

· 中枢神经影像学 ·

原发性三叉神经痛:三叉神经微观结构与神经脑桥夹角的相关性

庞惠泽, 范国光

【摘要】 目的:探讨原发性三叉神经痛患者(PTN)三叉神经的微观结构改变与三叉神经-脑桥夹角之间的相关性。**方法:**将 25 例经微血管减压术(MVD)证实存在神经血管压迫(NVC)的单侧 PTN 患者和 25 例健康志愿者(对照组)纳入本研究,两组受试者均采用 3D-FIESTA 及 DTI 序列行 MRI 扫描,测量双侧三叉神经脑池段的长度、三叉神经-脑桥夹角、桥小脑角池横截面积以及 NVC 部位的扩散参数(FA、ADC)值,并分别对神经-脑桥夹角与扩散参数值及二者与视觉模拟评分(VAS)和病程等临床指标进行相关性分析。**结果:**PTN 组患侧神经-脑桥夹角明显小于健侧和对照组[患侧:(39.11 ± 5.76)°,健侧:(49.00 ± 7.59)°,对照组:(45.20 ± 5.76)°; $F=15.26, P<0.001$];且当责任血管为小脑上动脉(SCA)时,患侧神经-脑桥夹角显著小于其它责任血管时的夹角[SCA:(36.69 ± 4.90)°,非 SCA:(43.42 ± 4.65)°; $U=156.5, P=0.002$]。与健侧及对照组比较,患侧桥小脑角池的横截面积和脑池段神经长度的差异均无统计学意义($P>0.05$),患侧三叉神经的 FA 值明显减小、ADC 值明显增加(P 均 >0.05)。患侧神经-脑桥夹角与 FA 值呈正相关($r=0.56, P<0.01$),与 ADC 值呈负相关($r=-0.62, P<0.01$);FA 值与 VAS 评分呈负相关($r=-0.53, P<0.01$)。**结论:**三叉神经与脑桥的夹角可作 PTN 的临床诊断指标之一,FA 值亦可作为一种评估 PTN 患者临床症状严重程度的指标。

【关键词】 三叉神经痛;磁共振成像;稳态采集快速成像;扩散张量成像;三叉神经-脑桥夹角;神经血管压迫

【中图分类号】 R445.2;R745.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)04-0405-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.04.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Correlation analysis between the changes of trigeminal nerve microstructure and the trigeminal-pontine angle in primary trigeminal neuralgia patients PANG Hui-ze, FAN Guo-guang. Department of Radiology, the First Hospital of China Medical University, Shengyang 110000, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to explore the correlation between the microstructural changes of trigeminal nerve and the trigeminal-pontine angle in patients with primary trigeminal neuralgia (TN). **Methods:** 25 TN patients with unilateral neurovascular compression (NVC) confirmed by microvascular decompression (MVD) and 25 healthy controls (HC) were enrolled in this study. All subjects underwent MRI examination using three-dimensional fast imaging employing steady-state acquisition (3D-FIESTA) sequence and diffusion tensor imaging (DTI). The length of the cisternal segments of trigeminal nerve, the trigeminal-pontine angle (TPA), areas of cerebellopontine angle cistern (ACAC), and FA and ADC at the site of NVC were measured on the post-processed images. Correlation analyses were performed between the TPA and the diffusion metrics (FA and ADC) and clinical variables including disease duration and visual analogy scale (VAS). **Results:** The TPA on the symptomatic side were smaller than that of the asymptomatic side and the control group [lesion side: (39.11 ± 5.76)°, contralateral side: (49.00 ± 7.59)°, HC: (45.20 ± 5.76)°; $F=15.26, P<0.001$]. When the conflicting vessels taken into consideration, the angle affected by the superior cerebellar artery (SCA) was statistically smaller than that affected by other vessels [SCA: (36.69 ± 4.90)°, other vessel: (43.42 ± 4.65)°; $U=156.5, P=0.002$]. The mean values of FA were significantly decreased and the values of ADC were significantly increased at the site of NVC in patients. Correlation analysis showed that the TPA positively correlated with FA ($P<0.01, r=0.56$), and negatively correlated

作者单位:110000 沈阳,中国医科大学附属第一医院放射科

作者简介:庞惠泽(1993-),女,辽宁辽阳人,硕士研究生,主要从事神经和肌骨系统影像学诊断工作。

通讯作者:范国光, E-mail: fanguoog@vip.sina.com

with ADC ($P < 0.01$, $r = -0.62$); FA negatively correlated with VAS ($P < 0.01$, $r = -0.53$). **Conclusion:** Trigeminal-pontine angle may be a possible facilitating factor for PTN, thus may be used as a clinical diagnosis marker. In addition, FA can be used as a potential MRI biomarker to evaluate clinical severity of trigeminal neuralgia (TN).

