

儿童无骨折脱位型脊髓损伤的 MRI 特征

程华, 刘宁瑶, 伍斌, 段晓岷, 彭芸

【摘要】 目的: 回顾性分析儿童无骨折脱位型脊髓损伤(SCIWORA)的 MR 影像学表现及临床特点, 提高对儿童 SCIWORA MRI 特征的认识。方法: 对 2004 年 4 月—2011 年 10 月我院诊断为 SCIWORA 的 10 例患儿的临床及脊柱 MRI 资料进行回顾性分析。结果: 10 例患儿均于外伤后(车祸碾压腰腹部 1 例, 外力打击腰部 2 例, 舞蹈练习下腰 7 例), 立即至 3 天后出现下肢无力、疼痛等脊髓损伤症状, 10min~3d(中位时间 3.5h)后症状达高峰, 出现下肢瘫痪, 症状稳定不再进展。伤后 2~10d 行首次脊柱 MRI 检查, 病变累及全脊髓的 1 例, 累及下颈段、胸段、腰段 1 例, 累及胸段者 2 例, 累及胸、腰段的 6 例。MRI 显示脊髓水肿 4 例, 呈长 T₂ 长 T₁ 信号; 脊髓水肿伴出血 6 例, 出血呈短 T₁ 信号。11~18d 复查者 10 例, 病变范围减小 1 例, 范围增大 2 例, 范围无变化 7 例。复查时出血者 3 例。伤后 32~42d 复查者 4 例, 均发现脊髓萎缩。本组合并非神经性软组织损伤 1 例, 可见前纵韧带损伤。结论: 全脊柱 MRI 检查是用于诊断儿童 SCIWORA 的最佳影像学检查方法, 不仅可进行脊髓损伤的神经影像学评估, 还可显示脊柱 X 线及 CT 无法直接显示的脊柱韧带、椎间盘、终板及骨髓等非神经性软组织损伤情况, 有利于临床治疗方案的制定及预后评估。

【关键词】 脊髓损伤; 脊柱; 儿童; 磁共振成像

【中图分类号】 R445.2; R651.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2015)08-0865-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.08.015

The MR features of spinal cord injury without radiologic abnormality in children CHENG Hua, LIU Ning-yao, WU Yun, et al. Department of Radiology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing 100045, P. R. China

【Abstract】 **Objective:** To improve the understanding of MRI features of the spinal cord injury without radiologic abnormality (SCIWORA) in children, by reviewing the MRI findings and the clinical characteristics of the pediatric SCIWORA respectively. **Methods:** The clinical data and MR images of ten patients who were diagnosed as SCIWORA from April 2004 to October 2011 were analyzed retrospectively. **Results:** In 10 cases lower limb weakness, pain and other spinal cord injury symptoms appeared, immediately to the 3rd day after trauma. The symptoms progressed to the peak from 10 min to the 3rd day (median time 3.5 hours) after trauma, and the lower limbs paralysis was stable. The causes of SCIWORA included the abdominal trauma in the car accident (n=1), external force hitting on the waist (n=2) and low back injury in the dance practice (n=7). The first spinal MRI was performed from 2 to 10 days after the trauma. The lesion involved the whole spinal cord in 1 case, thoracic segment in 2 cases, lower cervical, thoracic and lumbar segments in 1 case, and thoracic and lumbar segments in 6 cases. MR findings of the injured spinal cord included spinal cord edema in 4 cases with prolonged T₁- and T₂-signal, spinal cord edema with hemorrhage in 6 cases with high signal on T₁-weighted images and low signal on T₂-FFE. The first follow-up of spinal MRI was performed for 10 cases from 8 to 11 days after the trauma. The lesion extent increased in 2 cases, decreased in 1 case, and had no change in 7 cases. Spinal cord hemorrhage was found in the additional 3 cases by the follow-up MRI. The myelatrophy was found in 4 cases by the follow-up MRI 32~42 days after the trauma. Of 4 cases, extraneural soft tissue injury was identified in 1 case, with anterior longitudinal ligament injury. **Conclusion:** Whole spinal MRI is the best imaging modality for the diagnosis of the pediatric SCIWORA, by providing the comprehensive imaging evaluation of the spinal cord injuries. In addition, whole spinal MRI can also display the extraneural soft tissue injuries including the injuries of spinal ligaments, discs, endplates and bone marrow, which can not be identified by the spinal X-ray and CT directly. These advantages will help the decision making of the clinical treatment and the prognostic assessment.

