

## ·临床研究·

# 脊髓型颈椎患者的颈髓弥散张量成像与平衡功能的相关性研究

覃波<sup>a</sup>, 邵晨兰<sup>a</sup>, 赵卫卫<sup>a</sup>, 肖华<sup>a</sup>, 龙华<sup>a</sup>, 廖振洪<sup>b</sup>

## 作者单位

德阳市人民医院 a. 康复医学科, b. 放射科

四川 德阳 618000

## 基金项目

四川省卫计委(No. 2018PJ521)

## 收稿日期

2019-12-20

## 通讯作者

覃波

392132747@qq.

com

**摘要** 目的:探讨脊髓型颈椎病(CSM)患者的颈髓弥散张量成像(DTI)与平衡功能的相关性。方法:确诊为CSM且行经后路单开门椎管扩大成形术的患者31例纳入病例组,健康体检者19例纳入对照组。对照组和病例组患者术前、术后3个月进行颈椎常规序列核磁扫描及DTI扫描,并进行平衡功能各数据收集(感觉整合能力平衡总分、稳定极限、起立-走测试、强化Romberg测试);根据术后患者恢复情况,将病例组患者分为恢复较好亚组和恢复不好亚组。计算各指标的改善率,比较各组及各时间点各指标差异,分析平衡功能与向异性分数(FA)的相关性。结果:病例组术前FA值、感觉整合能力平衡总分、稳定极限范围(LOS)、强化Romberg测试均低于对照组( $P<0.05$ ),起立-走测试时间长于对照组( $P<0.05$ );病例组术后3个月的FA值、感觉整合能力平衡总分、LOS、强化Romberg测试均高于病例组术前( $P<0.05$ );恢复较好亚组和恢复不好亚组术后FA值均高于同组术前( $P<0.05$ ),且恢复较好亚组术前、术后的FA值均高于恢复不好亚组( $P<0.05$ );平衡功能各指标均与颈髓受压部位FA值改善比(FA%)之间存在相关性( $P<0.05$ )。结论:CSM患者颈髓微结构的DTI与患者的平衡功能障碍存在一定相关性。

**关键词** 脊髓型颈椎病;弥散张量成像;平衡功能;相关性

中图分类号 R741;R741.02;R814 文献标识码 A DOI 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20190012

本文引用格式:覃波, 邵晨兰, 赵卫卫, 等. 脊髓型颈椎患者的颈髓弥散张量成像与平衡功能的相关性研究[J]. 神经损伤与功能重建, 2020, 15(6): 352-354.

脊髓型颈椎病(cervical spondylotic myelopathy, CSM)是由于颈椎退行性变及相邻软组织变化造成椎管狭窄,导致脊髓受压或脊髓缺血,继而出现脊髓功能障碍和相应临床症状的一种病变<sup>[1]</sup>。步行障碍是最为常见临床症状,表现为双腿发紧、迈步行困难、走路不稳,增加跌倒风险。CSM保守治疗效果不佳,手术治疗常采用经后路单开门椎管扩大成形术<sup>[2]</sup>,但术后效果参差不齐。

磁共振弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是功能磁共振技术,对颈髓早期损伤变性和微结构改变敏感性高。本研究拟通过DTI对CSM患者术前、术后(3个月)进行分析,了解术前变性程度及术后微结构变化,同时观察各向异性分数(fractional anisotropy, FA)值变化与患者下肢步行功能改善的相关性,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择2017年10月至2018年10月在我院收治的确诊为CSM且行经后路单开门椎管扩大成形术治疗的患者32例为病例组,选择同期健康体检者20例为对照组。病例组男19例,女13例;年龄36~58岁,平均年龄(40.45±8.87)岁。对照组男12例,女8例;年龄35~60岁,平均年龄(40.12±8.17)岁。2组性别、年龄差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。本研究获得医院伦理委员会通过。

