

# 挥鞭样损伤及其 MRI 进展

黎海燕 综述 李钧 审核

【中图分类号】R445.2; R816.1 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2010)12-1411-03

“挥鞭样损伤”是1928年由Crowe首先提出的,可以直观的理解为一机动车辆被后方行驶而来的另一机动车辆撞击后乘车者由于颈椎的过度伸展以及随之而来的屈曲运动所造成的损伤<sup>[1,2]</sup>。挥鞭样损伤是交通事故中最常见的损伤,在美国每年新增病例达1百万以上,国内的发病率亦呈逐年上升趋势<sup>[3]</sup>,在近几年备受医学界关注。由于挥鞭样损伤的影像表现多为隐匿性或随退行性改变重叠,常常不被重视或延误治疗,在法律伤残鉴定方面也缺乏一项重要的客观依据。

## 定义及发病机制

“挥鞭样损伤”最初的定义是指头部突然运动引起的颈部扭伤。但后来大量的研究认为挥鞭样损伤具有复杂的损伤机制,其症状也不仅局限于颈部,它应当具有更广泛的含义。1995年魁北克工作组(Quebec Task Force)提出挥鞭样损伤相关障碍(whiplash-associated disorder, WAD)的概念,从广义上将“挥鞭样损伤”进行定义:挥鞭系指能量传递至颈部的加速-减速机制,可由后方或侧方车辆的撞击所致,也可见于跳水或其他事故。撞击可造成骨或软组织损伤(挥鞭样损伤),也可导致其他临床表现(挥鞭相关性疾患)<sup>[4]</sup>。

挥鞭样损伤通常是由于来自后方、侧方的撞击或剪切力所致的,外力导致颈部发生急性过伸、过屈或过度倾斜而致骨或软组织损伤。Croft等<sup>[5]</sup>研究显示来自后方的撞击可产生双向、复杂的运动,乘车者由于惯性作用产生一定的加速度,从而使颈椎发生超过正常生理范围的过度伸展运动,这一过度伸展暴力的作用点一般以颈<sub>5</sub>~颈<sub>6</sub>为中心,随后颈椎因反弹而产生屈曲运动。损伤过程中躯干的上下运动使颈椎承受了轴向压缩负荷,因而在屈伸活动的同时也产生了上、下方向的运动。颈椎顶端的运动方向按时间顺序大致为上、前上、前下、后、后上。这一典型变化过程在受伤前身体略微前倾者更明显,身体后仰者发生颈椎的过伸和压缩的机率相对较低。有研究者用X线摄影记录了颈椎在挥鞭样损伤过程中的过伸运动变化。开始时躯干的向上运动驱使第6颈椎发生向上运动并后伸,此时其上方的颈椎仍保持静止。随后第6颈椎的后伸使得上方的颈椎产生2°~50°的前屈,使颈椎呈S形曲线,导致颈椎前柱分离以及椎间小关节压缩<sup>[6,7]</sup>。

## 临床症状及解剖基础

挥鞭样损伤的主要诊断依据是其临床表现<sup>[8]</sup>。颈痛是挥鞭样损伤的主要临床表现,颈痛通常在创伤后24h内出现或者在创伤后立即出现。目前认为颈痛主要是颈椎软组织和椎间小关节损伤的结果<sup>[9]</sup>。典型的颈痛表现为颈后区的钝痛,也可

以放射至头、肩、臂或肩胛间,颈部活动可使疼痛进一步加剧。有些伤者可长期颈痛,甚至出现行动障碍。长期颈痛者可能最后被诊断为非特异性症状,而忽略了与外伤的关系<sup>[9,10]</sup>。

此外,头痛、头昏、视觉障碍、眼的调节障碍和斜视、注意力和记忆力障碍也是常见症状。感觉异常、上肢感觉麻木和震颤也比较常见。这些症状可能都是神经根受压或者神经节直接损伤所造成的。有报道称挥鞭样损伤患者有吞咽困难和颞下颌关节疼痛<sup>[10]</sup>。挥鞭样损伤可表现为长期慢性的过程,研究显示有24%~70%的患者有长期的症状,其中12%~16%的患者在创伤后多年仍存在严重的损伤表现。1993年Parmar等<sup>[11]</sup>研究100例经过法医鉴定的WAD患者,50%的患者在创伤后8个月内仍有明显的疼痛,44%的患者创伤后1年内仍有明显的疼痛,22%的患者创伤后2年内仍有明显的疼痛,18%的患者3年内仍有明显的疼痛,经过追踪观察,14%的患者8年后仍有明显的疼痛。