【Key words】 Spinal cord injury; Children; Magnetic resonance imaging

无骨折脱位型脊髓损伤(spinal cord injury without radiologic abnormality, SCIWORA)由 Pang 和 Wilberger 在 1982 年首次提出, 指脊髓损伤伴有神经

系统症状但 X 线检查无阳性发现, 即脊柱 X 线片、脊髓造影和脊柱 CT 检查未发现脊柱损伤, 本病约占儿童创伤性脊髓病的 19%~34%^[1]。定义中的脊髓损伤不包括电击伤、产科并发症、先天性脊柱异常或脊髓穿透伤^[2]。也有学者认为采用无放射学外伤证据的脊髓损伤(spinal cord injury without radiographic evidence of trauma, SCIWORET)来定义此类脊髓损伤

作者单位: 100045 北京, 首都医科大学附属北京儿童医院影像中心(程华、刘宁瑶、段晓岷、彭芸), 神经内科(伍斌)

作者简介: 程华(1974-), 女, 山东掖县人, 博士, 副主任医师, 主要从事儿科影像学诊断和研究工作。

通讯作者: 彭芸, E-mail: ppengyun@yahoo.com

更为恰当^[3]。MRI 技术出现以后,SCIWORA 不再是一种无影像学异常的疾病状态,包括神经损伤和非神经性软组织损伤。本文回顾性分析儿童 SCIWORA 的 MRI 表现及临床资料,旨在提高对本病的认识。

材料与方 法

1. 病例资料

2004年4月—2011年10月在我院诊断为 SCIWORA 的患者 10 例,女 9 例,男 1 例,年龄 3.1~7.9 岁,平均 5.6 岁。患者均于出现症状后 2~10 d(平均 5 d)行脊柱 MRI 检查,并于症状出现后 11~40 d 复查脊柱 MRI。所有患者的脊柱 X 线或 CT 检查未发现异常。

2. MRI 检查方法

脊柱 MRI 扫描使用 Philip Intera 1.5T 或 Philip 3.0T TX 超导 MR 成像系统,全脊柱线圈,常规行横轴面和矢状面扫描,扫描序列及参数:SE T₁WI, TR 500 ms, TE 13 ms; TSE T₂WI, TR 2500~3500 ms, TE 115 ms; T₂-FFE 序列, TR 391 ms, TE 16 ms; 横断面扫描,层厚 4 mm,层间距 0.4 mm,视野 22.5 cm×22.5 cm; 矢状面扫描,层厚 3 mm,层间距 0.3 mm,视野 36.5 cm×36.5 cm,矩阵 416×416,激励次数 5。

结 果

1. 临床表现

10 例中车祸伤腰腹部碾压 1 例,外力打击腰部 2 例,舞蹈练习时下腰动作中损伤脊柱 7 例。伤后立即出现症状的 8 例,10~20 min 后出现症状的 2 例,此时患者的主要临床表现为双下肢无力 4 例,单侧下肢无力 1 例,腰部、臀部和(或)下肢疼痛 3 例,双下肢麻木 1 例,腹痛 1 例。症状高峰时间 10 min~3 d(中位时间 3.5 h),此时患者出现下肢瘫痪,随后症状稳定不再进展,此时的主要临床表现为双下肢无力、感觉消失和尿潴留。入院时体检:双下肢肌力 0 级,肌张力减低,感

