor prognosis groups

	预后好组(n=34) Good prognosis group	预后差组(n=14) Poor prognosis group	P值 P value
年龄(年) Age(yrs)	52.73±10.00	59.83±6.96	0.015
性别(男/女) Gender(Male/Female)	29/5	11/3	0.887
住院时间(天) Length of hospital stay(d)	18.1±8.70	15.8±6.50	0.375
病理征(阳性/阴性) Pathological signs(Positive/Negative)	13/21	6/8	0.776
椎前高信号(有/无) Prevertebral hyperintensity(Yes/No)	2/32	8/6	0.000
后方韧带损伤(有/无) Injury of posterior ligament complex(Yes/No)	10/24	5/9	0.932
椎间盘突出(有/无) Intervertebral disc herniation(Yes/No)	29/5	12/2	1.000
后纵韧带骨化(有/无) Ossification of posterior longitudinal ligament(Yes/No)	2/32	5/9	0.027
发育性颈椎管狭窄(有/无) Developmental spinal stenosis(Yes/No)	11/23	4/10	1.000
髓内高信号范围(毫米) Intramedullary hyperintensity range(mm)	21.3±9.99	27.5±13.39	0.149
椎管最狭窄处矢状径 Sagittal diameter at the narrowest part of the spinal canal	5.75±1.39	5.0±0.82	0.030
脊髓受压最大处矢状径 Sagittal diameter at the part of maximum spinal cord compression	5.27±1.11	4.91±0.84	0.286
椎管最狭窄处百分比(%) Maximum canal compromise(MCC)	39.91±10.37	48.48±7.58	0.009
脊髓最大受压程度(%) Maximum spinal cord compression(MSCC)	23.75±9.57	27.07±8.21	0.727
入院时手内肌评分 Intrinsic hand muscle strength on admission	8.29±4.03	4.0±4.14	0.002
入院 ASIA 运动评分 ASIA motor score on admission	71.71±21.78	56.36±18.38	0.028
入院 ASIA 感觉评分 ASIA sensory score on admission	99.41±10.05	89.71±17.38	0.076
入院 JOA 评分 JOA score on admission	9.91±2.76	7.43±3.11	0.010
受伤至手术时间(天) Time from injury to surgery(d)	5.65±1.43	5.0±3.14	0.486
手术方式(前路/后路) Surgical approach(Anterior/Posterior)	16/18	5/9	0.471

径、椎管狭窄的节段数、MRI 脊髓高信号范围及脊髓受压程度等^[17];手术干预措施包括损伤-手术间隔时间、手术入路、减压方式等^[18-20]。Kepler 等^[21]分析了 68 例经手术治疗的 CCS 患者临床资料,结果发现年龄是 CCS 术后 ASIA 运动评分恢复的显著预测因子,即年轻患者术后神经功能恢复较好,而手术时机(24h 内或 24h 后)对早期神经功能恢复无明显影响,无论早期手术干预如何,康复

过程都需要数月时间。Yamazaki 等^[12]回顾分析了 47 例 CCS 患者的临床和影像学资料,结果发现椎管矢状径较小的患者预后明显较差,及时手术(最好在受伤后 2 周内)可以改善 CCS 的神经功能恢复情况,因此将椎管矢状径、损伤至手术时间间隔作为 CCS 患者预后相关因素。Schroeder 等^[22]比较了有无 MRI T2 像脊髓高信号对 CCS 初始神经损伤的严重程度以及 ASIA 运动评分(AMS)早期

表 2 ASIA 评分(运动、感觉)改善率、JOA 评分改善率、良好预后(JOA 评分改善率>50%)与各因素的多元回归分析

Table 2 Multiple regression analysis between various factors and ASIA score(motor, sensory) improvement ratio, JOA score improvement ratio and good prognosis(JOA score improvement ratio >50%)

