

急性颈髓损伤 ^1H MRS 与 MRI 的对照研究

沈康平, 贾宁阳, 叶晓健, 王晨光, 万卫平

【摘要】 目的 对照研究磁共振质谱 (^1H -MRS) 与 MRI 对急性颈髓损伤的诊断价值。**方法** 根据 19 例急性颈髓损伤患者的 MRI 表现, 分为脊髓正常信号组 (损伤组 I) 和脊髓异常信号组 (损伤组 II), 并以 9 例健康者作对照。进行 ^1H -MRS 检查, 并计算氮 - 乙酰天门冬氨酸 (NAA)、胆碱 (Cho)、肌酸 (Cr)、乳酸 (Lac) 波峰面积, 分析 NAA/Cho、NAA/Cr、Cr/Cho、Lac/Cho。**结果** 损伤组 I 与对照组比, 仅 Lac/Cho 值升高 ($P < 0.05$)。损伤组 II 与对照组比, NAA/Cho、NAA/Cr 值降低, Lac/Cho 值升高 ($P < 0.01$)。损伤组 II 较损伤组 I NAA/Cho、NAA/Cr 显著减低 ($P < 0.05$)。**结论** ^1H -MRS 可定量测定创区颈髓相关代谢介质的变化, 从代谢水平反映颈髓损伤的不同程度。MRI 结合 ^1H -MRS 更有利于颈髓损伤评价。

【关键词】 急性颈髓损伤; 磁共振成像; 磁共振质谱

【中图分类号】 R 651.21 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1672-2957(2004)01-0011-03

Relating ^1H -MRS to MRI changes after acute spinal cord injury SHEN Kangping, JIA Ningyang, YE Xiaojian, et al. Department of Orthopedic, Changzheng Hospital, The Second Military Medical University, Shanghai 200003, China

【Abstract】 Objective To evaluate the diagnosis of ^1H -MRS and MRI for the acute spinal cord injury (ASCI). **Methods** ^1H -MRS and MRI were performed on 19 patients of ASCI and 9 healthy volunteers with 1.5T ^1H -MRS/MRI system. 19 patients were divided into two groups according to the MRI results as normal signal group (group I) and abnormal signal group (group II). The values of NAA, Cr, Cho and Lac were measured by integrating their peaks. The ratios of NAA/Cr, NAA/Cho, Cho/Cr, Lac/Cr were calculated and analyzed. **Results** The decrease of the ratios of NAA/Cr and NAA/Cho and the increase of the ratio of Lac/Cr were found in those patients with abnormal signal intensity of MRI (group II) ($P < 0.01$). Only the ratio of Lac/Cho was decreased in those patients with normal signal of MRI (group I) ($P < 0.05$). The values of NAA/Cho, NAA/Cr in group II were lower than that in group I ($P < 0.05$). **Conclusion** ^1H -MRS can be used in the quantitative analysis of metabolic abnormalities and can reflect the metabolic level of ASCI. The combination of MRI and ^1H -MRS can provide even more useful information for the evaluation of ASCI.

【Key words】 acute spinal cord injury; magnetic resonance imaging; magnetic resonance spectroscopy

J Spinal Surg, 2004, 2(1):11-13

磁共振谱 (magnetic resonance spectroscopy, MRS) 是检测活体组织代谢的最新技术。国外有研究发现创区脊髓 ATP、Pcr 等髓脂相关峰的含量减低, 提示创伤后有高能磷酸物的损失^[1]。Vink 等^[2]研究兔脊髓损伤致截瘫发现, 乳酸 (Lactate, Lac) 进行性积聚、细胞内 pH 值下降、高能磷酸产物减少, 研究结果均提示 MRS 可揭示脊髓损伤代谢介质的变化。本研究采用磁共振质谱 (^1H -MRS), 检测急性颈髓损伤后颈髓组织代谢介质含量的变化, 并与 MRI 表现作对照研究。

1 材料和方法

1.1 临床资料

急性颈椎外伤病例 19 例, 年龄 30~73 岁, 平均 44 岁, 就诊距损伤时间 6 h~1 周。损伤位置为 C₃~C₇ 节段, 临床上伴有不同程度脊髓神经功能缺失。另有 9 位正常志愿者, 年龄 30~45 岁, 平均 38 岁, 均无神经系统症状。

1.2 磁共振检查

采用 SIEMENS Magnetom Vision 超导磁共振成像仪, 磁场强度为 1.5 T, 采用颈部线圈, 应用 Numaris 软件、 ^1H -MRS 软件、UNIX 操作系统。