觉丧失,腹壁反射未引出,出现感觉平面,跟、膝腱反射未引出。治疗 1 个月后,双下肢肌力 >0 且 ≤1 级者 2 例,0 级 8 例。

2. 脊髓 MRI 表现

本组患者多次 MRI 检查的相关结果见表 1。

首次脊柱 MRI 检查的时间为伤后 2~10 d,平均 5 d;病变累及全脊髓者 1 例,累及下颈段、胸段和腰段者 1 例,累及胸、腰段者 6 例,仅累及胸段者 2 例。主要 MRI 表现:①脊髓水肿 4 例,呈长 T₂ 长 T₁ 信号(图 1);②脊髓水肿伴出血 6 例,出血灶为短 T₁、稍短 T₂ 信号, T₂-FFE 序列上呈低信号(图 2、3a~b)。

行 MRI 复查一次者 10 例,复查时间为外伤后 11~18 d,平均 13 d,主要表现:病变范围较前增大 2 例,减小 1 例,无明显变化 7 例;4 例首次检查未发现髓内出血者,第一次复查时发现出血 3 例,仅表现为水肿 1 例。复查两次者 4 例,第二次复查时间为外伤后 32~42 d;4 例 MRI 表现为脊髓萎缩(图 3c),其中 1 例可见局限性中央管扩张。本组中合并非神经性软组织损伤者 1 例,病例 3 合并前纵韧带损伤及前纵韧带下少量积液。

讨 论

1. SCIWORA 的临床特点及发病机制

SCIWORA 的损伤机制与儿童脊柱具有高度延展性的生理和解剖特点密切相关。儿童脊柱含水量高,关节面浅,脊柱韧带和关节囊弹性大,婴幼儿椎体的形状呈前部较薄之楔形,10 岁以下儿童缺乏钩突^[1,4-6],这些特点决定了在外力作用下,小儿脊柱可发生结构的过度变形,并可回复原位,但并不发生骨质和韧带的断裂,表现为 X 线检查时无明显异常改变。与脊柱沿纵轴高度延伸性相比,儿童脊髓仅可拉长 0.6 cm 以下,这二者弹性的差异可导致脊髓损伤^[4]。当脊柱发生过度变形时,椎体的压迫或瞬间移切的作用力可导致脊髓神经轴突、营养血管及细胞膜的直接损伤,这种

表 1 初次检查及复查脊髓 MRI 表现

编号	初次检查			第一次复查			第二次复查		
	时间(d)	病变范围	水肿 出血	时间(d)	病变范围	出血	时间(d)	脊髓萎缩	中央管积水
1	10	Th ₂ 以下	有 有	13	不变	有	42	Th ₄ 以下	无
2	6	Th ₁ 以下	有 有	14	不变	有	40	Th ₃ 以下	无
3	2	Th ₅ 以下	有 有	12	增加	有	—	无	无
4	6	C ₇ 以下	有 有	14	不变	有	32	Th ₆ 以下	Th ₁ ~Th ₅
5	4	Th ₁ 以下	有 无	11	减小	无	—	无	无
6	5	全脊髓	有 无	18	减小	有	40	Th ₁₁ 以下	无
7	6	Th ₂ 以下	有 有	11	不变	有	—	无	无
8	5	Th ₃ 以下	有 有	13	略减小	有	—	无	无
9	2	Th ₇ ~Th ₁₀	有 无	12	略减小	有	—	无	无
10	4	Th ₅ 以下	有 无	14	不变	有	—	无	无

