

脊髓型减压病的 MRI 影像学表现、特征及诊断价值

MRI manifestation, characteristics and diagnostic value
of spinal cord decompression sickness朱兆洪¹, 丁 柱²

(1 解放军第四二一医院康复医学科; 2 骨科 510318 广州市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.03.14

中图分类号: R683.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2018)-03-0279-04

减压病(decompression sickness, DS)是潜水、沉箱或特殊高空飞行等高压作业人员的相关性疾病。当作业人员从高压环境作业回到正常气压或低压环境时,未经减压或减压不当,高压作用下溶解于机体的气体,因压力变化而形成气泡溢出,引起相应症状和体征,称之为减压病。气泡在脊髓溢出时,出现损伤节段以下运动、感觉和自主神经功能障碍为主要表现的临床综合征,即为脊髓型减压病。按国际通用分型法,减压病分为轻重两型:Ⅰ型为轻型,症状主要包括皮肤、淋巴结、关节和肌肉症状,无生命危险;Ⅱ型为重型,出现中枢神经系统、呼吸系统和循环系统症状,可有生命危险。脊髓型减压病因病变部位在脊髓,属于重型减压病。

脊髓型减压病临床并不常见,潜水人员中约每 5000~10000 人中发生 1 例^[1],而其他高压作业人员的发病率尚未见统计数据公开报道。有资料显示,减压病患者出现神经系统症状者中 77%为脊髓型减压病^[2-3],20%以上的脊髓型减压病患者遗留有神经功能障碍症状^[4-5]。较高的致残率,使本病成为导致高压从业人员丧失劳动能力的重要病种之一,如何早期诊断、早期治疗和判断预后成为多年来本病研究的重点内容。

脊髓 MRI 是直观了解脊柱脊髓形态结构和组织学异常状况的无创性辅助检查项目,已经基本取代脊髓造影,成为了解脊髓形态结构的重要手段。笔者通过对近 20 年来有关脊髓型减压病患者 MRI 的影像学表现和特征的文献进行了回顾和分析,综述如下。

1 脊髓型减压病的 MRI 表现及特征

1.1 脊髓形态的变化

脊髓型减压病患者脊髓 MRI 可出现相应部位脊髓不同程度的肿胀、增粗^[6,7],这与急性受损后局部脊髓组织水肿、体积增大有关。多数病例脊髓表面光滑整齐,部分病例

紧贴脊髓表面不光滑,可呈现芝麻粒样外观,有研究者^[8]认为脊髓表面血管中的气泡形成可导致脊髓表面出现散在的低空泡状,与脑脊液和脊髓组织信号对比,故呈现出脊髓表面散在不连续分布的芝麻粒样不光滑信号。随着病程的延长,脊髓的水肿逐渐消退,多数患者脊髓形态的肿胀和增粗均可恢复正常。

1.2 脊髓内信号的改变特征

脊髓型减压病患者受累脊髓出现局灶性或弥漫性的异常信号,局灶性为点状、片状异常信号,弥漫性则异常信号范围更为广泛。主要表现为 T2WI、脂肪抑制成像表现为异常高信号^[2,6-11],T1WI 表现为等信号、略低信号^[9]。T1 等信号、略低信号被认为是继发的弥漫性组织细胞水肿、神经细胞脱髓鞘和细胞坏死。上述脊髓内 T1、T2、脂肪抑制成像上的异常信号,在脊髓型减压病患者 MRI 上表现出边界不清晰、信号不均匀、信号影较淡的特点^[9]。有报道潜水员减压出水后出现脊髓症状,MRI 提示为脊髓硬膜下出血或硬膜外出血,脊髓外 T1 为高信号或稍高信号,异常信号出现在髓外,则属于减压病造成的继发性损伤^[12,13]。

1.3 脊髓内异常信号的分布特点

从脊髓横断面上分析,部分病例表现为脊髓侧索和后索 T2 异常高信号,有文献^[14]显示有 14 例确诊为脊髓型减压病患者 MRI 提示有脊髓白质 T2 异常信号。脊髓后索和侧索为白质传导纤维所在区域,被认为是白质损伤的表现,由于脊髓回流静脉中压力低,减压病发生时可出现大量气泡滞留在静脉系统阻塞静脉回流造成静脉栓塞,出现脊髓侧索和后索区域组织结构异常^[14-16]。也有部分病例表现为脊髓中央部位灰质异常信号为主,这与减压病是脊髓动脉气体栓塞所致脊髓损伤的病理表现一致^[17]。对潜水事故导致潜水员死亡的减压病病例尸检报告也揭示患者脊髓动脉中广泛存在气泡^[17]。更多的病例报道显示,脊髓内的异常信号可以同时涵盖白质和灰质部分,表现为脊髓内更为广泛性损害的特征,Gempp 等^[18]报道中 17 例异常信号的患者中有 2 例表现为白质和灰质同时受累;另外也有作者^[19]报道了减压病患者脊髓灰质和白质同时受累的现象。脊髓 MRI 的异常结果进一步提示减压病的病理变化