MRI 扫描包括矢状 (T₁WI 及 T₂WI)、横断 (T₁WI)。矢状 T₁WI: FOV: 175 mm × 280 mm, TR/

作者简介: 沈康平 (1965-), 博士, 主治医师
作者单位: 200003 上海, 第二军医大学长征医院骨科 (沈康平, 叶晓健); 第二军医大学长征医院放射科 (贾宁阳, 王晨光, 万卫平)

TE:700/12 ms,采集 4 次,距阵:156 ×256,层厚 3.0 mm;矢状 T₂WI: FOV:175 mm ×280 mm,TR/ TE: 4700/112 ms,采集 2 次,距阵:240 ×512。横断: FOV:125 mm ×250 mm,TR/ TE:700/12 ms,距阵: 126 ×256,层厚 6 mm。

磁共振质谱测量:①定位感兴趣区。TSE 序列矢状、冠状、横断扫描,TR/ TE:4700/112 ms,采集 2 次,SL:3 mm,FOV:240 mm ×512 mm,翻转角 180°,扫描时间 2'35"。②¹H-MRS 的测量选用激励回波采集序列(stimulated-echo acquisition mode, STEAM),测量前匀场。参数:TR/ TE=1365/270 ms,采集 100 次,时间 2'37"。采集后处理包括信号与实数充填、相位与基线校正。③积分面积(integration)的测定。所测代谢产物及化学位移:氮乙酰门冬氨酸(N-acetyl-aspartate,NAA),2.00 ppm (×10⁻⁶);胆碱复合物(Choline,Cho),3.20 ppm (×10⁻⁶);肌酸复合物(Creatinine,Cr),3.00 ppm (×10⁻⁶);Lac,1.33 ppm (×10⁻⁶)。

1.3 统计学分析

根据急性颈髓损伤患者的 MRI 影像表现给予分组,正常志愿者为对照组。统计分析各组间相关性,包括方差齐性检验(F 检验)与 t 检验。

2 结 果

2.1 磁共振表现及其脊髓功能测定

根据颈髓损伤后 MRI 表现(颈髓信号是否正常)给予分组(表 1)。损伤组 I,MRI 均表现出椎体骨折、脱位,颈髓有不同程度的压迫,但颈髓信号未见异常。颈髓均为不完全性损伤,运动、感觉、括约肌功能有大部分保留。损伤组 II,其中 9 例 MRI 表现为 T₁WI 等信号、T₂WI 为高低混杂信号,临床表现脊髓完全性损伤;另 2 例,MRI 表现为长 T₁、长 T₂信号变化,运动、感觉、括约肌功能有小部分残留。

2.2 颈髓代谢物含量分析

¹H-MRS 检测创区颈髓,并与各组间进行比较研究(表 2,3)。损伤组 I 与对照组比较,仅创区颈髓代谢物的 Lac/Cr 比值增高(P<0.05),其余代谢物比值均无显著差别。损伤组 II 与对照组比较,NAA/Cho 和 NAA/Cr 比值减低,Lac/Cr 比值增加(P<0.01),提示颈髓损伤变性者 NAA 含量减少显著,而 Lac 含量也显著增加。损伤组 I 与损伤组 II 创区颈髓比较,损伤组 II NAA/Cho、NAA/Cr 比值减低明显(P<0.05),同样提示损伤不同程度的 NAA 比值变化显著差异。Cr/Cho 含量三组间差异不大。

表 1 MRI 影像学表现分组
Tab.1 MRI changes in three groups

组别 group	例数 cases	磁共振表现 MRI changes
损伤组 I group I	8	颈椎信号异常,颈髓受压,但信号正常 abnormal signal intensity of spine spinal cord compression, normal signal intensity of spinal cord
损伤组 II group II	11	颈椎信号异常,颈髓信号异常(T ₂ WI 出现异常 信号) abnormal signal intensity of spinal cord and spine
对照组 control	9	颈椎、颈髓信号、结构未见异常 normal signal intensity of spinal cord and spine

3 讨 论

3.1 ¹H-MRS 波峰的机理及各代谢介质评价脊髓功能的价值

磁共振质谱采集技术的发展提高了测量精确度及对水、脂肪的抑制,可无创地表现活体内生化信息及代谢状态。所测代谢产物表现出不同的波峰,常有共振频率、峰域、半高峰宽参数等^[3~8]。不同共振频率即化学位移反映不同代谢物质;峰域与受检样本浓度成正比,反映化合物浓度用以定量分析;半高峰宽代表波峰锐利度,受外加磁场、样品等影响,磁场不均匀可致波峰增宽。

代谢介质包括 NAA、Cho、Cr、Lac。其中 NAA

表 2 各组颈髓代谢物比值
Tab.2 The values of metabolic changes

组别 group	NAA/ Cho	NAA/ Cr	Cr/ Cho	Lac/ Cr
损伤组 I group I	0.96 ±0.38	0.90 ±0.23	1.05 ±0.15	2.44 ±0.76
损伤组 II group II	0.41 ±0.06	0.41 ±0.07	1.08 ±0.90	4.21 ±8.84
对照组 control	1.10 ±0.07	1.23 ±0.34	1.05 ±0.13	1.30 ±0.80

