

· 临床研究 ·

术前 MRI T2 加权像髓内高信号对颈椎前路椎间盘切除融合术治疗多节段脊髓型颈椎病效果的影响

黄 飞, 周晓文, 黄春福, 尤瑞金*

中国人民解放军联勤保障部队第 910 医院骨一科, 泉州 362000

【摘要】目的 探讨术前 MRI T2 加权像髓内高信号对颈椎前路椎间盘切除融合术 (ACDF) 治疗多节段脊髓型颈椎病 (MCSM) 效果的影响。**方法** 回顾性分析 2015 年 1 月—2018 年 5 月于本院接受 ACDF 治疗的 83 例 MCSM 患者临床资料。根据术前 MRI T2 加权像髓内信号强度将患者分为高信号组 (41 例) 和非高信号组 (42 例)。采用日本骨科学会 (JOA) 评分、Nurick 评分和疼痛视觉模拟量表 (VAS) 评分对患者术前和末次随访时的神经功能状态和颈肩部疼痛进行评估, 并分析影响 MCSM 患者 ACDF 术后神经功能恢复的危险因素。**结果** 与非高信号组相比, 高信号组术前 JOA 评分、JOA 上肢运动亚项评分和 Nurick 评分均较差, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。末次随访时, 所有患者 JOA 评分、Nurick 评分、VAS 评分均获改善, 但高信号组 JOA 评分、JOA 亚项评分 (上肢运动、下肢运动、上肢感觉、下肢感觉)、JOA 评分改善率和 Nurick 评分均较非高信号组差, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。Logistic 回归分析结果显示, MRI T2 加权像髓内高信号 (比值比 = 5.61, 95% 置信区间 2.014~15.632, $P < 0.05$) 和 Hoffman 征阳性 (比值比 = 2.268, 95% 置信区间 1.192~4.091, $P < 0.05$) 是影响 MCSM 患者 ACDF 术后神经功能恢复的独立危险因素。**结论** MCSM 患者采用 ACDF 治疗疗效满意, 但 MRI T2 加权像髓内高信号患者神经功能恢复较非高信号患者差。MRI T2 加权像髓内高信号和术前 Hoffman 征阳性是影响 MCSM 患者 ACDF 术后神经功能恢复的独立危险因素。

【关键词】 颈椎; 颈椎病; 椎间盘切除术; 脊柱融合术; 减压术, 外科

【中图分类号】 R 681.531.1 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-2957(2021)03-0166-06

【DOI】 10.3969/j.issn.1672-2957.2021.03.005

Effect of preoperative T2-weighted MRI intramedullary high signal on anterior cervical discectomy and fusion for multilevel cervical spondylotic myelopathy

Huang Fei, Zhou Xiaowen, Huang Chunfu, You Ruijin*

First Department of Orthopaedics, No. 910 Hospital of Joint Logistics Support Force of Chinese PLA, Quanzhou 362000, Fujian, China

【Abstract】Objective To investigate the effect of preoperative T2-weighted MRI intramedullary high signal on anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) for multilevel cervical spondylotic myelopathy (MCSM). **Methods** The clinical data of 83 MCSM patients treated with ACDF from January 2015 to May 2018 were retrospectively analyzed. According to the preoperative intramedullary signal intensity on T2-weighted MRI, the patients were divided into high signal group (41 cases) and non-high signal group (42 cases). Japanese Orthopaedic Association (JOA) score, Nurick score, and visual analogue scale (VAS) score were used to evaluate patients' neurological function and neck-shoulder pain. The risk factors of neurological function recovery in MCSM patients after ACDF were also analyzed. **Results** Compared to non-high signal group, high signal group exhibited worse preoperative JOA score, JOA sub-item score (motor function of upper limbs) and Nurick score, all with a statistical significance ($P < 0.05$). At the final follow-up, all the patients acquired improvement in JOA score, Nurick score and VAS score. However, high signal group showed worse JOA score, JOA sub-item scores (motor function of upper limbs and lower limbs, sensory function of upper limbs and lower limbs), JOA score improvement rate, and Nurick score than those in non-high signal group, all with a statistical significance ($P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis indicated that intramedullary high signal on T2-weighted MRI (odds ratio = 5.61, 95% confidence interval 2.014-15.632, $P < 0.05$) and positive Hoffman sign (odds ratio = 2.268, 95% confidence interval 1.192-4.091, $P < 0.05$) were the independent risk factors for poor prognosis.