第一作者简介:女(1973-),医学博士,研究方向:神经损伤与康复
电话:(020)616363750 E-mail:rehabilitation421@126.com

共同作者:丁柱 E-mail:gz421dz@126.com

难以用单一因素全面阐释,脊髓静脉栓塞、脊髓动脉气体栓塞、氮气局部毒性作用和随后的再灌注损伤、兴奋性神经毒性和细胞凋亡等等多方面因素可能参与了脊髓型减压病的过程^[9]。

1.4 异常信号脊髓节段性分布规律

减压病作为少见病,病例分散,病例数量少,难以寻找出脊髓节段损伤的分布规律。目前有关脊髓型减压病 MRI 的大样本相关研究很少,散发的个案的报道也具有一定的参考价值。我们对 Pubmed 和中文生物医学文献数据库中减压病脊髓损伤的文献进行检索,对描述有 MRI 脊髓病变部位的文献进行统计。共纳入符合要求的病例数为 33 例,单纯颈髓损伤者 13 例,单纯胸髓损伤者 11 例,颈髓和胸髓同时受累者 9 例,胸髓和腰髓同时损伤者 1 例,尚有 1 例损伤范围有贯穿颈髓至骶髓的脊髓全段损伤。以上具体引用文献见表 1。以往的观点认为,胸段脊髓的血液供应最为薄弱,尤其是中胸段脊髓,是各种损伤好发的部位,减压病脊髓损伤应以胸髓损伤最为常见^[15,20]。我们的统计结果(表 1)却显示,减压性脊髓损伤患者 MRI 影像学上异常病灶多发生在颈髓和胸髓,尤以颈髓多见;节段性损伤范围可涉及单一节段,也可以连续出现在多个脊髓节段。这种结果与部分作者的报道不一致,表明气泡栓塞造成脊髓血管阻塞并不是减压性脊髓损伤的唯一病因,多种因素参与了脊髓型减压病的发病过程,其深层次原因尚有待相关研究进一步揭示。

1.5 减压病与脊髓椎管状况的关系

Gempp 等收集了 45 例脊髓型减压病患者,其中 14 例患者显示出脊髓相应节段或邻近节段的脊柱椎间盘突出、骨折、椎管狭窄等异常表现。与无脊柱椎管异常表现的

对照组相比,有脊柱椎管相应改变的脊髓型减压病患者发病时症状较重,后遗症状也更为严重^[11]。对照研究显示,33 例脊髓损伤患者颈椎和胸椎 MRI 影像学表现出较高的椎管狭窄发生率,提示脊髓型减压病与椎管狭窄的发生有较高的相关性^[18]。相关问题研究仅检索出以上两篇文献,今后要揭示减压病与椎管结构的关系,还有待更大样本研究结果进一步证实。

1.6 与非外伤性脊髓疾病 MRI 影像学特征的区别

1.6.1 特发性急性横贯性脊髓炎 本病是非感染炎症导致的脊髓非特异性炎症性病变,病变多累及胸髓、颈髓,胸髓更为常见。多数患者 MRI 可出现脊髓外形增粗,脊髓整体形态无明显异常,T1 表现为等信号或低信号,T2 表现为较为均匀一致的高信号,在矢状位上病变区域呈现条索状、斑片状,病灶纵向延伸 3~4 个脊髓节段,部分病例范围更大,多数病例横断位上异常信号的面积超过脊髓横断面的 2/3^[27-30]。

1.6.2 多发性硬化 本病是免疫因素参与的神经系统脱髓鞘性疾病,在发病部位上和发病方式上有多发的特征。多发性硬化的患者病灶可出现在颈胸腰骶等不同部位。脊髓 MRI 显示脊髓外观完整,很少出现脊髓肿胀。T1 和 T2 的信号与急性脊髓炎相仿,但横断位上 T2 上病灶为对称性偏心分布,累及以白质为主的脊髓后索,病灶以小病灶为主,同一病例上可有多多个不连续的小病灶,矢状位上的单一病灶的纵向延伸一般不超过一个脊髓节段^[31]。