魁北克工作组根据伤者的颈部症状、肌肉骨骼体征、神经体征和其他一些症状和功能障碍将挥鞭样损伤分为5级:0级,颈部无不适、无异常体征;1级,颈部疼痛、僵硬或仅有压痛、无异常体征;2级,颈部症状及肌肉骨骼体征(指活动范围缩小和局部压痛);3级,颈部症状及神经学体征(指深反射减弱或消失,运动和感觉功能损害);4级,颈部症状及骨折或脱位。临床上典型的挥鞭样损伤为1~3级,0级和4级少见<sup>[4]</sup>。这种详细的分级,为诊断提供更可靠的依据。

挥鞭样损伤累及颅颈连接部及上段颈椎是产生临床症状的重要原因。颅颈连接部由枕骨、寰椎、枢椎及其间的关节和韧带组成。寰枕关节及寰枢关节共包括6个独立的关节。颅颈连接部的韧带结构较复杂,在日常临床中未受重视,主要包括以下韧带:①寰椎横韧带与寰椎十字韧带,寰横韧带是一扁平束带,穿过寰椎的前弓,寰横韧带与两条纵行纤维共同形成十字韧带,起到固定齿状突的作用;②翼状韧带是成对的圆形纤维束,起于枢椎齿状突上缘,从齿状突后方向外并略向上、向后止于枕骨髁内侧凹;③覆膜是脊柱后纵韧带向上的延伸,经寰枢椎向上伸展,附着于枕大孔前方的枕骨桥脑基底沟;④寰枕前膜,上缘起于枕骨大孔前方,向下止于寰椎前弓上缘;⑤寰枢前韧带,呈索状结构,是脊柱前纵韧带向上的延续,上方附着于寰椎前弓下部;⑥寰枕后膜是黄韧带的延续,上缘附着于枕骨大孔后缘,寰枕后膜两侧有椎动脉的入口和枕下神经的出口;⑦项韧带,从枕外粗隆延伸至第7颈椎棘突。

## 挥鞭样损伤的 MRI 研究

颈部急性创伤后,颈椎X线平片通常被广泛使用,但典型的挥鞭样损伤在急性期多无异常发现,以颈椎生理弯曲异常为常见表现,部分可见颈椎骨折或椎间隙分离等。CT虽然在精细解剖上能提供更多信息,但对挥鞭样损伤的诊断价值仍然有

作者单位:572000 海南,三亚市人民医院放射科

作者简介:黎海燕(1970-),女,海南三亚人,主治医师,主要从事神经骨骼系统病变的影像诊断工作。

限。所以在较长时期内影像学常常被认为是没有必要的<sup>[12]</sup>。近年来有学者应用MRI对挥鞭样损伤进行研究,包括对颈部肌肉、颅颈连接部、脑及颞下颌关节的MRI或功能MR研究<sup>[13,14]</sup>,探讨MRI影像与损伤机制、临床症状等的相关性。

挥鞭样损伤急性期MRI发现包括颈椎生理弯曲异常,椎间盘突出并脊髓或硬脊膜受压、椎间盘与终板分离等,以颈<sub>4-5</sub>、颈<sub>5-6</sub>为多。这些改变与损伤的关系、与症状的严重性及临床预后的关系为众多研究者关注,但因各研究受到伤者入选条件、社会背景等多种因素的影响,结果往往不同。

Kongsted等<sup>[15]</sup>对213例1~3级挥鞭样损伤患者进行受伤后急性期(5~27d)及伤后3个月的常规MRI检查,显示受检者中139/178(78%)至少一个椎间盘信号减低,35/178(20%)有椎间盘膨出或突出,10%颈髓有异常信号,椎间盘退变最多见于C<sub>5-6</sub>,椎间孔狭窄最常见于C<sub>5-6</sub>和C<sub>6-7</sub>。有研究认为挥鞭样损伤后MRI显示的退行性变与后来长期随访中出现的症状具有相关性<sup>[15,16]</sup>,也有研究认为MRI所见与明显的临床表现及预后无相关性<sup>[17]</sup>。