【Key words】 Trigeminal neuralgia; Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Fast imaging employing steady-state acquisition; Trigeminal-pontine angle; Neurovascular compression

原发性三叉神经痛(primary trigeminal neuralgia, PTN)是三叉神经感觉支分布区域内剧烈短暂的发作性疼痛,常单侧发病^[1]。神经血管压迫(neurovascular compression, NVC)是原发性三叉神经痛的主要病因。三维稳态采集快速成像(three dimensional-fast imaging employing steady state acquisition, 3D-FIESTA)序列不仅可以确定责任血管,还可进行形态学测量^[2-5],许多研究发现 PTN 患者同时存在三叉神经长度较短、桥小脑角池面积减少和神经-脑桥夹角过小等形态学改变^[6-8]。随着影像学技术的发展,利用扩散张量成像(DTI)技术观察三叉神经微观结构的变化逐渐成为研究热点,进一步研究发现 PTN 的病因是血管压迫导致的神经脱髓鞘改变^[9-12]。然而,目前尚未有研究对神经-脑桥夹角与神经微观结构的变化进行相关性分析。本文通过分析神经-脑桥夹角与 FA 和 ADC 值以及临床变量与影像学参数之间的关系,旨在为术前 PTN 的影像诊断评估提供客观依据。

材料与方法

1. 临床资料

选取 2016 年 10 月—2018 年 2 月在本院经临床诊断为 TN 的患者 25 例,其中男 13 例、女 12 例;年龄 42~75 岁,平均(59.00 ± 8.47)岁;病程 1~5 年,平均(3.40 ± 1.63)年。均为单侧 TN,左侧 16 例,右侧 9 例。术前采用视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)对 PTN 患者进行评分,患者组 VAS 评分为 6.40 ± 1.35 。纳入标准:符合国际头痛协会制定的 TN 诊断标准^[13],MRI 检查后接受了微血管减压手术(microvascular decompression, MVD),术中证实存在不同程度的 NVC。排除标准:患有其它颅脑疾病、既往有颅脑手术病史、继发性三叉神经痛以及其它可能影响中枢神经系统的疾病。

此外,同期纳入年龄、性别相匹配的 25 例健康志愿者,男 12 例,女 13 例,年龄 40~70 岁,平均(55.20 ± 10.20)岁。纳入标准:既往无神经系统疾病及 TN 等相关症状,体内无金属异物。

实验前向所有研究对象告知实验目的及方法,并签署知情同意书。

2. MRI 检查方法

使用 GE Signa 3.0T 磁共振扫描仪和 8 通道头颅正交线圈,扫描平面平行于三叉神经脑池段,扫描范围包含整个桥脑。神经形态像采用三维稳态采集快速成像(3D-FIESTA)序列,扫描参数:TR 5.1 ms, TE 1.9 ms,视野 $20 \text{ cm} \times 17 \text{ cm}$,翻转角 60° ,矩阵 320×288 ,层厚 1.0 mm。微观结构像采用 DTI 序列,扫描参数:TR 7100 ms, TE 94 ms,视野 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$,矩阵 160×160 ,层厚 2.0 mm, $b = 1000 \text{ s/mm}^2$,梯度场方向 30 个。

3. 图像分析

将 3D-FIESTA 图像传输至 AW4.6 工作站后处理系统,采用多曲面重组等后处理方法来评估桥小脑角区的解剖结构。分别在冠状面、横轴面和矢状面图像上观察三叉神经与血管的关系,在放大图像上进行形态学参数的测量。由两位高年资影像科医师采用双盲法对图像进行后处理及分析,每一项参数均由两位观察者分别重复测量 3 次,取平均值。测量方法:选取横轴面图像上三叉神经显示最佳层面测量神经-脑桥夹角,即三叉神经内侧缘与脑桥前缘切线之间的夹角;测量脑池段三叉神经的长度,即三叉神经根进入区(root entry zone, REZ)至出脑池段的长度;测量桥小脑角池的横截面积,前缘为前正中线,后缘为小脑,包含了三叉神经 REZ 段(图 1)。