病例组纳入标准:经临床及影像学确诊为

CSM,影像学检查发现椎体后缘骨赘,而增生或骨化的后纵韧带、黄韧带压迫脊髓;年龄30~60岁;经正规保守治疗不佳;无明确手术的禁忌症;无幽闭恐惧症及其它MRI的禁忌症;对本研究方案知情同意并签署知情同意书。排除标准:年龄>60岁(避免生理性萎缩的影像学干扰);有认知功能障碍不能进行有效的沟通者,或有严重心肺功能不全,不能进行步行功能评定者;不愿参加本试验,不签署知情同意书者。

对照组纳入标准:健康成年人,且无脊髓损伤、脊髓肿瘤等脊髓病病史;年龄30~60岁;无幽闭恐惧症及其它MRI的禁忌症。

剔除标准:因其他原因转科、转院或放弃治疗自动出院者;评估量表未完成者,失联和主动退出实验者;不配合治疗者;MRI扫描过程中伪影较大者。

### 1.2 方法

1.2.1 扫描方法 病例组在术前和术后3个月分别扫描1次,对照组扫描1次。均采用3.0 T MRI进行颈椎常规序列扫描及DTI扫描。常规序列包括矢状面的T<sub>2</sub>WI、T<sub>1</sub>WI及轴面T<sub>2</sub>WI。矢状面层厚均为3 mm,层间距均为0.3 mm,视野均为160×250 mm<sup>2</sup>,T<sub>2</sub>WI分辨率为0.8×1.01×3 mm<sup>3</sup>,而T<sub>1</sub>WI分辨率为0.7×0.94×3 mm<sup>3</sup>。轴面的T<sub>2</sub>WI的层厚为4 mm,层间距为2 mm,视野为200×152 mm<sup>2</sup>,分辨率为0.8×0.8×4 mm<sup>3</sup>。DTI采用的是单次激发自旋回波平面回波成像(SS-SE-EPI)技术,具体参数:

TR=5000 ms, TE=111ms, 矩阵=128×124, 层厚为7 mm, 体素0.7×0.7×7 mm<sup>3</sup>, 施加20个非线性弥散梯度, b值分别取0和600 s/mm<sup>2</sup>, 第1幅为b=0时的图像, 其余为b=600 s/mm<sup>2</sup>时不同梯度方向的图像。

1.2.2 数据处理 所有MRI结果由1名年资在10年以上的放射科医师阅片, 根据轴面T<sub>2</sub>WI的图像确定患者脊髓的压迫程度, 若多节段受压取压迫最为严重的节段。对照组取C<sub>2/3</sub>-C<sub>6/7</sub>节段的脊髓横断面。DTI的原始数据先经过Spinal Cord Toolbox以及FSL图像软件进行相应处理得出对应的FA值。

1.2.3 平衡功能评估 ①采用BioRescue平衡功能评定系统进行感觉整合能力平衡总分和稳定极限范围(limit of stability, LOS)的评定。受试者双足放于压力板上, 足跟内侧之间距离为10 cm, 感觉整合能力平衡总分包括感觉整合试验, 由睁眼、闭眼多种状态组成, 最后整合平衡总分; LOS的评定让患者先保持身体直立, 治疗师给予指令后, 受试者以踝关节为支点, 根据显示屏的箭头指引, 依次向前、后、左、右4个方向倾斜自己身体, 使身体重心尽量倾斜, 仪器能记录受试者足底重心运动轨迹, 并得到自身中心晃动的最大面积, 计算出LOS值总面积值。整个测试过程, 受试者双足不能离开压力板, 每次测定测2次, 取平均值。②起立-走测试: 受试者先端坐在椅子上, 治疗师给予指令后, 受试者快速站起, 向前走5米再返回椅子处站立, 记录所需时间。③强化的Romberg测试: 受试者采用两足一前一后进行站立, 后足足尖接触到前足跟, 并闭眼, 记录能够持续的时间。

将患者术后3月感觉整合能力平衡总分及LOS≥对照组80%作为平衡功能恢复较好标准, 据此将病例组患者分为恢复较好亚组和恢复不好亚组, 采用Hirabayashi方法计算各指标的改善率<sup>[3]</sup>。