* 通信作者 (Corresponding author)

作者简介 黄 飞 (1987—), 学士, 医师; spuntik001@163.com

通信作者 尤瑞金 13959729666@163.com

Conclusions The effect of ACDF on MCSM is satisfactory, but the recovery of neurological function in patients with intramedullary high signal on T2-weighted MRI is worse than that in patients without intramedullary high signal. Intramedullary high signal on T2-weighted MRI and positive Hoffman sign are the independent risk factors for poor prognosis.

【Key Words】 Cervical vertebrae; Cervical spondylosis; Discectomy; Spinal fusion; Decompression, surgical

J Spinal Surg, 2021, 19(3): 166-171

多节段脊髓型颈椎病(MCSM)是颈椎病常见类型之一, 主要指3个或3个以上节段颈椎椎间盘突出、椎体后方骨赘形成等因素导致的脊髓前方压迫损伤, 可引起颈部疼痛甚至神经功能障碍^[1]。该病起病隐匿, 多数患者一旦出现症状往往需要外科干预进行神经减压^[2]。颈椎前路椎间盘切除融合术(ACDF)是临床治疗颈椎病最常用的术式之一, 其不仅可实现神经组织直接腹侧减压、重建椎间隙高度, 还可以恢复和稳定颈椎生理曲度^[3], 成为治疗短节段(1~2个节段)颈椎椎间盘退行性变的标准术式^[4]。ACDF治疗MCSM的临床效果及其影响因素目前国内外报道较少^[5-7]。本研究旨在初步探讨ACDF治疗MCSM的临床效果, 并分析MRI T2加权像髓内高信号对患者预后的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准: ①影像学表现为多节段(3~4个节段)颈椎椎间盘突出, 伴相应水平脊髓等神经组织明显压迫; ②具有与影像学一致的临床症状, 包括上肢无力、麻木、手指功能障碍、神经性痛、下肢行走不稳或膀胱功能障碍等^[8]; ③无明显的先天性或退行性颈椎椎管狭窄, Pavlov值 >0.75 ^[8]; ④术前颈椎生理曲度消失, 伴有后凸畸形。排除标准: ①既往有颈椎外伤史或手术史; ②合并颈椎感染、肿瘤、先天性脊柱畸形等; ③临床症状和影像学结果不一致; ④合并严重胸椎和腰椎退行性疾病, 导致神经功能障碍; ⑤合并帕金森病或阿尔茨海默病等神经系统疾病。

根据以上标准, 2015年1月—2018年5月, 本院采用ACDF治疗MCSM患者83例, 其中男56例、女17例, 年龄为 (52.65 ± 9.24) 岁, 症状周期为 (20.11 ± 33.03) 个月, 霍夫曼征阳性34例、阴性49例。根据术前MRI T2加权像髓内信号强度将患者分为高信号组(41例)和非高信号组(42例)。

1.2 手术方法

所有患者术前均完善相关检查, 排除麻醉和手术禁忌证, 制订手术方案, 确保手术顺利进行。

ACDF手术步骤^[9-10]: 患者取仰卧位, 保持颈部稍后伸状态(约 20°), 双侧采用辅助设备固定颈部。患者经气管插管全身麻醉后, 采用C形臂X线机结合术前手术方案确定手术节段, 一般选择右侧Smith-Robinson入路, 逐层钝性分离颈椎前部肌肉和组织, 暴露椎体和椎间盘。分离过程中注意保护气管、食管和喉返神经等相关组织。选择颈长肌为安全标志进行减压。小心切开责任节段前纵韧带和前部纤维环, 刮除髓核, 使用Caspar撑开器撑开椎间隙, 彻底清除节段内的髓核和纤维环, 椎体后缘的骨赘可一并切除。反复冲洗手术视野后, 将自体碎骨植入合适大小的椎间融合器中一并置入病变椎间隙, 保证与椎体面充分接触。透视确定融合器位置满意后, 选择合适长度的钛板, 根据术前手术方案, 适当预弯钛板, 固定于椎体前方, 拧紧螺钉。再次透视确定钛板、螺钉和融合器位置良好后, 使用含有抗生素的生理盐水反复冲洗术区, 放置引流管, 确定无明显出血后逐层关闭切口, 覆盖无菌敷料。所有患者术前均预防性使用抗生素, 术后均采用颈托固定颈部。记录围手术期和随访期间的并发症发生情况。