DTI 图像传至 AW4.4 工作站,采用 functool 后处理软件进行分析。采用勾画感兴趣区(regions of interest, ROI)的方法测量三叉神经的 FA 和 ADC 值,ROI 的选取应尽量避免三叉神经周围的脑脊液,ROI 面积尽量保持一致,大小为 $(20 \pm 7.5) \text{ mm}^2$ 。将三叉神经自脑干发出处至出 Meckel 腔处的全长分为三等分,在连续层面上进行分段测量,取多层测量的平均值作为最终测量结果,重复测量 3 次取平均值。

4. 统计学分析

使用 SPSS 23.0 软件对数据进行统计学分析。神经-脑桥夹角、FA 及 ADC 值在各组间的比较采用单因素方差分析(one-way ANOVA)中的 post hoc 检验。神经长度及桥小脑角池的横截面积在三组间的比较采用 Kruskal-Wallis 检验。不同责任血管类型之间

神经-脑桥夹角的比较采用独立样本 U 检验。对神经-脑桥夹角与 FA 和 ADC 值、以及神经-脑桥夹角、FA 和 ADC 值与 VAS 评分和病程的相关性采用 Pearson 相关分析法。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 形态学参数的比较

患侧三叉神经与脑桥的夹角为 $(39.11 \pm 5.76)^\circ$ ，显著小于健侧的 $(49.00 \pm 7.59)^\circ$ 及对照组的 $(45.20 \pm 5.76)^\circ$ (图 2)，三组间此夹角的差异有统计学意义 ($F = 15.26, P < 0.001$)。患侧三叉神经脑池段的长度为 (7.94 ± 2.40) mm、桥小脑角池的横截面积为 (180.24 ± 77.92) mm²，略小于健侧的长度 (8.33 ± 2.42) mm 及横截面积 (193.88 ± 64.76) mm²，但这 2 个指标在患者与健侧间的差异均无统计学意义 (χ^2 分别为 0.75 和 0.01, $P > 0.05$)。

2. 责任血管类型与神经-脑桥夹角的关系

手术后证实其中 16 例患者的责任血管为小脑上动脉 (superior cerebellar artery, SCA)，在 9 例非小脑上动脉的责任血管中，4 例为小脑前下动脉，1 例为小脑后下动脉，3 例为椎动脉，1 例为小脑前下动脉合并小脑后下动脉。当责任血管为 SCA 时，患侧的神经-脑桥夹角为 $(36.69 \pm 4.90)^\circ$ ，小于非 SCA 组的 $(43.42 \pm 4.65)^\circ$ ，差异有统计学意义 ($U = 156.5, P = 0.002$)。

3. FA 及 ADC 值的比较

PTN 组中，患侧的 FA 值 (0.34 ± 0.04) 明显小于健侧 (0.39 ± 0.06) 及对照组 (0.39 ± 0.02) ，三组间 FA 值的差异具有统计学意义 ($F = 9.78, P < 0.001$)；患侧的 ADC 值 $[(1.94 \pm 0.18) \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{s}]$ 明显大于健侧 $[(1.71 \pm 0.25) \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{s}]$ 及对照组 $[(1.66 \pm 0.17) \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{s}]$ ，三组间 ADC 值的差异具有统计学意义 ($F = 13.53, P < 0.001$)。

4. 相关性分析

相关性分析结果显示 (图 5~6)，神经-脑桥夹角与 FA 值呈正相关 ($r = 0.56, P = 0.000$)，与 ADC 值

呈负相关 ($r = -0.62, P = 0.000$)；VAS 评分与 FA 值间呈负相关 ($r = -0.53, P = 0.007$)，而患侧神经-脑桥夹角、ADC 值与 VAS 评分及三者与病程之间均无显著相关性 ($P > 0.05$)。

讨 论

TN 是一种由多种机制导致的疼痛综合症。迂曲走行的血管接触或压迫三叉神经被认为是一种原发因素^[14-15]。随着微创手术的发展，MVD 已成为 TN 的主要治疗方法，同时也支持了 NVC 学说。目前，尚未有研究对 PTN 患者形态学参数与 DTI 参数进行相关性分析，以探究神经脑桥-夹角与神经微观结构之间可能存在的关系。本研究中的相关性分析结果显示，三叉神经-脑桥夹角与三叉神经的 FA 值呈显著正相关，与 ADC 呈显著负相关。