颅颈连接部MRI的研究为挥鞭样损伤提供了新的发现。随着MRI设备及扫描技术的发展,MRI高分辨力成像显示颅颈连接部软组织微细结构及其组织、形态变化的可靠性有了明显提高。研究报道发生挥鞭样损伤时,颅颈连接部多个韧带均可能受损,翼状韧带损伤发生率最高,为66.3%,覆膜损伤发生率最低,仅为17.4%<sup>[18]</sup>。Krakenes等<sup>[19]</sup>研究挥鞭样损伤者伤后2~9年的MRI表现,认为翼状韧带部分或完全撕裂表现为高信号,由点状高信号至整个切面区域高信号,并且异常信号多见于韧带的两侧或内侧部分,中点处很少见。82/94(87%)位于翼状韧带的外侧半,说明韧带与枕骨髁移行连接处最薄弱,是翼状韧带最易受损伤的部位。研究显示挥鞭样损伤发生瞬间伤者头颅处于不同的位置时翼状韧带损伤的几率和严重程度不同,头颅处于旋转状态的伤者(85.1%),翼状韧带损伤几率明显高于头颅中立位状态的伤者(46.7%)。当颈部旋转90°时,翼状韧带最大程度拉伸并呈前后走行,此时颈部过伸过屈更易损伤翼状韧带;而翼状韧带断裂后上颈段可发生更大的旋转和侧屈,因此MRI显示的翼状韧带异常与颈椎不稳有明显相关性<sup>[9,18,19]</sup>。

作为稳固颅颈连接部的结构,横韧带及环枕膜、覆膜在挥鞭样损伤中也可见异常信号。有研究报道,正常对照组中73%的横韧带MRI表现正常,而挥鞭损伤患者中只有36%的横韧带MRI表现正常<sup>[20]</sup>。挥鞭损伤数年后发现27%覆膜有异常信号,17%后环枕膜有异常信号。挥鞭损伤中,上颈椎过屈或过屈合并前移可能是导致覆膜损伤的原因。覆膜或覆膜-硬脊膜复合体部分变薄表示覆膜不完全性撕裂或存在易发生部分撕裂的解剖变异。后环枕膜部分损伤则表现为硬脊膜瘤样隆起或变薄,后环枕膜严重损伤或断裂则表现为皮瓣样和/或硬脊膜不连续。但这些韧带损伤的发生概率和严重程度与受伤时头部位置无关系<sup>[9,21]</sup>。

研究显示,挥鞭样损伤中撞击方向与韧带损伤的发生具有相关性。头颅在旋转状态下受到来自后方的撞击比来自前方的撞击更易发生翼状韧带损伤(发生率分别为93.8%,31.8%)。相反,来自前方的撞击更易导致横韧带与环枕膜的损伤,在覆膜则未观察到此现象。因为来自前方的撞击使头颅发

生前移,可使横韧带过度拉伸损伤。环枕膜和覆膜都是限制颅颈连接部发生过屈运动的结构,环枕膜易被来自前方的撞击力损伤说明这种撞击主要导致的是上段颈椎前屈运动,当环枕膜拉伸超过其限度时,还可能发生邻近硬脊膜损伤或断裂<sup>[18]</sup>。MRI显示的翼状韧带及横韧带损伤程度与颈痛程度明显相关,以前者更为显著。环枕膜及覆膜的MRI损伤程度与颈痛程度无相关性<sup>[22]</sup>。