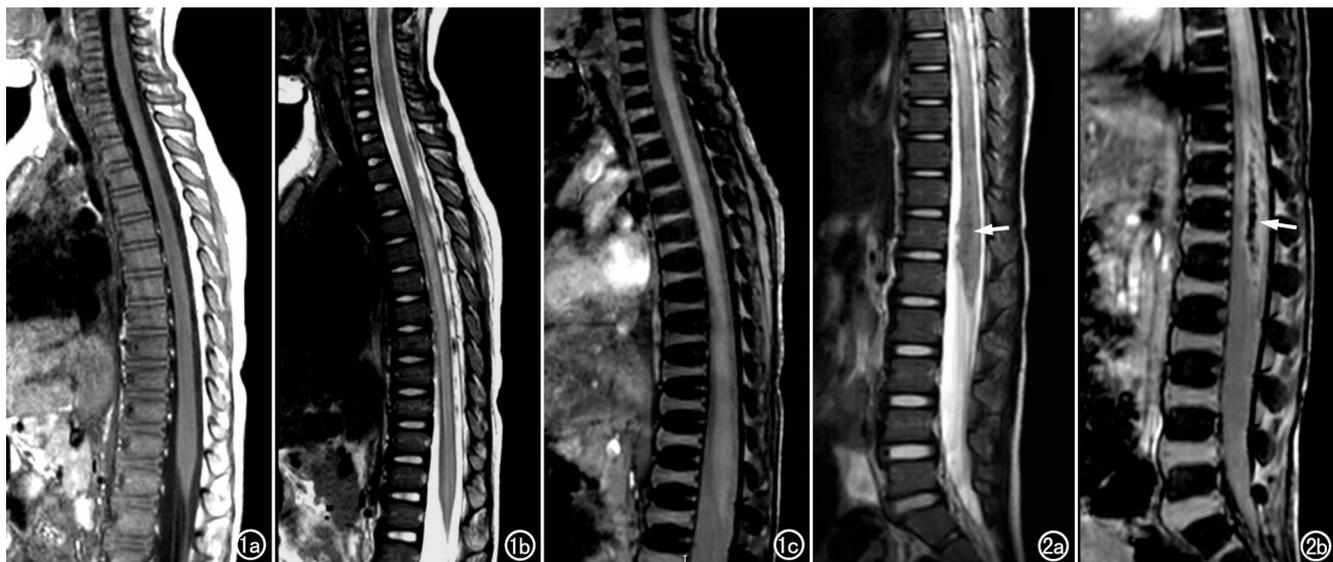


图1 病例5。a) 矢状面 T_1 WI, 示 Th_4 以下脊髓肿胀, 其内可见条片状稍低信号区, 灰白质均受累; b) T_2 WI 示脊髓水肿区呈稍高信号; c) T_2 -FFE 图像示 Th_4 以下脊髓肿胀, 其内未见低信号出血灶。图2 病例10。a) 矢状面 T_2 WI 示下胸段及腰段脊髓内可见稍低信号出血灶(箭); b) T_2 -FFE 图像示髓内出血灶呈极低信号(箭)。

直接损伤为瞬间发生而且不持续; 随后, 在脊髓缺血、水肿、兴奋毒性作用、氧自由基的产生及细胞凋亡等因素作用下, 出现脊髓继发性损伤。其中主要原因是氧自由基的作用使神经元、胶质细胞、血管内皮细胞及神经鞘膜的类脂质发生过氧化反应而致破坏, 甚至使细胞核溶解, 继发损害在 6~8h 达高峰且不可逆^[6-7]。有学者认为继发性损害与迟发性神经退化有关^[2]。因此, SCIWORA 患儿大多在伤后即刻或极短时间内出现症状, 进展期极短, 即而患者症状达到高峰, 其后症

状不再进展。本组 10 例 SCIWORA 患儿有 8 例在伤后立即出现症状, 仅有 2 例在伤后 10~20 min 时才出现症状, 达症状高峰的时间 9 例在 11 h 以内, 且临床症状达到症状高峰后不再进展。

国外文献报道, 儿童 SCIWORA 以颈段脊髓病变多见, 发生率可高达 76%, 其次为胸段(占 24%)^[1]。但本研究中及国内作者的研究中均以胸段及胸腰段脊髓受损多见^[7-8], 本组胸段及胸腰段损伤者 8 例(80%), 颈胸腰段均损伤者 2 例(20%)。追其原因可能