三叉神经起源于桥脑前外侧，走行于桥前池蛛网膜下腔中，三叉神经自脑桥发出后向前下外走行，于小脑幕游离缘下方进入 Meckel 腔，形成三叉神经节。有学者通过神经电生理发现三叉神经痛患者患侧神经根内呈现一种趋势，即内侧神经纤维集中分布，外侧虽可见神经纤维，但电生理上无电流传导^[16]。同时，Rhoton 等^[17]发现三叉脑干角的差异会影响神经根内神经纤维分支的空间排布，他们认为三叉神经根纤维分布的差异及分支定位可能与三叉脑干角有关，然而他们并未说明三叉脑干角与 TN 之间的具体关系。进而有学者发现 PTN 患者患侧神经脑桥夹角明显减小，推测神经脑桥夹角会增加血管神经接触的概率，进而导致了 TN 症状的产生^[6]。

PTN 患者责任血管多为动脉，而 SCA 是三叉神经进入脑桥处时关系最密切的血管。SCA 从基底动脉发出后，常会形成凸起的血管袢，接触甚至压迫神经根的内上方及背侧。此外，Sindou 等^[18]发现多数 TN 患者的 NVC 发生在神经根的内上方，这种分布也解释了 TN 的主要责任血管多为 SCA 这一现象。当神经-脑桥夹角过小时，神经根内侧与小脑上动脉血管袢之间的关系更密切，而神经内侧有功能的神经纤维集

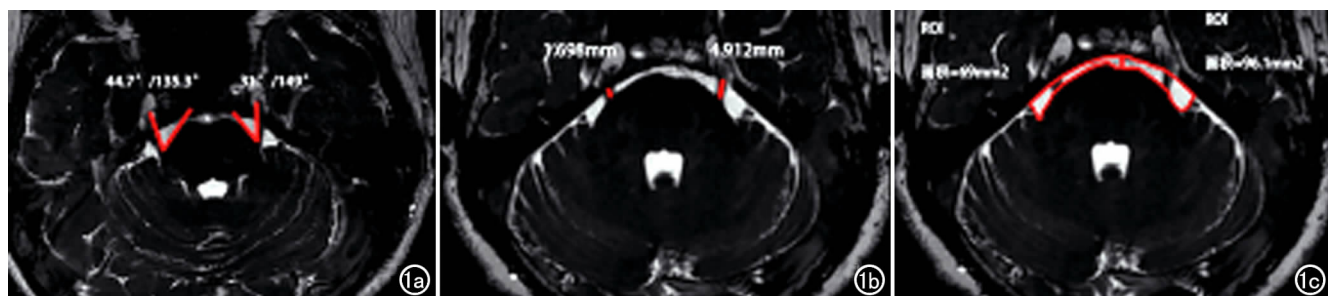


图 1 PTN 患者横轴面 FIESTA 图像。a) 测量三叉神经-脑桥夹角；b) 测量三叉神经脑池段长度；c) 测量桥小脑角池的横截面积。

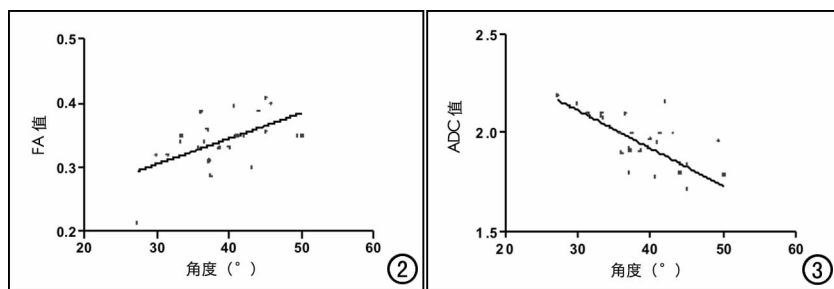


图2 PTN组FA值与三叉神经-脑桥夹角的相关性分析散点图,显示两者呈正相关。图3 PTN组ADC值与神经-脑桥夹角的相关性分析散点图,显示两者呈负相关。

中分布,联合“短路学说”^[19-20],有功能的神经纤维之间发生“传导短路”,从而反复发生“扳机点”样疼痛症状,这也解释了我们的发现,即PTN组患侧神经-脑桥夹角明显减小。然而,有学者研究发现TN患者双侧神经-脑桥夹角的差异并无统计学意义^[21],造成这种差异的原因可能是纳入研究的患者责任血管构成比的差异,当责任血管中SCA比例较大时,神经-脑桥夹角对NVC的影响较大,则双侧神经-脑桥夹角的差异更倾向于具有统计学意义。同时,相关性分析结果显示神经-脑桥夹角越小,神经根的微观结构变化越显著,结