1.3 统计学处理

采用SPSS 22.0软件处理数据。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示, 组间比较采用t检验; 计数资料以率表示, 组间比较采用 $\chi^2$ 检验; 相关性分析采用Pearson相关性分析; P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

病例组因转院脱落1例, 最终纳入31例; 对照组因伪影较大脱落1例, 最终纳入19例。31例患者术后分为恢复较好亚组20例和恢复不好亚组11例。

病例组术前显示有29例最狭窄处集中在C<sub>4</sub>/C<sub>5</sub>和C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub>(93.5%); 对照组C<sub>2</sub>/C<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>/C<sub>5</sub>, C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub>, C<sub>6</sub>/C<sub>7</sub>的FA值分别为(0.76±0.05), (0.68±0.05), (0.62±0.04), (0.60±0.04), (0.55±0.05), 而C<sub>4</sub>/C<sub>5</sub>和C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub>差异无统计学意义(P>0.05), 最终选择对照组的C<sub>4</sub>/C<sub>5</sub>和C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub>的平均值为对照指标。

病例组术前FA值、感觉整合能力平衡总分、LOS、强化Romberg测试均低于对照组(P<0.05), 起立-走测试时间长于对照组(P<0.05), 见表1。

病例组术后3个月的FA值、感觉整合能力平衡总分、LOS、强化Romberg测试均高于病例组术前(P<0.05), 见表2。

恢复较好亚组术前、术后的FA值分别为(0.48±0.10)和(0.56±0.11); 恢复不好亚组术前、术后的FA值分别为(0.39±0.08)和(0.46±0.07); 2组术后FA值均高于同组术前(P<0.05), 且恢复较好亚组术前、术后的FA值均高于恢复不好亚组(P<0.05)。平衡功能各指标均与颈髓受压部位FA值改善比(FA%)之间存在相关性(P<0.05), 见表3。

3 讨论

CSM是发病率较高的非创伤性脊髓损伤<sup>[4]</sup>。经后路单开门椎管扩大成形术是治疗CSM的常用手术方式, 但CSM术后患者肢体功能改善差异大, 部分患者在椎管充分减压术后远期步行功能恢复仍不佳, 可能原因为颈髓慢性受压造成部分坏死, 或椎管减压术后颈髓出现缺血再灌注损伤<sup>[5]</sup>。

通常情形下, 水分子的弥散呈各向同性。在非均一状态下, 由于局部屏障、浓度及环境的干扰, 分子向各个方向运动的几率和速度具有明显的差异性, 成为各向异性。人体的神经纤维束排列较平行, 水分子倾向于沿着纤维束走行的方向进行弥散。DTI依据水分子弥散的各向异性来进行构图, 用于观察及

表1 2组FA值和平衡功能相关指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	FA值	感觉整合能力平衡总分/分	LOS/mm <sup>2</sup>	起立-走测试/s	强化Romberg测试/s
对照组	19	0.61±0.04	78.64±11.83	11963.23±324.93	6.03±2.33	8.36±1.46
病例组	31	0.42±0.11 <sup>①</sup>	54.36±10.82 <sup>①</sup>	7585.03±212.39 <sup>①</sup>	8.21±2.72 <sup>①</sup>	4.37±1.43 <sup>①</sup>

注: 与对照组比较, <sup>①</sup>P<0.05

表2 病例组术前和术后FA值和平衡功能相关指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	FA值	感觉整合能力平衡总分/分	LOS/mm <sup>2</sup>	起立-走测试/s	强化Romberg测试/s
对照组	19	0.61±0.04	78.64±11.83	11963.23±324.93	6.03±2.33	8.36±1.46
病例组	31	0.42±0.11 <sup>①</sup>	54.36±10.82 <sup>①</sup>	7585.03±212.39 <sup>①</sup>	8.21±2.72 <sup>①</sup>	4.37±1.43 <sup>①</sup>