能与不同地区的病因不同有关。国外的研究中车祸伤所占比例为 45.0%~54.7%, 高处坠落伤 27.0%, 产伤及儿童虐待 15%, 运动损伤 13%^[4,7]。本组中除 1 例(10%)为交通事故所致外, 其他患者均因舞蹈动作中运动不当(70%)或腰部轻微外伤(20%)所致。与国外病例以车祸伤和高处坠落伤为主要病因明显不同。尽管胸段脊柱由于肋骨的固定作用不易发生脊柱的过伸或过屈, 但因有明确的胸、腰段脊柱过伸运动病史, 且脊髓损伤部位与脊柱过度运动的位置相一致, 提示脊柱过度运动与脊髓损伤之间的相关性。随着年龄增长, 脊柱发育逐渐完善, 稳定性增强, 脊柱外伤更易导致 X 线可见的骨破坏, 而非脊髓损伤,



图3 病例1。a) 外伤后 10d 首次 MRI 检查, 矢状面 T_2 WI 示 Th_2 以下脊髓水肿; b) T_1 WI 示 Th_{10} ~ L_2 脊髓前部出血(箭); c) 40d 后复查, 矢状面 T_2 WI 示 Th_2 以下脊髓不同程度变细, 提示脊髓萎缩。

SCIWORA 发生率也明显下降^[3]。Meta 分析显示,儿童发生 SCIWORA 的平均年龄为 7.4 岁(0~18 岁),以 8 岁以下多见^[5,9]。本组中患儿的平均年龄为 5.6 岁,符合国内文献报道的年龄分布范围。

2. SCIWORA 的脊柱 MRI 影像学表现

SCIWORA 的 MRI 表现多样,可无明显异常改变,也可表现为脊髓水肿及出血,甚至出现脊髓完全断裂等重度损伤的相应改变^[4]。MRI 不仅能够显示脊髓损伤的范围及程度,而且根据血红蛋白代谢产物的演变规律,可判断有无出血及病程等,出血范围大者预后较差^[4]。本组 10 例患者中首次 MRI 检查时,仅可见脊髓水肿的 4 例,呈长 T₁ 长 T₂ 信号;表现为脊髓水肿伴出血者 6 例,出血呈短 T₁ 信号,在 T₂-FFE 等磁敏感序列上出血呈极低信号,该序列对出血的显示较 T₂WI 敏感。Pang^[4] 建议无论急性期(外伤后 0~3 d)脊髓 MRI 是否有异常发现,脊柱 MRI 复查应于外伤后 6~9 d 进行。由于脊髓水肿通常在外伤后 3~4 h 内形成,可持续数周,因此,从急性期至伤后 6~9 d, MRI 均可良好显示脊髓水肿,表现为脊髓肿胀、髓内可见长 T₁ 长 T₂ 信号。而对于外伤所致出血,尤其是小灶性出血,在急性期,出血灶主要成像成分为红细胞内的脱氧血红蛋白,在 T₂WI 表现为稍低信号,往往不易被发现;到外伤 3d 之后,红细胞内脱氧血红蛋白转化为正铁血蛋白后,在 T₁WI 呈高信号,等信号的脊髓和高信号的出血之间的对比更加明显;外伤后 6~9 d,由于溶血作用,红细胞内正铁血蛋白释放入组织间隙,使出血灶在 T₁WI 及 T₂WI 上均呈高信号,此阶段 MRI 可清楚显示脊髓出血的情况,尤其是磁敏感序列如 T₂-FFE 可提高对出血的检出率。本研究中初次 MRI 检查(外伤后 2~10 d)时发现脊髓出血 6 例(60%),其检查时间均在外伤后 5 d 内;其中仅 3 例在外伤后 11~18 d 复查时可见有出血改变。因此笔者认为将 MRI 复查时间选择在外伤后 6~9 d 比较合理,可以更好地显示脊髓出血。病程慢性期时行 MRI 检查主要是观察有无脊髓中央管积水、痈管(syrinx formation)形成和脊髓萎缩等。本组中有 4 例在伤后 32~42 d 复查 MRI,均发现脊髓萎缩,其中 1 例显示局限性中央管积水。