构动力学因素的改变继发了神经微观结构的异构,神经微观结构的异构诱发了神经病理改变,进而产生了临床症状。

Guclu等^[22]测量桥小脑三角区的三叉神经中枢部、移行部及周围部的长度,发现三叉神经的长度和体积与TPN的PTN的发病率存在相关性。然而我们并未发现患侧三叉神经脑池段的长度存在明显改变,这可能由于神经走行迂曲时,在横轴面图像上测量神经的长度不够准确。有些学者测量了TN患者桥小脑角池的横截面积,发现患侧桥小脑角池的面积明显减小^[7,23]。在我们的研究中患侧桥小脑角池的横截面积略小于健侧及对照组,但差异无统计学意义。笔者认为其原因可能是由于本研究中样本量较小且中老年人存在脑萎缩等改变使得桥小脑角池面积相对较大。磁共振DTI可以反映神经纤维内水分子的微观运动。Leal等^[24]发现TN患者患侧三叉神经的FA值明显减低,ADC值增加,并且减低的FA值和增加的ADC值呈负相关。我们的研究中也得出同样的结果。FA值反映了脑白质的完整性和方向

的完整性。在我们的研究中患侧桥小脑角池的面积明显减小^[7,23]。在我们的研究中患侧桥小脑角池的横截面积略小于健侧及对照组,但差异无统计学意义。笔者认为其原因可能是由于本研究中样本量较小且中老年人存在脑萎缩等改变使得桥小脑角池面积相对较大。磁共振DTI可以反映神经纤维内水分子的微观运动。Leal等^[24]发现TN患者患侧三叉神经的FA值明显减低,ADC值增加,并且减低的FA值和增加的ADC值呈负相关。我们的研究中也得出同样的结果。FA值反映了脑白质的完整性和方向