1.3 观察指标

采用日本骨科学会(JOA)评分^[11]对患者术前和随访时的神经功能状态进行评估。JOA评分改善率(%) = $(\text{末次随访JOA评分} - \text{术前JOA评分}) / (17 - \text{术前JOA评分}) \times 100\%$ 。采用Nurick评分^[12]对患者脊髓损伤状态进行评估。采用疼痛视觉模拟量表(VAS)评分^[13]对患者颈肩部疼痛程度进行评分。为进一步探究MRI T2加权像髓内高信号对患者神经功能的影响, 对JOA评分的亚项评分进行分析, 包括上下肢运动功能、上下肢感觉功能、躯干感觉功能和膀胱功能。

1.4 统计学处理

采用SPSS 19.0软件对数据进行统计分析。正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验, 组内比较采用配对样本 t 检验; 计数资料以例数表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用受试者工作特征(ROC)曲线对MRI T2加权像髓内高信号预测术后JOA评

分改善率的特异度和灵敏度进行分析, 计算 MRI T2 加权像髓内高信号预测 JOA 评分改善率的截断值, 并根据此值对患者重新分组, 并进行多因素 logistic 回归分析, 寻找影响患者预后的危险因素。

2 结 果

2.1 2 组临床评分

所有患者随访(16.27±4.38)个月。术前 JOA 评分为(11.84±2.41)分、Nurick 评分为(2.39±1.00)分、VAS 评分为(4.22±2.35)分, 末次随访时分别改善至(15.28±1.88)分、(1.12±1.05)分、(2.76±1.87)分, 差异均有统计学意义($P<0.05$); JOA 评分改善率为(72.40±23.99)%。随访期间共 6 例出

现手术相关并发症, 声音嘶哑 1 例, 吞咽困难 2 例, 轴性痛 2 例, C₅ 神经根麻痹 1 例, 经物理治疗和康复锻炼后均获得明显改善。患者均未发生伤口感染和融合器松动等相关并发症。

2 组患者年龄和症状周期差异无统计学意义($P>0.05$, 表 1)。高信号组男性比例和霍夫曼征阳性比例高于非高信号组, 差异均有统计学意义($P<0.05$, 表 1)。高信号组术前 JOA 评分低于非高信号组, Nurick 评分高于非高信号组, 差异均有统计学意义($P<0.05$, 表 1)。2 组患者术前 VAS 评分差异无统计学意义($P>0.05$, 表 1)。进一步评估 2 组 JOA 亚项评分, 发现高信号组上肢运动功能评分低于非高信号组, 差异有统计学意义($P<0.05$, 表 1)。

表 1 2 组患者术前临床资料
Tab. 1 Preoperative clinical data of 2 groups

分组 Group	n	性别 Gender		年龄 / 岁 Age/year	症状周期 / 月 Duration of symptoms/month	霍夫曼征 Hoffman's sign		JOA 评分 JOA score	Nurick 评分 Nurick score	VAS 评分 VAS score
		男	女			阳性	阴性			
		Male	Female			Positive	Negative			
高信号 High signal	41	33	8	51.30 ± 9.69	21.41 ± 35.20	22	19	11.30 ± 2.69	2.80 ± 0.98	3.70 ± 2.34
非高信号 Non-high signal	42	23*	19*	53.62 ± 8.68	18.83 ± 30.71	12*	30*	12.55 ± 1.82*	1.93 ± 0.80*	4.74 ± 2.24

分组 Group	JOA 亚项评分 JOA sub-item score					
	上肢运动	下肢运动	上肢感觉	下肢感觉	躯干感觉	膀胱功能
	Motor of upper limbs	Motor of lower limbs	Sense of upper limbs	Sense of lower limbs	Sense of trunk	Bladder function
高信号 High signal	2.18 ± 0.79	2.83 ± 0.97	0.45 ± 0.66	1.35 ± 0.75	1.65 ± 0.79	2.83 ± 0.52
非高信号 Non-high signal	2.74 ± 0.62*	3.05 ± 0.82	0.64 ± 0.75	1.60 ± 0.62	1.67 ± 0.56	2.86 ± 0.41

注: * 与高信号组比较, $P<0.05$ 。
Note: * $P<0.05$, compared with high signal group.