	ASIA 运动评分改善率 $P(\beta)$ ASIA motor score improvement ratio	感觉评分改善率 $P(\beta)$ ASIA sensory score improvement ratio	JOA 评分改善率 $P(\beta)$ JOA score improvement ratio	良好预后 $P(\beta)$ Good prognosis
年龄(年) Age(yrs)	0.018(-0.698)	0.181(0.71)	<0.001(-0.593)	0.015(5.899)
性别(男/女) Gender(Male/Female)	<0.001(-0.448)	0.071(-0.261)	<0.001(0.364)	0.57(0.323)
住院时间(天) Length of hospital stay(d)	<0.001(-1.239)	0.827(0.086)	0.004(0.343)	0.364(0.824)
病理征(阳性/阴性) Pathological signs(Positive/Negative)	<0.001(-0.592)	0.267(-0.277)	<0.001(-0.435)	0.766(0.089)
椎前高信号(有/无) Prevertebral hyperintensity(Yes/No)	0.226(0.301)	0.005(1.393)	0.012(-0.346)	<0.001(15.799)
后方韧带损伤(有/无) Injury of posterior ligament complex(Yes/No)	0.322(-0.128)	0.018(-0.595)	0.001(-0.238)	0.669(0.183)
椎间盘突出(有/无) Intervertebral disc herniation(Yes/No)	0.266(0.291)	<0.001(1.925)	0.01(-0.373)	0.657(0.292)
后纵韧带骨化(有/无) Ossification of posterior longitudinal ligament(Yes/No)	<0.001(-0.447)	0.001(0.524)	<0.001(-0.196)	0.008(7.085)
发育性颈椎管狭窄(有/无) Developmental spinal stenosis(Yes/No)	0.038(-0.328)	0.003(0.915)	<0.001(-0.969)	0.797(0.066)
髓内高信号范围(毫米) Intramedullary hyperintensity range(mm)	0.22(0.233)	0.013(-0.923)	<0.001(-1.06)	0.09(2.879)
椎管最狭窄处矢状径 Sagittal diameter at the narrowest part of the spinal canal	0.118(0.462)	0.005(1.634)	<0.001(0.769)	0.069(3.302)
脊髓受压最大处矢状径 Sagittal diameter at the part of maximum spinal cord compression	<0.001(-1.976)	0.001(-2.015)	<0.001(-0.657)	0.276(1.186)
椎管最狭窄处百分比(%) Maximum canal compromise(MCC)	0.008(0.469)	0.170(0.435)	<0.001(-0.627)	0.009(6.747)
脊髓最大受压程度(%) Maximum spinal cord compression(MSCC)	<0.001(-1.679)	0.135(-0.6)	0.003(0.36)	0.263(1.255)
入院时手内肌评分 Intrinsic hand muscle strength on admission	0.368(-0.24)	0.022(1.19)	0.157(0.2)	0.003(9.012)
受伤至手术时间(天) Time from injury to surgery(d)	0.365(0.155)	0.032(-0.708)	<0.001(0.592)	0.471(0.519)
手术方式(前路/后路) Surgical approach(Anterior/Posterior)	<0.001(1.013)	0.268(0.329)	0.981(0.002)	0.332(0.94)
入院 ASIA 运动评分 ASIA motor score on admission	<0.001(2.231)	0.005(-2.956)	0.079(-0.497)	0.028(4.837)
入院 ASIA 感觉评分 ASIA sensory score on admission	0.011(0.526)	0.02(0.894)	<0.001(-0.784)	0.023(5.205)
入院 JOA 评分 JOA score on admission	<0.001(-1.638)	0.905(-0.029)	<0.001(0.931)	0.011(6.446)

变化的影响,结果发现存在 T2 像脊髓高信号的患者初始神经损伤更严重(AMS 分别为 57.6 分和 75.3 分, $P=0.01$),但早期神经功能恶化相对较少;相反无 T2 像脊髓高信号的患者可能会有较轻的初始损伤,但预计在伤后第 1 周神经功能会略有下降。Zhang 等^[23]回顾分析了 60 例 CCS 患者的临床和影像学资料,结果发现 CCS 神经功能恢复至平台期后,再进行手术治疗不会促进神经功能的进一步恢复,也不会影响最终的神经功能结果,而 AMS 评分 ≤ 61 分、BASIC 分数 >1 、颈椎管狭窄长度 $>3.9\text{cm}$ 是 CCS 患者预后恢复不良的入院相关因素。本课题组^[24]曾报道分析了 53 例经手术治疗的 CCS 患者临床资料和影像学资料,发现病理征、手内肌肌力评分和椎旁软组织损伤是影响 CCS 的预后相关因素,即入院时病理征阳性、手内

肌肌力评分低、椎旁软组织有损伤提示患者预后差,其中鉴于 ASIA 运动评分不能准确体现 CCS 临床体征,将手内肌评分(双侧指屈肌肌力与小指外展肌肌力之和)作为预测预后相关因素,但未对其进行预后阈值分析。