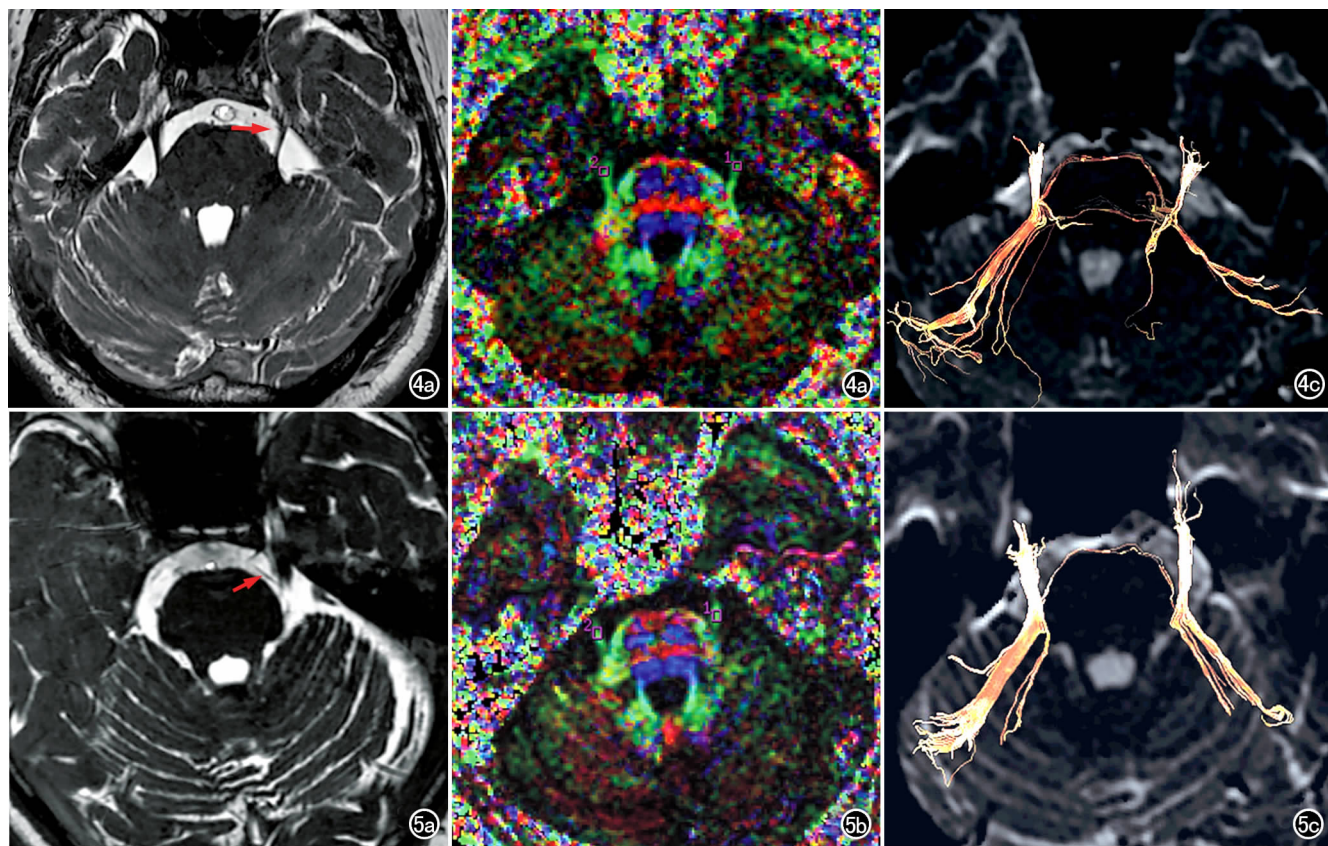


图4 患者,男,57岁,左侧颌面部疼痛两年余。a)3D-FIESTA图像,显示三叉神经脑池段可见血管绕行(箭);b)FA伪彩图显示双侧三叉神经;c)扩散张量纤维束成像图示左侧三叉神经纤维束较明显右侧细且稀疏。图5 患者,男,59岁,左侧颌面部疼痛一年余。a)3D-FIESTA图像,显示左侧神经根出脑桥处有血管跨行(箭);b)FA图显示双侧三叉神经;c)扩散张量纤维束成像图示左侧三叉神经纤维束较右侧细且稀疏。

性,PTN 患者三叉神经的 FA 值减低是由于血管压迫而导致神经纤维脱髓鞘或轴索脱失。而 ADC 值反映的是组织中水分子的扩散情况,长期血管压迫,导致神经根慢性低灌注,细胞膜通透性增加,局部水分子扩散运动加快,使得 ADC 值增高。此外,本研究中发现三叉神经的 FA 值与患者临床症状 VAS 评分间呈负相关关系,这表明 FA 值可作为监测 PTN 患者临床症状严重程度的一项客观指标。

值得注意的是,我们发现 4 例患者患侧非受压部位三叉神经的 FA 值也低于健侧,此 4 例患者 NVC 均发生在三叉神经根进入区(REZ),其中 3 例患侧神经脑桥夹角小于健侧,且其夹角小于患侧的平均夹角值。三叉神经纤维分为靠近脑干端的中枢段与远端的周围段,神经轴突外被中枢髓鞘与周围髓鞘,两种髓鞘的性质及厚薄程度不同,中枢髓鞘对压迫刺激较敏感,易发生变性,周围髓鞘保护力较强,中枢段与周围段连接处为移行区(transition zone, TZ),两种髓鞘类型均存在^[25]。有实验证实与压迫有关的解剖学上的变异所引起的自发性异常神经冲动可传至邻近神经纤维^[26-27],而这种神经冲动可能也表现为神经微观的异构。随着年龄增加及压迫时间的延长,脱髓鞘首先发生在中枢段,随后可能会蔓延至相对薄弱的移行段,移行段逐步转变为中枢段,周围段则形成了新的移行段,逐步扩散发展。神经-脑桥夹角较小可能会使邻近血管压迫处的三叉神经发生慢性轻度变性,随着年龄的增加以及其它病理因素的产生,神经变性范围可能逐渐扩大,最终导致 TN 症状的产生。通过对三叉神经患者神经根微观结构的进一步研究,有学者发现可以利用多个扩散参数来预测 TN 患者的术后恢复情况,进而将神经根局灶性脱髓鞘改变作为一种监测预后的影像学标志物^[28]。