2 组手术节段和随访时间差异无统计学意义($P>0.05$, 表 2)。末次随访时, 高信号组神经功能仍较非高信号组差, JOA 评分低于非高信号组, Nurick 评分高于非高信号组, 差异均有统计学意义($P<0.05$, 表 2); 2 组 VAS 评分差异无统计学意义($P>0.05$, 表 2)。进一步分析末次随访时 JOA 亚项评分, 高信号组上肢运动、下肢运动、上肢感觉、下肢感觉得分均较非高信号组差, 差异有统计学意义($P<0.05$, 表 2)。同时, 高信号组 JOA 评分改善率低于非高信号组, 差异有统计学意义($P<0.05$, 表 2)。

2.2 预后影响因素

ROC 曲线分析发现, MRI T2 加权像髓内高信号预测术后 JOA 评分改善率的灵敏度为 61.90%, 特异度为 80.95%, 曲线下面积为 0.717 4 (95% 置信区间 0.604 7~0.830 1, $P<0.05$)。由此得出, MRI T2 加权像髓内高信号预测 JOA 评分改善率的截断值为 70%。根据此值将患者分为预后较好组 (JOA 评分改善率 $>70\%$) 和预后较差组 (JOA 评分改善率 $\leq 70\%$)。预后较好组 49 例 (高信号组 15 例, 非高信号组 34 例), 预后较差组 34 例 (高信号组 26 例, 非高信号组 8 例)。对所有患者及高信号组进行多因素

表2 2组患者手术节段、随访时间和末次随访时临床资料

Tab. 2 Surgical segments, follow-up duration and clinical data at final follow-up of 2 groups

分组 Group	n	手术节段 Operation segment		随访时间/月 Follow-up time/ month	JOA 评分 JOA score	Nurick 评分 Nurick score	VAS 评分 VAS score	JOA 评分改善率(%) Improvement rate of JOA score(%)
		3	4					
高信号 High signal	41	29	12	16.98 ± 5.18	14.80 ± 2.08	1.45 ± 1.08	2.96 ± 1.74	65.21 ± 20.69
非高信号 Non-high signal	42	25	17	15.67 ± 3.32	15.93 ± 1.39*	0.76 ± 0.87*	2.66 ± 1.95	80.41 ± 24.44*
分组 Group	JOA 亚项评分 JOA sub-item score							
	上肢运动 Motor of upper limbs	下肢运动 Motor of lower limbs	上肢感觉 Sense of upper limbs	下肢感觉 Sense of lower limbs	躯干感觉 Sense of trunk	膀胱功能 Bladder function		
高信号 High signal	3.33 ± 0.60	3.63 ± 0.62	1.40 ± 0.53	1.70 ± 0.68	1.88 ± 0.49	2.88 ± 0.35		
非高信号 Non-high signal	3.74 ± 0.49*	3.83 ± 0.37*	1.67 ± 0.52*	1.90 ± 0.37*	1.86 ± 0.35	2.93 ± 0.26		

注: *与高信号组比较, $P<0.05$ 。

Note: * $P<0.05$, compared with high signal group.

logistic 回归分析, 结果显示, 对于全部患者, MRI T2 加权像髓内高信号(比值比=5.61, 95% 置信区间 2.014~15.632, $P<0.05$) 和霍夫曼征阳性(比值比=2.268, 95% 置信区间 1.192~4.091, $P<0.05$) 是患者预后的独立危险因素; 对于高信号组, 霍夫曼征阳性(比值比=1.786, 95% 置信区间 0.988~2.357, $P<0.05$) 是患者预后的独立危险因素。

2.3 典型病例

患者男, 74 岁, 5 年前无明显诱因出现上颈部疼痛伴双上肢疼痛, 近 6 个月症状逐渐加重, 出现

右上肢无力、精细动作障碍及下肢轻度踩棉花感, 术前 JOA 评分为 10 分。术前 X 线片示颈椎生理曲度消失, C₂₋₄ 反弓(图 1a); 术前 MRI 示椎间盘高度和信号降低, C₃/C₄/C₅/C₆/C₇ 椎间盘明显向后突出, 致脊髓腹侧压迫明显, 伴有 MRI T2 加权像髓内斑点状高信号影, 颈椎反弓(图 1b)。5 个节段 4 个椎间隙行 ACDF(图 1c)。术后 MRI T2 加权像示脊髓压迫解除, 前后脑脊液带恢复良好。术后 1 年影像学表现(图 1d) 和症状均较术前明显改善, JOA 评分 16 分。