注: 与对照组比较, <sup>①</sup>P<0.05

表3 平衡各参数改善情况与FA值改善比的相关性分析

参数	统计量	感觉整合能力平衡总分	LOS	起立-走测试	强化Romberg测试
FA%	r值	0.580	0.750	-0.380	0.410
	P值	0.029	0.015	0.045	0.042

追踪白质纤维束行态、走形及微观结构改变。各向异性分数(FA值)可反映组织的各项异性程度,其范围为0~1,0代表最大各向同性弥散,1代表最大各向异性弥散。正常白质纤维走形较平行、排列致密,且髓鞘完整,FA值较高,神经传导功能较强。当白质纤维遭到破坏、纤维束发生变性、脱髓鞘改变时,FA值出现降低<sup>[6]</sup>。目前DTI在评估脑损伤、脑肿瘤等疾病中已广泛应用。有研究证明脑损伤后皮质脊髓束FA值下降程度与患者远期运动功能恢复有相关<sup>[7,8]</sup>。对于脊髓损伤患者,DTI较常规MRI更能敏感地发现脊髓炎性病变,FA图可显示常规MRI未显示的病变,并表现为FA值的降低<sup>[9]</sup>。也有学者采用DTI评估CSM患者颈髓变性程度,发现FA值下降与肢体功能障碍相关<sup>[10]</sup>。而该病患者的主要功能障碍是走路不稳、跌倒风险增加的平衡功能障碍。而平衡功能与DTI的关系未见诸相关文献。

基于此,本研究结果显示,病例组术前FA值、感觉整合能力平衡总分、LOS、强化Romberg测试均低于对照组( $P<0.05$ ),起立-走测试时间长于对照组( $P<0.05$ )。病例组术后3个月的FA值、感觉整合能力平衡总分、LOS、强化Romberg测试均高于病例组术前( $P<0.05$ )。平衡功能各指标均与颈髓受压部位FA值改善比(FA%)之间存在相关性( $P<0.05$ )。

综上所述,本次研究把观察颈髓微结构的DTI与患者的平衡功能障碍结合在一起,填补了“结构-功能”这一组关系的相关空白,进一步丰富和完善了CSM的诊断和评定内涵,是今后值

得继续深研的的课题。

## 参考文献

- [1] 谢冲,金格勒,李忠伟,等. 颈前路与后路内固定系统置入治疗多节段脊髓型颈椎病的Meta分析[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18: 2762-2769.
- [2] 赵波,秦杰,王栋,等. 颈椎前路减压分段融合术和后路椎管扩大成形术治疗多节段脊髓型颈椎病的病例对照研究[J]. 中国骨伤, 2016, 29: 205-210.
- [3] 蒋雯,韩骁,李广祺,等. 脊髓型颈椎病颈髓与手术效果间关系的DTI研究[J]. 放射学实践, 2018, 33: 893-897.
- [4] 宋海涛,张伟,李民,等. 两种支撑体在多节段脊髓型颈椎病前路手术重建中的比较研究[J]. 实用医药杂志, 2018, 12: 1074-1077.
- [5] 王宇,滕红林,王镇章,等. 基于能谱CT动脉造影的脊髓型颈椎病脊髓前动脉血流灌注特点[J]. 脊柱外科杂志, 2018, 16: 257-261.
- [6] Schaechter JD. Motor rehabilitation and brain plasticity after hemiparetic stroke[J]. Prog Neurobiol, 2004, 73: 61-72.
- [7] Koyama T, Marumoto K, Miyake H. Relationship between Diffusion Tensor Fractional Anisotropy and Motor Outcome in Patients with Hemiparesis after Corona Radiata Infarct[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2013, 16: 60-68.
- [8] Liu X, Tian W, Qiu X, et al. Correlation analysis of quantitative diffusion parameters in ipsilateral cerebral peduncle during Wallerian degeneration with motor function outcome after cerebral ischemic stroke[J]. J Neuroimaging, 2012, 22: 255-60.
- [9] Kara B, Celik A, Karadereler S, et al. The role of DTI in early detection of cervical spondylotic myelopathy: a preliminary study with 3-TMRI[J]. Neuroradiology, 2011, 53: 609-616.
- [10] Ellingson BM, Salamon N, Grinstead JW, et al. Diffusion tensor imaging predicts functional impairment in mild- to-moderate cervical spondylotic myelopathy[J]. Spine J, 2014, 14: 2589-2597.