表 3 各组颈髓代谢物比值的计量检验
Tab.3 The test of values of metabolic changes

组别 group	NAA/ Cho		NAA/ Cr		Cr/ Cho		Lac/ Cr	
	F 值 F test	t 值 t test	F 值 F test	t 值 t test	F 值 F test	t 值 t test	F 值 F test	t 值 t test
损伤组 I 与对照组 group I to control	0.20	0.85	1.47	1.20	0.86	0.02	1.05 *	2.58 *
损伤组 II 与对照组 group II to control	1.23 **	5.59 **	4.74 **	3.65 **	0.45	0.16	0.09 **	2.67 **
损伤组 I 与损伤组 II group I to group II	6.14 *	2.39 *	3.23 *	2.58 *	0.52	0.14	0.09	1.63

注: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$
Note: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

主要存在于神经元中,被认为是神经元的标志物^[9]。在急性神经组织创伤后活体及离体实验中,NAA 水平的减低可作为神经元缺失的最佳指标。NAA 含量减低机理是由于脊髓损伤后组织氧张力下降,引起细胞水肿、缺血与电解质不平衡,引起脊髓细胞去极化而致传导受损。本研究发现,损伤组 I 创区颈髓 NAA/ Cho、NAA/ Cr 比值与对照组相比差异不大,而损伤组 II 创区颈髓 NAA/ Cho、NAA/ Cr 比值则明显减少,提示 NAA 含量减低;对照临床神经功能检查,损伤组 I 神经功能缺失不显著,而损伤组 II 中反映出 NAA 的减低与神经功能缺失一致。

Cho 主要由甘油磷酸胆碱(GPC)与甘油磷酸氨基乙醇(GPE)组成甘油磷脂细胞膜双分子层,作为细胞膜重要成分常反映细胞肿胀或星形胶质细胞增生等,对于脊髓损伤常无显著差异。Cr 反映出肌酸激酶基本代谢。本研究发现,各损伤组的 Cr/ Cho 比值均无显著差异($P > 0.05$)。

Lac 是糖酵解的主要代谢产物,出现在 4.1 ppm 及 1.3 ppm 处,而 4.1 ppm 处被水的波峰所抑制,因此 1.33 ppm 处的倒置双重峰可检测出。正常神经组织中乳酸峰不存在或含量低,当脊髓损伤后组织缺氧改变脊髓对葡萄糖的正常应用,需氧代谢转变为不需氧糖酵解,乳酸峰含量增高,暗示碳水化合物代谢取代了正常氧化呼吸反应;同时脊髓乳酸盐含量与脊髓血供相关,由于血液灌注不良,代谢产物无法带走,组织内乳酸盐聚集致酸中毒。研究发现损伤组 I 创区颈髓 Lac/ Cr 值增高($P < 0.05$),损伤组 II Lac/ Cr 值也同样增高显著($P < 0.01$),均提示 Lac 含量增高。Locke 等^[10]实验同样表明脊髓损伤后乳酸盐含量上升,可见 Lac 可敏感反映颈髓代谢异常。

3.2 H- MRS 与 MRI 对急性颈髓损伤诊断价值的比较

对于不同 MRI 颈髓信号的损伤类型的研究发现,颈髓急性损伤后颈髓受压(损伤组 I)与颈髓变性、水肿和出血(损伤组 II),不仅临床脊髓功能缺失的严重程度不同,同样磁共振质谱检测代谢变化也各不相同。损伤组 I MRI 表现为颈髓受压,信号未见异常。而损伤组 II MRI 颈髓信号异常,其中 9 例 T₂WI 为出血、水肿和变性的高低混杂信号,2 例为颈髓水肿信号,反映出 MRI 对于颈髓信号变化与否与神经功能缺失有一定联系。而两组 MRS 的 NAA 含量均减低,NAA 含量也存在显著差异($P < 0.05$),表明不同程度损伤除 MRI 信号给予提示外,MRS 可特征性反映脊髓功能缺失的状况,即代表神经元性质的 NAA 含量减低程度。同样两损伤组中 Lac 含量均增高,此也具有一定的意义。

通过 MRI 脊髓信号可区分脊髓损伤的不同程度,但有着局限性;而 MRS 更可通过 NAA 从代谢水平上反映出脊髓损伤程度。虽然 MRS 和 MRI 对急性颈髓损伤的诊断方法不同,但各有特点,可相互补充。MRI 对脊髓损伤不同信号变化作出判断,可大体反映出脊髓功能的变化。MRS 从代谢水平发现神经细胞的损伤程度及组织代谢的缺氧与血供情况。本组研究结果显示,MRS 能反映出脊髓损伤后的总体变化趋势,与临床功能表现及 MRI 有一致性。