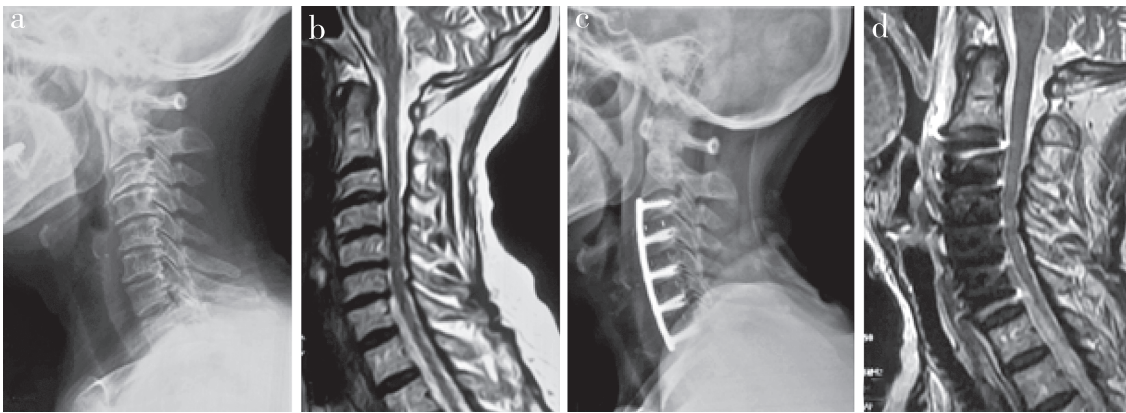


图1 典型病例影像学资料

Fig. 1 Imaging data of a typical case

a: 术前侧位 X 线片 b: 术前矢状位 MRI T2 加权像 c: 术后侧位 X 线片 d: 术后 1 年矢状位 MRI T2 加权像

a: Preoperative lateral roentgenograph b: Preoperative sagittal T2-weighted MRI c: Postoperative lateral roentgenograph d: Sagittal T2-weighted MRI at postoperative 1 year

3 讨 论

MCSM主要表现为颈椎椎间盘病理性脱水、椎间隙塌陷,伴椎间盘突出、纤维环破裂及后期骨质增生或骨赘形成^[14]。发生退行性变节段的生物力学稳定性发生改变,进而导致一系列脊柱退行性疾病^[15]。颈椎椎间盘退行性变常导致神经组织的腹侧压迫,经颈椎前路直接切除病变组织实现对脊髓和神经根的直接减压,目前已经形成共识^[16]。ACDF是前路脊髓减压的经典术式,然而,目前对于ACDF治疗颈椎椎间盘退行性疾病的研究主要集中在短节段,对ACDF治疗多节段颈椎椎间盘退行性疾病的研究目前仍较少^[2, 17]。李忠海等^[18]通过生物力学研究发现,ACDF治疗多节段颈椎病时对于相邻节段的生物力学影响较小,可降低邻近节段发生退行性变的风险,为ACDF治疗多节段颈椎病提供了理论依据。陈绩等^[19]的研究肯定了ACDF对MCSM患者脊髓神经功能的改善,且手术并发症少,术后颈肩疼痛程度低,颈椎活动度满意。但该研究病例数较少,且随访时间仅为6个月,所得结论仍有待进一步证实。本研究共纳入83例接受ACDF治疗的MCSM患者,所有患者随访时间均超过1年,末次随访时JOA评分、Nurick评分和VAS评分均明显改善,JOA评分改善率为 $(72.40 \pm 23.99)\%$,证实ACDF治疗MCSM可取得较满意的临床效果。

MRI髓内高信号是颈椎退行性疾病最常见的影像学特征之一^[20],但关于其与患者预后的关系目前仍存在争议。Li等^[21]通过荟萃分析发现,MRI T2加权像髓内高信号是患者预后较差的独立危险因素。然而,也有报道^[22]指出,MRI T2加权像髓内高信号与患者术后功能恢复没有直接关系。为了更好地研究ACDF对MCSM的治疗效果,本研究根据患者术前MRI T2加权像上髓内信号强度将83例患者分为高信号组和非高信号组,对2组患者术前一般资料进行分析后发现,高信号组术前神经功能评分(JOA评分和Nurick评分)明显较非高信号组差。进一步对JOA亚项评分进行分析发现,高信号组上肢运动功能较差,提示MRI T2加权像髓内高信号患者更容易表现出上肢运动功能障碍,这与Yagi等^[20]的研究结果一致。推测其原因可能为颈椎椎间盘退行性疾病中脊髓的压迫往往来自脊髓腹侧,脊髓前柱结构更容易受到压迫,而髓内高信号往往提示脊髓压迫性损伤更为严重,前柱损伤将导致下位神经元信号传导障碍,引起运动功能损伤。然而,