然而,上述结论尚需要进一步的临床大样本研究,以及结合术前及术后的影像学变化,来进一步解释疾病的不同阶段神经髓鞘损伤的可逆程度,以期通过神经-脑桥夹角、FA 及 ADC 值等影像学参数来预测术后患者的恢复情况。

参考文献:

- [1] Bahgat D, Ray DK, Raslan AM, et al. Trigeminal neuralgia in young adults[J]. J Neurosurg, 2011, 114(5): 1306-1311.
- [2] Ni S, Su W, Li X, et al. Enhanced three-dimensional fast spoiled gradient recalled MRI combined with magnetic resonance angiography for preoperative assessment of patients with trigeminal neuralgia[J]. J Clin Neurosci, 2009, 16(12): 1555-1559.
- [3] Benes L, Shiratori K, Gurschi M, et al. Is preoperative high-resolution magnetic resonance imaging accurate in predicting neurovascular compression in patients with trigeminal neuralgia[J]. Neurosurg Rev, 2005, 28(2): 131-136.
- [4] Zhou Q, Liu Z, Li C, et al. Preoperative evaluation of neurovascular relationship by using contrast-enhanced and unenhanced 3D time-of-flight MR angiography in patients with trigeminal neuralgia[J]. Acta Radiol, 2011, 52(8): 894-898.
- [5] Tarnaris A, Renowden S, Coakham HB. A comparison of magnetic resonance angiography and constructive interference in steady state-three-dimensional Fourier transformation magnetic resonance imaging in patients with hemifacial spasm[J]. Brit J Neurosurg, 2007, 21(4): 375-381.
- [6] Ha SM, Sang HK, Yoo EH, et al. Patients with idiopathic trigeminal neuralgia have a sharper-than-normal trigeminal-pontine angle and trigeminal nerve atrophy[J]. Acta Neurochirurg, 2012, 154(9): 1627-1633.
- [7] Kawano Y, Maehara T, Ohno K. Validation and evaluation of the volumetric measurement of cerebellopontine angle cistern as a prognostic factor of microvascular decompression for primary trigeminal neuralgia[J]. Acta Neurochirurg, 2014, 156(6): 1173-1179.
- [8] Miller JP, Acar F, Hamilton BE, et al. Radiographic evaluation of trigeminal neurovascular compression in patients with and without trigeminal neuralgia[J]. J Neurosurg, 2009, 110(4): 627-632.
- [9] Neetu S, Sunil K, Ashish A, et al. Microstructural abnormalities of the trigeminal nerve by diffusion-tensor imaging in trigeminal neuralgia without neurovascular compression[J]. Neuroradiol J, 2015, 29(1): 13-18.
- [10] Lutz J, Thon N, Stahl R, et al. Microstructural alterations in trigeminal neuralgia determined by diffusion tensor imaging are independent of symptom duration, severity, and type of neurovascular conflict[J]. J Neurosurg, 2016, 124(3): 823-830.
- [11] Desouza DD, Hodaie M, Davis KD. Abnormal trigeminal nerve microstructure and brain white matter in idiopathic trigeminal neuralgia[J]. Pain, 2014, 155(1): 37-44.
- [12] Chen ST, Yang JT, Yeh MY, et al. Using diffusion tensor imaging to evaluate microstructural changes and outcomes after radiofrequency rhizotomy of trigeminal nerves in patients with trigeminal neuralgia[J/OL]. Plos One, 2016, 11(12): e0167584. DOI: 10.1371/Journal.pone.0167584. eCollection 2016.
- [13] Arnold M. Headache classification committee of the international headache society (IHS). The international classification of headache disorders, 3rd edition[J]. Cephalalgia, 2018, 38(1): 1-211.
- [14] Chun-Cheng Q, Qing-Shi Z, Ji-Qing Z, et al. A single-blinded pilot study assessing neurovascular contact by using high-resolution MR imaging in patients with trigeminal neuralgia[J]. Eur J Radiol, 2009, 69(3): 459-463.
- [15] Jannetta PJ, McLaughlin MR, Casey KF. Technique of microvascular decompression. Technical note[J/OL]. Neurosurgical Focus, 2005, 5. 15, 18(5): e5. PMID: 15913281
- [16] Stechison MT, Moller A, Lovely TJ. Intraoperative mapping of the trigeminal nerve Root: technique and application in the surgical management of facial pain[J]. Neurosurgery, 1996, 38(1): 76-82.
- [17] Gudmundsson K, Rhoton AL, Rushton JG. Detailed anatomy of the intracranial portion of the trigeminal nerve[J]. J Neurosurg, 1971, 35(5): 592-600.
- [18] Sindou M, Howeydy T, Acevedo G. Anatomical observations