为了对上段颈椎及头颈连接部的结构及韧带进行良好的显示,需对颅颈连接部进行特殊方案的高分辨力MRI成像。文献报道层厚2mm的质子密度加权序列可提供空间分辨力及组织对比度良好的图像<sup>[19-23]</sup>。Krakenes等<sup>[21]</sup>用头颅线圈,在三个互成直角的平面上获得头颅正中位、层厚2mm、交错连续的质子密度加权剖面图,包括从枕骨大孔至齿突下缘的横断面图像、从寰椎前弓至椎管中部的冠状面图像以及从枕骨右侧髁至左侧髁的矢状面图像。横断面和冠状面序列的TR2200ms,TE15ms,矩阵224×512,视野127mm×203mm;矢状面TR2660ms,TE15ms,矩阵322×512,视野184mm×210mm。回波链长度7,获得4组信号,每像素接收带宽130Hz。分别在横断面、冠状面及矢状面的上下方应用了饱和脉冲,三个断面的像素大小0.57mm×0.40mm,体素大小0.46mm<sup>3</sup>。

以往的研究中,受MRI设备及技术的限制,较低的扫描分辨力不足以显示颅颈连接部的微细结构,所以关于MRI在挥鞭样损伤中的价值尚有较多不确定结论。随着超高场MRI设备的普及及扫描方案的优化,更多MRI与病理解剖对照研究得以实现,上颈部高分辨力MRI将有望成为评价挥鞭样损伤和其他创伤引起的颈部病损的重要方法。

#### 参考文献:

- [1] Evans RW. Some observations in whiplash injuries[J]. *Neurol Clin*,1992,10(4):975-997.
- [2] Chen HB, Yang KH, Wang ZG. Biomechanics of whiplash injury[J]. *Chin J Traumatol*,2009,12(5):305-314.
- [3] 陈强,侯铁生. 挥鞭样损伤研究概况[J]. *中国矫形外科杂志*,2006,14(8):616-620.
- [4] Spitzer WO, Skovron ML, Salmi LR, et al. Scientific monograph of the quebec task force on whiplash-associated disorders: redefining "whiplash" and its management[J]. *Spine*,1995,20(suppl 8):S1-S31.
- [5] Croft AC, Haneline MT, Freeman MD. Low speed frontal crashes and low speed rear crashes: is there a differential risk for injury? [J]. *Annu Proc Assoc Adv Automot Med*,2002,46(1):79-91.
- [6] Kaneoka K, Ono K, Inami S, et al. Motion analysis of cervical vertebrae during whiplash loading[J]. *Spine*,1999,24(8):763-769.
- [7] Pearson AM, Ivancic PC, Ito S, et al. Facet joint kinematics and injury mechanisms during simulated whiplash[J]. *Spine*,2004,29(4):390-397.
- [8] Bannister G, Amirfeyz R, Kelley S, et al. Whiplash injury[J]. *J Bone Joint Surg Br*,2009,91(7):845-850.
- [9] Krakenes J, Kaale B. Magnetic resonance imaging assessment of craniovertebral ligaments and membranes after whiplash trauma[J]. *Spine*,2006,31(24):2820-2826.
- [10] Hanna S, Annika I. Delayed temporomandibular joint pain and dysfunction induced by whiplash trauma a controlled prospective