具体机制仍需要进一步研究。末次随访时,高信号组神经功能恢复(JOA评分、Nurick评分及JOA评分改善率)仍然较非高信号组患者差,且高信号组JOA亚项评分(上下肢运动功能、上下肢感觉功能)也较非高信号组差,提示MRI T2加权像髓内高信号患者尽管进行了外科减压,但是由于脊髓长期压迫导致的损伤修复缓慢,甚至不可逆转。因此,对存在明显脊髓压迫的患者,建议早期手术干预,避免发生MRI T2加权像髓内高信号,影响预后;对于已经发生MRI T2加权像髓内高信号的患者,在尽快手术干预的同时,宜积极采用高压氧、物理治疗、功能锻炼等方式促进神经功能恢复^[23-24]。

颈椎病患者术后神经功能恢复受多种因素影响,包括年龄、症状周期、术前神经功能状态、MRI T2加权像髓内高信号等^[25]。为了探讨MCSM患者在接受ACDF治疗后神经功能恢复的影响因素,本研究首先通过ROC曲线分析确定了术前MRI T2加权像髓内高信号影响患者术后JOA评分改善率的截断值,基于此值将患者重新分为预后较好组(JOA评分改善率 $>70\%$)和预后较差组(JOA评分改善率 $\leq 70\%$),进而通过多因素logistic回归分析得出影响患者预后的独立危险因素是术前MRI T2加权像髓内高信号和霍夫曼征阳性。同时对MRI T2加权像髓内高信号的患者进行多因素logistic回归分析,进一步明确了术前霍夫曼征阳性是影响患者术后神经功能恢复的独立危险因素。以往研究^[26-28]报道,霍夫曼征阳性提示脊髓实质性病变,与髓内高信号关系密切,可作为脊髓压迫性损伤的临床指征。结合以上结果,本研究组认为,同时合并MRI T2加权像髓内高信号和霍夫曼征阳性的患者术后神经功能恢复可能较差,应多加关注此类患者的临床治疗和术后康复。

本研究存在以下不足。①本研究为回顾性研究,可能会因纳入患者选择偏倚对结果造成影响。②由于样本量的局限性,本研究未对MRI T2加权像髓内高信号患者的高信号出现节段和长度进行进一步分组,进一步分组研究将会更有利于寻找MRI T2加权像髓内高信号患者术后康复的独立危险因素。③本研究旨在对ACDF治疗MCSM患者的临床效果进行初步探讨,未将ACDF与后路减压术式进行对比分析。后期研究将把ACDF与后路术式治疗MCSM的对比作为重点,探究患者术后恢复和并发症的差异,增强ACDF治疗MCSM临床效果的说服力。④患者术后末次随访的神经功能恢复情况,除

术前情况、手术方式会对其造成影响外, 术后康复治疗措施(如高压氧等)、心理疏导、营养补充等因素也可能造成患者恢复的差异。因此, 未来需要纳入更多可能影响患者术后神经功能恢复的因素来验证本研究的初步结论, 获得更高等级的证据。

综上所述, MCSM患者经ACDF治疗能获得相对满意的临床效果, MRI T2加权像髓内高信号患者神经功能恢复情况较非高信号患者差。术前MRI T2加权像髓内高信号和霍夫曼征阳性是影响患者神经功能恢复的独立危险因素。对于术前合并MRI T2加权像髓内高信号和Hoffman征阳性的患者, 在手术干预和术后康复上应给予更多的关注。