(本文编辑:唐颖馨)

(上接第351页)

## 参考文献

- [1] Villa RF, Ferrari F, Moretti A. Post-stroke depression: Mechanisms and pharmacological treatment[J]. Pharmacol Ther, 2018, 184: 131-144.
- [2] 张晓霞,李国军,李建成,等. 帕罗西汀不良反应近况文献概述[J]. 中国药物滥用防治杂志, 2014, 20: 51, 53.
- [3] Martin DM, McClintock SM, Forster JJ, et al. Cognitive enhancing effects of rTMS administered to the prefrontal cortex in patients with depression: A systematic review and meta-analysis of individual task effects[J]. Depress Anxiety, 2017, 34: 1029-1039.
- [4] Kaur M, Michael JA, Fitzgibbon BM, et al. Low-frequency rTMS is better tolerated than high-frequency rTMS in healthy people: Empirical evidence from a single session study[J]. J Psychiatr Res, 2019, 113: 79-82.
- [5] 中华医学会精神科分会. 中国精神障碍分类与诊断标准[S]. 第3版. 济南: 山东科学技术出版社, 2001: 87-88.
- [6] 李杰,冯黎阳. 维生素B1联合帕罗西汀治疗卒中后抑郁症的临床疗效[J]. 神经损伤与组织重建, 2015, 10(2): 128-130.
- [7] 陈艳波,谭忠林. 低频重复经颅磁刺激对难治性抑郁症的疗效研究[J]. 中华全科医学, 2016, 14: 1363-1365.
- [8] Siepmann T, Penzlin AI, Kepplinger J, et al. Selective serotonin reuptake inhibitors to improve outcome in acute ischemic stroke: possible mechanisms and clinical evidence[J]. Brain Behav, 2015, 5: e00373.

- [9] 杨柳,刘玉山,吴宁渤,等. 低频重复经颅磁刺激对缺血性脑卒中后抑郁患者血清神经递质、细胞因子的影响[J]. 海南医学院学报, 2017, 23: 1434-1437.
- [10] WANG YM, LI N, YANG LL, et al. Randomized controlled trial of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with paroxetine for the treatment of patients with first-episode major depressive Disorder[J]. Psychiatry Research, 2017, 254: 18.
- [11] 彭敏,蒲唯丹,禹顺英,等. BDNF基因多态性与冠心病共病抑郁的关联及其血小板活性机制[J]. 中国临床心理学杂志, 2018, 26: 230-233.
- [12] 陈艳波,谭忠林. 低频重复经颅磁刺激对难治性抑郁症的疗效研究[J]. 中华全科医学, 2016, 14: 1363-1365.
- [13] 王恒飞. 抑郁症患者血清脑源性神经营养因子、神经元特异性烯醇化酶和S-100B的表达及其相关性[J]. 中国老年学杂志, 2018, 37: 1225-1226.
- [14] Tarquini R, Carbone A, Martinez M, et al. Daylight saving time and circadian rhythms in the neuro-endocrine-immune system: impact on cardiovascular health[J]. Intern Emerg Med, 2019, 14: 17-19.
- [15] 牛海玲,马琳,王廉昌,等. IL-1、IL-2、IL-6、TNF- $\alpha$ 在脑卒中后抑郁患者血清中的表达及其临床意义[J]. 现代医学, 2016, 44: 89-91.
- [16] 缪学琼,郭建军,吴小燕,等. IL-1、IL-18、hs-CRP与脑卒中后抑郁的相关性调查研究[J]. 深圳中西医结合杂志, 2017, 27: 3-5.

(本文编辑:唐颖馨)