基于上述问题,本研究收集了 48 例经手术治疗的 CCS 患者,分析影响 CCS 手术治疗预后的相关因素。预后的评估指标一般包括 ASIA 运动评分改善率、ASIA 感觉评分改善率和 JOA 评分改善率,本研究将三种评分的改善率均纳入研究,多元回归分析结果发现仅有是否存在后纵韧带骨化、入院 ASIA 运动评分、入院 ASIA 感觉评分与 ASIA 运动评分改善率、ASIA 感觉评分改善率和 JOA 评分改善率同时存在相关性。参照大多数文献利用 JOA 评分改善率评估预后好坏,其中将 JOA 评分改善率 $>50\%$ 定义为预后好,JOA 评分改善率 $\leq 50\%$ 定义为预后差,本研究发现预后不同两组患者的年龄、椎前高信号、后纵韧带骨化、椎管最狭窄处矢状径、MCC、入院手内肌评分、入院 ASIA 运动评分和入院 JOA 评分存在统计学差异($P<0.05$),并且多元回归分析结果显示年龄、椎前高信号、MCC、入院手内肌评分、入院 ASIA 运动评分、入院 ASIA 感觉评分、入院 JOA 评分与良好预后存在相关性。同时,通过 ROC 计算 AUC 判断变量对良好预后的预测价值,结果发现无椎前高信号、MCC 低($<45.41\%$)、入院手内肌评分高(>11 分)、入院 ASIA 运动评分高(>75 分)和入院 JOA 评分高(>8.59 分)是良好预后的预测因子。本研究结果与既往研究存在的差异,尤其是预后因素阈值的差异(如 Zhang 等^[23]报道的 ASIA 运动评分 ≤ 61 分是 CCS 患者预后恢复不良的相关因素),分析原因可能是相关研究的纳入病例数均较少,存在样本量和选择偏倚,因此,未来需要纳入更多病例,并开展对照性研究,以此来更准确地确定 CCS 预后的相关因素。

本研究结果表明,CCS 采用手术治疗安全有效,无椎前高信号、MCC $<45.41\%$ 、入院手内肌评分 >11 分、入院 ASIA 运动评分 >75 分和入院 JOA 评分 >8.59 分是良好预后的预测因子。

4 参考文献

1. Brooks NP. Central cord syndrome[J]. Neurosurg Clin N Am, 2017, 28(1): 41-47.

表 3 良好预后相关因素的 AUC 值

Table 3 AUC values of factors related to good prognosis			
	AUC值 AUC value	95%可信区间 95% CI	P值 P value
年龄 Age	0.634	0.463~0.805	0.136
椎前高信号 Prevertebral hyperintensity	0.756	0.585~0.928	0.006
椎间盘突出 Intervertebral disc herniation	0.75	0.573~0.927	0.102
后纵韧带骨化 Ossification of posterior longitudinal ligament	0.649	0.463~0.835	0.107
椎管最狭窄处百分比 MCC	0.731	0.566~0.896	0.010
入院手内肌评分 Intrinsic hand muscle strength on admission	0.77	0.628~0.913	0.003
入院 ASIA 运动评分 ASIA motor score on admission	0.804	0.683~0.924	0.001
入院 ASIA 感觉评分 ASIA sensory score on admission	0.696	0.514~0.879	0.054
入院 JOA 评分 JOA score on admission	0.755	0.614~0.897	0.005

表 4 良好预后相关因素的临界值

Table 4	Critical values of factors related to good prognosis		
	阈值 Threshold	灵敏度 Sensitivity	特异度 Specificity
椎管最狭窄处百分比 MCC	45.41	0.8	0.829
入院时手内肌评分 Intrinsic muscle strength of hand on admission	11	0.429	0
入院时 ASIA 运动评分 ASIA motor score on admission	75	0.571	0
入院时 JOA 评分 JOA score on admission	8.59	0.771	0.333