参考文献

- [1] 福嘉欣, 江毅. 颈椎后路单开门椎管扩大成形术后相关并发症的研究进展[J]. 脊柱外科杂志, 2016, 14(1): 58-61.
- [2] 赵伯明, 杨操, 杨述华, 等. 颈椎前路椎间盘切除并自体骨移植钛板固定术对多节段颈椎间盘退行性疾病的疗效分析[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2015, 44(3): 326-329.
- [3] 王海波, 王元, 孙璟川, 等. 颈椎前路椎间盘切除融合术中恢复椎间隙自然高度对术后疗效的影响[J]. 脊柱外科杂志, 2018, 16(5): 284-288.
- [4] Mazas S, Benzakour A, Castelain JE, *et al.* Cervical disc herniation: which surgery?[J]. Int Orthop, 2019, 43(4): 761-766.
- [5] Youssef JA, Heiner AD, Montgomery JR, *et al.* Outcomes of posterior cervical fusion and decompression: a systematic review and meta-analysis[J]. Spine J, 2019, 19(10): 1714-1729.
- [6] 袁文, 徐盛明, 王新伟, 等. 前路分节段减压植骨融合术治疗多节段颈椎病的疗效分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(2): 95-98.
- [7] 李宁, 申明奎, 白玉, 等. 颈椎前路椎间盘切除融合术和后路单开门椎板成形术治疗多节段脊髓型颈椎病的早期并发症对比[J]. 脊柱外科杂志, 2018, 16(5): 262-265.
- [8] Kalsi-Ryan S, Riehm LE, Tetreault L, *et al.* Characteristics of upper limb impairment related to degenerative cervical myelopathy: development of a sensitive hand assessment(graded redefined assessment of strength, sensibility, and prehension version myelopathy)[J]. Neurosurgery, 2020, 86(3): E292-E299.
- [9] Hirvonen T, Siironen J, Marjamaa J, *et al.* Anterior cervical discectomy and fusion in young adults leads to favorable outcome in long-term follow-up[J]. Spine J, 2020, 20(7): 1073-1084.
- [10] 钱明权, 顾羊林, 曾柯, 等. 颈椎前路椎间盘切除融合术与颈后路椎板切除减压术治疗多节段脊髓型颈椎病的对比研究[J]. 中国骨与关节外科杂志, 2016, 9(5): 376-380.
- [11] Yonenobu K, Abumi K, Nagata K, *et al.* Interobserver and intraobserver reliability of the Japanese Orthopaedic Association scoring system for evaluation of cervical compression myelopathy[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(17): 1890-1895.
- [12] Nurick S. The natural history and the results of surgical treatment of the spinal cord disorder associated with cervical spondylosis[J]. Brain, 1972, 95(1): 101-108.
- [13] Huskisson EC. Measurement of pain[J]. Lancet, 1974, 2(7889): 1127-1131.
- [14] Yang X, Karis DSA, Vleggeert-Lankamp CLA. Association between Modic changes, disc degeneration, and neck pain in the cervical spine: a systematic review of literature[J]. Spine J, 2020, 20(5): 754-764.
- [15] 杨建伟, 赵杰. 颈椎矢状力线和颈椎间盘退变的关系[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 473(15): 1370-1374.
- [16] 中华医学会. 临床诊疗指南: 骨科分册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 112-114.
- [17] 陈洁, 李军, 熊敏, 等. 双节段颈椎间盘置换术与双节段前路植骨融合术的临床疗效比较[J]. 中华实验外科杂志, 2015, 32(12): 3193-3195.
- [18] 李忠海, 林斌, 唐家广, 等. 有限元法分析多节段颈椎病4种颈前路修复方式的生物力学特点[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(44): 6612-6619.
- [19] 陈绩, 江伟, 韩玉建, 等. 颈椎前路椎间盘切除融合术治疗多节段脊髓型颈椎病的临床研究[J]. 实用医院临床杂志, 2018, 15(2): 118-121.
- [20] Yagi M, Ninomiya K, Kihara M, *et al.* Long-term surgical outcome and risk factors in patients with cervical myelopathy and a change in signal intensity of intramedullary spinal cord on magnetic resonance imaging[J]. J Neurosurg Spine, 2010, 12(1): 59-65.
- [21] Li F, Chen Z, Zhang F, *et al.* A meta-analysis showing that high signal intensity on T2-weighted MRI is associated with poor prognosis for patients with cervical spondylotic myelopathy[J]. J Clin Neurosci, 2011, 18(12): 1592-1595.