1.6.3 亚急性性脊髓联合变性 本病是由于维生素 B12 缺乏所致的胆碱合成代谢障碍所致的脊髓神经髓鞘脱失、轴突变性、神经元坏死。病变主要累及颈髓下段和胸髓。MRI 影像上矢状位表现为长条带状 T1 低信号、T2 高信号,可累及多个节段,横断位显示的病灶位于脊髓侧索和后索,主要在脊髓后部,病灶为对称性,呈现为“倒 V 字征”^[32-34]。

1.6.4 脊髓梗死 脊髓梗死是脊髓动脉急性闭塞所致的脊髓坏死性疾病。胸髓为好发部位,腰骶髓和颈髓少见。急性期 65% 的患者 MRI 有阳性发现。MRI 表现为脊髓增粗,T1 低信号、T2 高信号,横断位上异常信号多局限于脊髓前 2/3 区域,多为双侧对称,有“猫头鹰眼”征^[35,36]。

总结脊髓型减压病患者 MRI 影像学表现,在急性期可出现脊髓肿胀增粗;髓内可有弥漫性或者局灶性的异常信号,T1 为低信号、稍低信号或等信号,T2 和脂肪抑制为高信号,脊髓白质和灰质均可出现,综合其表现是脱髓鞘性的改变。病灶多发生在颈髓和胸髓,尤以颈髓多见,节段性损伤范围可涉及单一节段,也可以连续出现多个脊髓节段的损伤。与非外伤性脊髓病变相比较,脊髓型减压病的 MRI 表现有其特殊性,但这种脱髓鞘性的影像学表现却非脊髓型减压病独有的征象,也即是 MRI 影像学并无特异性,我们不能单纯依据脊髓 MRI 表现即作出脊髓型减压病的诊断,仍须结合患者的病史、症状和体征,方能作出正确诊断。

表 1 文献报道的脊髓型减压病 MRI 异常信号脊髓节段的相关统计

报道作者	报道时间	MRI 阳性病例数量	MRI 阳性部位
Sparacia C ^[2]	1997	2	C3-T1;C2-C3
Kimbro T ^[21]	1997	1	T6
Jr WL ^[15]	1998	1	C2-T3
McCormac J ^[22]	2002	1	C2-S
Carod-Artal FJ ^[23]	2003	1	C2-C3
Dowlatshahi D ^[24]	2004	1	T9
Gronning M ^[7]	2005	2	C;C-T
Kei PL ^[16]	2007	2	C3;C4
Yoshiyama M ^[9]	2007	3	C7-T1;T3;T6-9
Jallul S ^[25]	2007	1	C3-C5
唐小锋 ^[6]	2008	5	2 cases C;2 cases T;1 case T-L
Gempp E ^[11]	2008	9	2 cases C;3 cases T;4 cases C-T
王岩 ^[26]	2012	1	T4
Liow MH ^[8]	2014	1	C3-C6
Gao G ^[10]	2014	2	T1-T12;C3-C4

2 MRI 对脊髓型减压病诊断和预后判断的价值

阳性率是反映影像学检查诊断价值的重要指标。有关脊髓型减压病 MRI 的相关研究中有两个样本数量较大的研究,它们是来自 Gempp 的两篇相关报道^[11,18]。两组研究分别收集了 45 例和 33 例脊髓型减压病患者,MRI 阳性率为 33%和 36.3%,MRI 阳性的患者多数症状较重、预后恢复不理想,表明 MRI 对脊髓型减压病的临床诊断和恢复预后判断具有一定的价值。然而,这种诊断价值有一定的局限性,仍有 60%~70%的确诊患者 MRI 无阳性发现。对于出现临床症状和体征但 MRI 检查无阳性发现的患者,仍有少数遗留严重的功能障碍和残疾,故临床医生不能轻视,应该积极治疗和及时追踪。

当然,MRI 阳性率问题与多方面因素有关:患者的年龄、接受 MRI 检查距离发病的时间、磁共振设备的分辨能力,研究者的观察能力和角度等等,均可以影响到 MRI 的阳性率。MRI 对于脊髓病变的反映有一定的时限性,24~48h 内,MRI 可能对减压因素导致的脊髓损伤尚未显现,Tremolizzo 就报道有 1 例患者发病 24h 之内 MRI 结果未见异常,3 周后复查显示 MRI 异常^[12];如果这个时期进行 MRI 检查可能出现假阴性的结果。对于部分病灶较小恢复较快的患者,进行检查的时间过迟,小病灶已经得到修复,这部分患者也可能出现假阴性结果。部分研究者根据临床症状和体征进行定位,不少研究也提示部分患者的 MRI 病灶范围超过了临床定位,这样可能遗漏了部分病灶,造成 MRI 检查阳性率偏低。MRI 的分辨率过低也可能对一些较小病灶未能清晰显示。随着对本病认识的加深,应用设备的不断改善,新型成像技术的运用,脊髓型减压病 MRI 检查阳性率有可能会提升。