2. Schneider RC, Cherry G, Pantek H. The syndrome of acute central cervical spinal cord injury; with special reference to the mechanisms involved in hyperextension injuries of cervical spine[J]. *J Neurosurg*, 1954, 11(6): 546–577.
3. Pouw MH, van Middendorp JJ, van Kampen A, et al. Diagnostic criteria of traumatic central cord syndrome. Part 1: a systematic review of clinical descriptors and scores[J]. *Spinal Cord*, 2010, 48(9): 652–656.
4. Yelamartyh 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.
5. Blasetti G, Pavese C, Maier DD, et al. Comparison of outcomes between people with and without central cord syndrome [J]. *Spinal Cord*, 2020, 58(12): 1263–1273.
6. Avila MJ, Hurlbert RJ. Central cord syndrome redefined[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2021, 32(3): 353–363.
7. Wagner PJ, DiPaola CP, Connolly PJ, et al. Controversies in the management of central cord syndrome: the state of the art [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2018, 100(7): 618–626.
8. Curt A, Ellaway PH. Clinical neurophysiology in the prognosis and monitoring of traumatic spinal cord injury[J]. *Handb Clin Neurol*, 2012, 109: 63–75.
9. Levi AD, Tator CH, Bunge RP. Clinical syndromes associated with disproportionate weakness of the upper versus the lower extremities after cervical spinal cord injury [J]. *Neurosurgery*, 1996, 38(1): 179–185.
10. Fehlings MG, Rao SC, Tator CH, et al. The optimal radiologic method for assessing spinal canal compromise and cord compression in patients with cervical spinal cord injury. Part II: Results of a multicenter study[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 1999, 24(6): 605–613.
11. Hirabayashi K, Miyakawa J, Satomi K, et al. Operative results and postoperative progression of ossification among patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 1981, 6(4): 354–364.
12. Yamazaki T, Yanaka K, Fujita K, et al. Traumatic central cord syndrome: analysis of factors affecting the outcome [J]. *Surg Neurol*, 2005, 63(2): 95–100.
13. Aarabi B, Hadley MN, Dhall SS, et al. Management of acute traumatic central cord syndrome (ATCCS)[J]. *Neurosurgery*, 2013, 72(Suppl 2): 195–204.
14. Fehlings MG, Tetreault LA, Wilson JR, et al. A clinical practice guideline for the management of patients with acute spinal cord injury and central cord syndrome: recommendations on the timing (≤ 24 hours versus >24 hours) of decompressive surgery[J]. *Global Spine J*, 2017, 7(3 Suppl): 195–202.
15. Karthik Yelamarty PK, Chhabra HS, Vaccaro A, et al. Correction to: 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*, 2021, 30(1): 232–233.
16. Ramey WL, Reyes AA, Avila MJ, et al. The central cord score: a novel classification and scoring system specific to acute traumatic central cord syndrome [J]. *World Neurosurg*, 2021, 156: e235–e242.
17. Li J, Shi D, Hua Z, et al. The assessment of dynamic spinal cord impingement by kinematic magnetic resonance imaging in patients with traumatic central cord syndrome [J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2021, 17: 23–29.
18. Zheng C, Yu Q, Shan X, et al. Early surgical decompression ameliorates dysfunction of spinal motor neuron in patients with acute traumatic central cord syndrome: an ambispective cohort analysis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45 (14): E829–E838.
19. Aarabi B, Akhtar–Danesh N, Simard JM, et al. Efficacy of early (≤ 24 hours), late (25–72 hours), and delayed (>72 hours) surgery with magnetic resonance imaging–confirmed decompression in American Sinal Injury Association impairment scale grades C and D acute traumatic central cord syndrome caused by spinal stenosis[J]. *J Neurotrauma*, 2021, 38(15): 2073–2083.
20. Bortz C, Dinizo M, Kummer N, et al. Same day surgical intervention dramatically minimizes complication occurrence and optimizes perioperative outcomes for central cord syndrome[J]. *Clin Spine Surg*, 2021, 34(8): 308–311.
21. Kepler CK, Kong C, Schroeder GD, et al. Early outcome and predictors of early outcome in patients treated surgically for central cord syndrome[J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 23(4): 490–494.
22. Schroeder GD, Hjelm N, Vaccaro AR, et al. The effect of increased T2 signal intensity in the spinal cord on the injury severity and early neurological recovery in patients with central cord syndrome[J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 24 (5): 792–796.
23. Zhang C, Lee VKH, Yu JML, et al. Length of cervical stenosis, admission asia motor scores, and BASIC scores are predictors of recovery rate following central cord syndrome[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2022, 47(3): 212–219.
24. 竺得洲, 高杰, 李连华, 等. 急性创伤性中央颈髓综合征手术治疗的预后因素分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28 (11): 975–981

(收稿日期:2022-07-19 末次修回日期:2023-05-15)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)