- [9] Sinha R, Rizvi TH, Chakraborti S, *et al.* Primary melanoma of the spinal cord: a case report[J]. J Clin Diagn Res, 2013, 7(6): 1148-1149.
- [10] 戴晓华, 林明侠. 脊髓原发恶性黑色素瘤 1 例报道[J]. 肿瘤学杂志, 2012, 18(10): 799-800.
- [11] 尹媛媛, 王宏, 穆学涛. MRI 诊断椎管内原发恶性黑色素细胞瘤一例[J]. 临床放射学杂志, 2015, 34(2): 222-223.
- [12] 张卿云, 姚一, 刘小伟. 椎管内原发性黑色素瘤一例报告并文献复习[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2015, 22(15): 1240-1245.
- [13] Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, *et al.* The 2007 WHO classification of tumours of the central nervous system[J]. Acta Neuropathol, 2007, 114(2): 97-109.
- [14] Clarke DB, Leblanc R, Bertrand G, *et al.* Meningeal melanocytoma. Report of a case and a historical comparison[J]. J Neurosurg, 1998, 88(1): 116-121.
- [15] 唐浩, 刘义成, 李华玲. 椎管内黑色素细胞瘤 1 例[J]. 中国临床医学影像杂志, 2007, 18(9): 680.
- [16] 华德河, 郝其全, 孙海燕, 等. 胸椎椎管内硬膜外海绵状血管瘤 1 例报告[J]. 脊柱外科杂志, 2019, 17(2): 150-152.
- [17] 陆紫微, 田霞, 孙琪, 等. 椎管内脊膜瘤和神经鞘瘤 MRI 鉴别[J]. 医学影像学杂志, 2012, 22(8): 1250-1253.
- [18] 朱蔚林, 黄垂学, 漆松涛, 等. 中枢神经系统原发性黑色素瘤 10 例临床分析[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2013, 40(3): 226-230.
- [19] 李丽琴, 李德鹏, 王争明, 等. 18 F-FDG PET/CT 显像在恶性黑色素瘤诊断及分期中的价值[J]. 中国医学影像技术, 2009, 25(11): 2106-2109.
- [20] Koelsche C, Hovestadt V, Jones DTW, *et al.* Melanotic tumors of the nervous system are characterized by distinct mutational, chromosomal and epigenomic profiles[J]. Brain Pathol, 2015, 25(2): 202-208.
- [21] Rades D, Schild SE, Tatagiba M, *et al.* Therapy of meningeal melanocytomas[J]. Cancer, 2004, 100(11): 2442-2447.
- [22] Lin B, Yang H, Qu L, *et al.* Primary meningeal melanocytoma of the anterior cranial fossa: a case report and review of the literature[J]. World J Surg Oncol, 2012, 10: 135.
- [23] 王亚明, 田增民. 椎管内原发性黑色素瘤的诊断和治疗[J]. 海军总医院学报, 2008, 21(4): 222-225.
- [24] 刘希斗, 闫茹, 王学庆. 30 例椎管内肿瘤的诊断与治疗[J]. 脊柱外科杂志, 2005, 3(3): 168-169.

(接受日期: 2021-01-12)

(本文编辑: 刘映梅)

(上接第 171 页)

- [22] Vedantam A, Rajshekhar V. Change in morphology of intramedullary T2-weighted increased signal intensity after anterior decompressive surgery for cervical spondylotic myelopathy[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(18): 1458-1462.
- [23] Tracy JA, Bartleson JD. Cervical spondylotic myelopathy[J]. Neurologist, 2010, 16(3): 176-187.
- [24] Akkurt H, Karapolat HU, Kirazli Y, *et al.* The effects of upper extremity aerobic exercise in patients with spinal cord injury: a randomized controlled study[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2017, 53(2): 219-227.
- [25] Chatley A, Kumar R, Jain VK, *et al.* Effect of spinal cord signal intensity changes on clinical outcome after surgery for cervical spondylotic myelopathy[J]. J Neurosurg Spine, 2009, 11(5): 562-567.
- [26] Tejus MN, Singh V, Ramesh A, *et al.* An evaluation of the finger flexion, Hoffman's and plantar reflexes as markers of cervical spinal cord compression—a comparative clinical study[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2015, 134: 12-16.
- [27] Grijalva RA, Hsu FP, Wycliffe ND, *et al.* Hoffmann sign: clinical correlation of neurological imaging findings in the cervical spine and brain[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2015, 40(7): 475-479.
- [28] Cook C, Roman M, Stewart KM, *et al.* Reliability and diagnostic accuracy of clinical special tests for myelopathy in patients seen for cervical dysfunction[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2009, 39(3): 172-178.

(接受日期: 2020-11-24)

(本文编辑: 于倩)