- study[J]. JADA, 2007, 138(8):1084-1091.
- [11] Parmar HV, Raymakers R. Neck injuries from rear impact road traffic accidents: prognosis in persons seeking compensation[J]. Injury, 1993, 24(2):75-78.
- [12] Edwards MJ, Frankema SP, Kruit MC, et al. Routine cervical spine radiography for trauma victims: does everybody need it? [J]. J Trauma, 2001, 50(3):529-534.
- [13] Sturzenegger M, Radanov BP, Winter P, et al. MRI-based brain volumetry in chronic whiplash patients; no evidence for traumatic brain injury[J]. Acta Neurol Scand, 2008, 117(1):49-54.
- [14] James E, Gwendolen JM, Jon TN, et al. Fatty infiltration in the cervical extensor muscles in persistent whiplash-associated disorders[J]. Spine, 2006, 31(22):e847-e855.
- [15] Kongsted A, Sorensen JS, Andersen H, et al. Are early MRI findings correlated with long-lasting symptoms following whiplash injury: a prospective trial with 1-year follow-up[J]. Eur Spine J, 2008, 17(8):996-1005.
- [16] Lo YL, Tan YE, Stephanie FC, et al. Role of spinal inhibitory mechanisms in whiplash injuries[J]. J Neurotrauma, 2006, 24(6):1055-1067.
- [17] Ichihara D, Okada E, Chiba K, et al. Longitudinal magnetic resonance imaging study on whiplash injury patients: minimum 10-year follow-up[J]. J Orthop Sci, 2009, 14(4):602-610.
- [18] Kaale BR, Krakenes J, Albrektsen G, et al. Head position and impact direction in whiplash injuries: associations with MRI-verified lesions of ligaments and membranes in the upper cervical spine[J]. J Neurotrauma, 2005, 22(11):1294-1302.
- [19] Krakenes, Kaale BR, Moen G, et al. MRI assessment of the alar ligaments in the late stage of whiplash injury—a study of structural abnormalities and observer agreement [J]. Neuroradiology, 2002, 44(7):617-624.
- [20] Krakenes J, Kaale BR, Nordli H, et al. MR analysis of the transverse ligament in the late stage of whiplash injury [J]. Acta Radiol, 2003, 44(6):637-644.
- [21] Krakenes J, Kaale BR, Moen G, et al. MRI of the tectorial and posterior atlanto-occipital membranes in the late stage of whiplash injury[J]. Neuroradiology, 2003, 45(9):585-591.
- [22] Kaale BR, Krakenes J, Albrektsen G, et al. Whiplash-associated disorders impairment rating: neck disability index score according to severity of MRI findings of ligaments and membranes in the upper cervical spine[J]. J Neurotrauma, 2005, 22(4):466-475.
- [23] Vetti N, Krakenes J, Eide GE, et al. MRI of the alar and transverse ligaments in whiplash-associated disorders (WAD) grades 1-2: high-signal changes by age, gender, event and time since trauma[J]. Neuroradiology, 2009, 51(4):227-235.

(收稿日期:2010-01-25 修回日期:2010-02-24)

## 中华医学会放射学分会 2011 年全国神经放射学大会暨 河南省放射学学术大会征文通知

中华医学会放射学分会 2011 年全国神经放射学大会暨河南省放射学学术会议定于 2011 年 4 月 7 日~11 日在河南省郑州市召开,大会将邀请国内外著名影像学专家围绕着脑血管病、脑肿瘤、脑功能影像学诊断、脊髓和头颈部各器官疾病的影像学诊断、研究和新发展作专题学术讲座,并进行科研报告和疑难病例讨论。本次会议将充分展示国内外神经、头颈影像诊断领域的前沿知识和最新学术动态。大会组委会将努力工作,使本次会议办成高水平的学术盛会。欢迎广大从事医学影像学专业的诊断和技术人员踊跃投稿、积极参与。

### 一、征文内容

凡未在正式出版物上公开发表的有关神经系统疾病、头颈部疾病诊断、功能成像研究、介入治疗、分子影像学研究和临床应用研究和发展趋势等论文均可投稿。

### 二、征文要求

1. 应征论文必须具有科学性、先进性、实用性、重点突出。来稿均要求采用 A4 纸小 4 号字 word 格式打印,纸质版邮寄(最好同时发送电子版),请自留底稿。注明作者姓名、单位、邮编、电话和 E-mail 地址。

2. 论著类论文字数每篇限 3000 字以内,附 800 字左右的中文摘要(包括目的、方法、结果、结论四要素)。其他稿件字数每篇 1500 字以内;欢迎同时投寄英文和摘要。

3. 经组委会审核同意的优秀讲座和稿件将推荐至 itunes U 网站,供全球读者学习、欣赏。

### 三、投稿方式

来稿请寄 450003 郑州市纬五路东段 45 号 河南省医学会学术会务部 张晓伟 同志收。在信封左下角注明“放射学分会征文”字样。

### 四、会议形式

此次会议将采用专家讲座、大会交流、病例讨论、展版等形式;并授予国家级 I 类学分。截稿日期:2011 年 3 月 15 日

联系方式:河南省医学会学术会务部 张晓伟 0371-65953649 13783507799 zhangxiaoweiall@163.com

河南省肿瘤医院 黎海亮 13903861969

河南省人民医院放射科 谢瑞刚 13838004757 0371-65580686 xieruigang@163.com

(中华医学会放射学分会)