参考文献

[1] O'Donnell JM, Akino M, Zhu H, et al. Phosphorus - 31 nuclear magnetic resonance spectroscopy of the spinal cord in the pig, rat, and rabbit[J]. Invest Radiol,1996,31: 121 - 125

[2] Vink R, Noble LJ, Knoblach SM, et al. Metabolic changes in rabbit spinal cord after trauma: magnetic resonance spectroscopy studies[J]. Ann Neurol,1989,25: 26 - 31

[3] Castillo M, Kwok L, Ukherji SK, et al. Clinical applications of proton MR spectroscopy[J]. AJNR Am J Neuroradiol,1996,17:1 - 15

(下转 25 页)

组病例表明,上胸椎损伤的脊髓损伤发生率非常高,完全损伤的比例在整个脊柱损伤中是最高的,预后较差,但及时的手术治疗可使部分病例的神经功能得到一定程度的恢复。因此上胸椎骨折脱位后,应及早进行手术治疗,进行减压和固定。

参考文献

[1] Hanley EN, Eskay ML. Thoracic spine fracture[J]. Orthopedics, 1989,12:689 - 696

[2] Sundaresan N, Shah J, Foley KM, et al. An anterior approach to the upper thoracic vertebrae[J]. J Neurosurg, 1984, 686 - 690

[3] Sundaresan N, Shah J, Feghali JG. A transsternal approach to the upper thoracic vertebrae[J]. Am J Surg. 1984,148:473 - 477

[4] Sundaresan N, Galicich, Lane JM. Harrington rod stabilization for pathological fractures of the spine[J]. J Neurosurg, 1984, 60:282

[5] Sundaresan N, Bains M, McCormack P. Surgical Treatment of spinal cord compression in patients with lung cancer[J]. Neurosurgery, 1985,16:350 - 356

[6] Kurz LT, Pursel SE, Herkowitz HN. Modified anterior approach to the cervicothoracic junction[J]. Spine, 1991,16(10 suppl):

S542 - 547

[7] Findlay GF. Adverse effects of the management of malignant spinal cord compression [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1984, 47:761 - 768

[8] Vaccaro AR, Rizzolo SJ, Allardyce TJ, et al. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part I: Morphometric analysis of the thoracic vertebrae[J]. J Bone Joint Surg Am, 1995,77:1193 - 1199

[9] Vaccaro AR, Rizzolo SJ, Balderston RA, et al. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part II: An anatomical and radiographic assessment [J]. J Bone Joint Surg Am, 1995,77:1200 - 1206

[10] Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo[J]. Spine, 1990,15:11 - 14

[11] Belmont PJ Jr, Klemme WR, Robinson M, et al. Accuracy of thoracic pedicle screws in patients with and without coronal plane spinal deformities[J]. Spine, 2002,27:1558 - 1566

[12] Delorme S, Labelle H, Aubin CE, et al. A three - dimensional radiographic comparison of Cotrel - Dubousset and Colorado instrumentations for the correction of idiopathic scoliosis [J]. Spine, 2000,25:205 - 210

(收稿日期:2003 - 11 - 30)

(本文编辑 何海龙)

(上接 13 页)

[4] Sharma SK, Yashpal K, Fundytus ME, et al. Alterations in brain metabolism induced by chronic morphine treatment: NMR studies in rat CNS[J]. Neurochem Res, 2003,28: 1369 - 1342

[5] Miller DH, Grossman RI, Reingold SC, et al. The role of magnetic resonance techniques in understanding and managing multiple sclerosis[J]. Brain, 1998, 121: 3 - 7

[6] Puri BK, Smith HC, Cox JJ, et al. The human motor cortex after incomplete spinal cord injury: an investigation using proton magnetic resonance spectroscopy[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1998, 65: 748 - 751

[7] Patlas M, Joseph A, Cohen JE, et al. MRI and MRS of Coffin -

Lowry syndrome: A case report[J]. Neurol Res, 2003,25: 285 - 289

[8] Chao JHM. Physical principles of single - volume proton spectroscopy[J]. J Hong Kong Coll Radiol, 1999, 2: 271 - 277

[9] Ross B, Michaelis T. Clinical application of magnetic resonance spectroscopy[J]. Magn Reson Q, 1994,10: 191 - 247

[10] Locke GE, Yashon O, Feldman RA, et al. Ischemia in primate spinal cord injury[J]. J Neurosurg, 1971, 34: 614 - 617

(收稿日期:2003 - 12 - 30)

(本文编辑 魏梅洋)