对 3 例脊髓减压病患者的追踪观察表明,起病时 Frankel 评级为 A 级的重型脊髓损伤患者,经过 1 个月的恢复治疗,MRI 异常的信号范围明显缩小,异常信号的程度明显降低,但患者神经功能障碍的程度并未改善,仍评为 A 级或者 B 级。提示减压病脊髓损伤患者 MRI 影像学的改善,并未出现相应的临床症状和体征的显著好转^[9]。也有研究者^[19]提出 MRI 提示多个脊髓节段受累,损伤节段超过 6 个节段以上,提示患者神经功能预后不良。

综上所述,我们回顾性收集了以往公开报道的脊髓型减压病相关文献,总结了其 MRI 影像学表现及特征。脊髓型减压病在 MRI 上有相应的特殊影像学表现,存在椎管狭窄者更易发生脊髓型减压病,脊髓 MRI 对脊髓型减压病的诊断和预后判断具有一定的临床价值。减压病是临床少发疾病,目前收集的病例数量不多,多以个案或少数病例报道为主,少见有大样本的随机对照研究出现,目前应用的 MRI 成像尚局限于常规的 T1、T2 等常规成像技术。随着各种 MRI 新型成像技术的推广应用,结合临床对本病认识的加深和病例数量的增加,对脊髓型减压病的 MRI 的影像学的认识会更加充分,可能能够更好地阐释病因和病理过程,为临床提供更好的指导。

3 参考文献

- Newton HB. Neurologic complications of scuba diving[J]. Am Fam Physician, 2001, 63(11): 2211-2218.
- Sparacia G, Banco A, Sparacia B, et al. Magnetic resonance findings in scuba diving-related spinal cord decompression sickness[J]. MAGMA, 1997, 5(2): 111-115.
- Kamtchum TJ, Pignel R, Pollark P, et al. Neuroimaging of diving-related decompression illness: current knowledge and perspectives[J]. Am J Neuroradiol, 2014, 35(11): 2039-2044.
- Francis TJ, Dutka AJ, Flynn ET. Experimental determination of latency, severity, and outcome in CNS decompression sickness[J]. Undersea Biomed Res, 1988, 15(6): 419-427.
- 李雁, 黄烽, 韩涛, 等. 反复潜水后急性脊髓减压病临床分析[J]. 中华劳动卫生与职业病杂志, 2015, 33(6): 461-465.
- 唐小锋, 袁凤梅, 马恒, 等. 急性脊髓型减压病的 MRI 诊断[J]. 中华放射学杂志, 2008, 42(4): 346-349.
- Gronning M, Risberg J, Skeidsoll H, et al. Electroencephalography and magnetic resonance imaging in neurological decompression sickness[J]. Undersea Hyperb Med, 2005, 32(6): 397-402.
- Liow MH, Ho BH, Kim SJ, et al. MRI findings in cervical spinal cord type II neurological decompression sickness: a case report[J]. Undersea Hyperb Med, 2014, 41(6): 599-603.
- Yoshiyama M, Asamoto S, Kobayashi N, et al. Spinal cord decompression sickness associated with scuba diving: correlation of immediate and delayed magnetic resonance imaging findings with severity of neurologic impairment—a report on 3 cases[J]. Surg Neurol, 2007, 67(3): 283-287.
- Gao G, Xie L, Wu D, et al. The relevance of magnetic resonance imaging in spinal cord decompression sickness: a survey of seven cases[J]. Undersea Hyperb Med, 2014, 41(1): 105-109.
- Gempp E, Blatteau JE, Stphphant E, et al. MRI findings and clinical outcome in 45 divers with spinal cord decompression sickness[J]. Aviat Space Environ Med, 2008, 79(12): 1112-1116.
- Tremolizzo L, Patassini M, Malpieri M, et al. A case of spinal epidural haematoma during breath-hold diving [J]. Diving Hyperb Med, 2012, 42(2): 98-100.
- Rao PJ, Phan K, Ball J, et al. Acute hemorrhagic paraplegia in a thoracic spinal hemangioliastoma after free diving[J]. J Spine Surgery, 2016, 2(1): 69-71.
- Manabe Y, Sakai K, Kashiwara K, et al. Presumed venous infarction in spinal decompression sickness[J]. Am J Neuroradiol, 1998, 19(8): 1578-1580.
- Jr WL, Djang WT, Moon RE, et al. Neuroimaging of scuba diving injuries to the CNS[J]. AJR Am J Roentgenol, 1998, 151(5): 1003-1008.
- Kei PL, Choong CT, Young T, et al. Decompression sickness: MRI of the spinal cord[J]. J Neuroimaging, 2007, 17(4): 378-380.