- during microvascular decompression for idiopathic trigeminal neuralgia (with correlations between topography of pain and site of the neurovascular conflict): prospective study in a series of 579 patients[J]. Acta Neurochirurg, 2002, 144(1): 1-12.
- [19] Kerr FW, Miller RH. The pathology of trigeminal neuralgia: electron microscopic studies[J]. Archiv Neurol, 1966, 15(3): 308-319.
- [20] 尤超, 陈克敏, 柴维敏. 三叉神经痛的 MR 成像[J]. 放射学实践, 2011, 26(8): 902-904.
- [21] 贺芸芸, 戚喜勋, 关丽明, 等. 三叉神经痛患者三叉神经脑池段 MR 形态测量研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(4): 233-239.
- [22] Guclu B, Sindou M, Meyronet D, et al. Cranial nerve vascular compression syndromes of the trigeminal, facial and vago-glossopharyngeal nerves: comparative anatomical study of the central myelin portion and transitional zone; correlations with incidences of corresponding hyperactive dysfunction[J]. Acta Neurochirurg, 2011, 153(12): 2365-2375.
- [23] Parise M, Acioly MA, Ribeiro CT, et al. The role of the cerebellopontine angle cistern area and trigeminal nerve length in the pathogenesis of trigeminal neuralgia: a prospective case-control study[J]. Acta Neurochirurg, 2013, 155(5): 863-868.
- [24] Leal PR, Roch JA, Hermier M, et al. Structural abnormalities of the trigeminal root revealed by diffusion tensor imaging in patients with trigeminal neuralgia caused by neurovascular compression: a prospective, double-blind, controlled study[J]. Pain, 2011, 152(10): 2357-2364.
- [25] 李玉侠, 夏黎明, 韩东明, 等. 三叉神经受压位置的 MRI 与三叉神经痛的相关研究[J]. 放射学实践, 2005, (8): 705-707.
- [26] Kitt CA, Gruber K, Davis M, et al. Trigeminal neuralgia: opportunities for research and treatment[J]. Pain, 2000, 85(1): 3-7.
- [27] Barker FG, Jannetta PJ, Bissonette DJ, et al. The long-term outcome of microvascular decompression for trigeminal neuralgia[J]. Brit J Neurosurg, 1996, 24(1): 18-25.
- [28] Liu Y, Li J, Butzkueven H, et al. Microstructural abnormalities in the trigeminal nerves of patients with trigeminal neuralgia revealed by multiple diffusion metrics[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(5): 783-786.

(收稿日期: 2018-11-09 修回日期: 2018-11-27)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕, 已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下: 请登录《放射学实践》网站(<http://www.fsxsj.net>)点击进入首页 → 点击“作者投稿” → 按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息, 同时记住用户名和密码, 以便查询稿件处理进度) → 用新注册的用户名和密码登录 → 点击“作者投稿”进入稿件管理页面 → 点击“我要投稿” → 浏览文件 → 上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮, 只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作, 文章须以 WORD 格式上传, 图表粘贴在文章中) → 录入稿件标题、关键词等 → 最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(100 元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度, 不必打电话或发邮件查询, 具体步骤如下: 用注册过的用户名和密码登录 → 点击“作者查稿”进入稿件管理页面 → 点击左侧导航栏“我的稿件库” → “稿件状态”显示稿件处理进度 → 点击“查看” → 选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到, 作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿), 本刊须花费大量精力将稿件录入系统中, 部分稿件重复多次处理, 这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿, 如果通过邮箱或邮局投稿, 本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足, 网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处, 希望各位影像同仁不吝赐教, 多提宝贵意见, 予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题, 或者对本系统及网站有好的意见和建议, 请及时联系我们。

联系人: 石鹤 明桥 联系电话: 027-69378385 15926283035