SCIWORA 时常可见非神经性软组织损伤,包括韧带损伤、椎间盘损伤、终板损伤及周围软组织水肿及出血等,与本病的发生机制相关^[1,4,10,11]。MRI 不仅可显示这些非神经性软组织的形态学改变,还能在数小时内发现组织内出血,但由于出血灶邻近的筋膜、肌肉和脂肪板在 T₁WI 上也表现为高信号,易掩盖小的出血灶,因此脂肪抑制 T₁WI 可更有效的显示软组织内的小灶性出血^[4-5]。此外,脂肪抑制 T₂WI 还可以清晰

显示损伤引起的骨髓水肿及软组织水肿^[4]。本组患者中合并非神经性软组织损伤 1 例,病例 3 合并前纵韧带损伤及前纵韧带下少量积液。

儿童 SCIWORA 应与脊髓梗死进行鉴别,儿童脊髓梗死多有原发病,如心内膜炎、心率失常、卵圆孔未闭、动脉炎或出血性疾病等。此外,本病还应与脊髓炎进行鉴别,病史和病情进展是鉴别诊断的主要依据。脊髓炎多有前驱感染史,多伴有发热且多在瘫痪前即出现,炎症过程进展期长;而 SCIWORA 多有外伤史,外伤后即刻或短期内迅速出现症状,并快速进展至症状高峰,随后症状不再进展^[7,12,13]。仅根据脊髓影像学表现来鉴别两者比较困难,诊断时需密切结合病史^[7]。

参考文献:

- [1] Launay F, Leet AI, Sponseller PD. Pediatric spinal cord injury without radiographic abnormality: a meta-analysis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2005, 433(5):166-170.
- [2] Bruce DA. Efficacy of barbiturates in the treatment of resistant intracranial hypertension in severely head-injured children [J]. Pediatr Neurosci, 1989, 15(4):13-17.
- [3] Como JJ, Samia H, Nemunaitis GA, et al. The misapplication of the term spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA) in adults[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2012, 73(5):1261-1266.
- [4] Pang D. Spinal cord injury without radiographic abnormality in children; 2 decades later[J]. Neurosurg, 2004, 55(6):1325-1343.
- [5] Szwedowski D, Walecki J. Spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA): clinical and radiological aspects[J]. Pol J Radiol, 2014, 79(8):461-464.
- [6] Rowland JW, Hawryluk GW, Kwon B, et al. Current status of acute spinal cord injury pathophysiology and emerging therapies: promise on the horizon[J]. Neurosurg Focus, 2008, 25(5):e2.
- [7] 张培元, 张玉琴, 于晓莉, 等. 儿童无骨折脱位型脊髓损伤的临床特点及与急性脊髓炎的比较研究[J]. 临床儿科杂志, 2010, 28(8):764-776.
- [8] 伍坛, 邹丽萍, 方方, 等. 儿童无骨折脱位型脊髓损伤临床研究[J]. 中华儿科杂志, 2006, 44(2):144-145.
- [9] Mahajan P, Jaffe DM, Olsen CS, et al. Spinal cord injury without radiologic abnormality in children imaged with magnetic resonance imaging[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2013, 75(5):843-847.
- [10] Pang D. Spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA) in children. Betz R. The child with a spinal cord injury[M]. Rosemont: AAOS and Shriners Hospital, 1996:139-160.
- [11] 王清, 钟德君, 王高举, 等. 颈椎管狭窄伴无骨折脱位型脊髓损伤的 MRI 表现及手术治疗[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(9):659-664.
- [12] Ergun A, Oder W. Pediatric care report of spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA): case report and literature review[J]. Spinal Cord, 2003, 41(4):249-253.
- [13] Ramrattan NN, Oner FC, Boszczyk BM, et al. Cervical spine injury in the young child[J]. Eur Spine J, 2012, 21(11):2205-2211.