17. Ozdoba C, Weis J, Plattner T, et al. Fatal scuba diving incident with massive gas embolism in cerebral and spinal arteries[J]. *Neuroradiology*, 2005, 47(6): 411-416.
18. Gempp E, Louge P, Lafolie T, et al. Relation between cervical and thoracic spinal canal stenosis and the development of spinal cord decompression sickness in recreational scuba divers[J]. *Spinal cord*, 2014, 52(3): 236-240.
19. Hennedige T, Chow W, Ng YY, et al. MRI in spinal cord decompression sickness [J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2012, 56(3): 282-288
20. Aharonperetz J, Adir Y, Gordon CR, et al. Spinal cord decompression sickness in sport diving [J]. *Arch Neurol*, 1993, 50(7): 753-756.
21. Kimbro T, Tom T, Neuman T. A case of spinal cord decompression sickness presenting as partial Brown-Sequard syndrome[J]. *Neurology*, 1997, 48(5): 1454-1456.
22. McCormac J, Mirvis SE, Cotta-Cumba C, et al. Spinal myelopathy resulting from decompression sickness: MR findings in a case and review of the literature [J]. *Emerg Radiol*, 2002, 9(4): 240-242.
23. Carod-Artal FJ, Vilela-Nunes S, Femandes-da Silva TV. Acute myelopathy in a diver caused by decompression sickness: a case description and a survey of the literature[J]. *Rev Neurol*, 2003, 36(11): 1040-1044.
24. Dowlatshahi D, Hogan MJ, Sharma M, et al. A 32-year-old man with acute bilateral leg weakness following recreational diving[J]. *J Canad Med Assoc*, 2004, 170(12): 1792.
25. Jallul S, Osman A, Elmasry W. Cerebro-spinal decompression sickness: report of two cases[J]. *Spinal cord*, 2007, 45(1): 116-122.
26. 王岩, 李学文, 姜艳, 等. 脊髓型减压病 52 例临床特点及其预后分析[J]. *中华航海医学与高气压医学杂志*, 2012, 19(4): 238-240.
27. 胡鹏, 欧光乾, 丁浩源, 等. 特发性急性横贯性脊髓炎的 MRI 征象及临床价值[J]. *临床放射学杂志*, 2014, 33(7): 1052-1056.
28. 鱼博浪, 王泽忠, 杨广夫, 等. 急性脊髓炎的磁共振诊断[J]. *中华放射杂志*, 1995(9): 604-607.
29. Pidock FS, Krishnan C, Crawford TO, et al. Acute transverse myelitis in childhood: ceter-based analysis of cases [J]. *Neruology*, 2007, 68(18): 1474-1480.
30. De SJ, Stojkovic T, Breteau G, et al. Acute myelopathies: Clinical, laboratory and outcome profiles in 79 cases [J]. *Brain*, 2001, 124(pt 8): 1509-1521.
31. Bot JC, Barkhof F, Polman CH, et al. Spinal cord abnormalities in recently diagnosed MS patients: added value of spinal MRI examination[J]. *Neurology*, 2004, 62(2): 226-233.
32. 刘晶瑶, 侯彦波, 周春奎, 等. 反兔耳征与脊髓亚急性联合变性[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2011, 28(7): 656-657.
33. 彭小兰, 严雯, 谢守嫔, 等. 脊髓亚急性联合变性 3 例报告 [J]. *临床神经病学杂志*, 2014, 27(5): 396-397.
34. Manjunahs Y, Gupta A, Gupta S. Subacute Combined Degeneration the Spinal Cord in a Child [J]. *Indian J Pediatric*, 2011, 78(2): 240-241.
35. 寿艳红, 樊东升, 赵淑清, 等. 脊髓梗死的病因学、临床特征及预后[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2006, 23(1): 78-81.
36. Antelo MJG, Facal TL, Sanche Z, et al. Man-in-the-barrel. A case of cervical spinal cord infarction and review of the literature[J]. *Open Neurol*, 2013, 7(1): 7-10.

(收稿日期:2017-12-04 修回日期:2018-03-02)

(本文编辑 彭向峰)