·MR 影像学新技术专题·

磁共振扩散张量成像对腕管综合征患者局部注射类固醇疗效的评价

刘寒，何晓鹏，陈光祥，韩福刚

【摘要】 **目的**：采用磁共振扩散张量成像（MR-DTI）对腕管综合征（CTS）患者局部注射类固醇的疗效进行评价。**方法**：纳入本院临床确诊并接受超声引导下类固醇局部注射的 CTS 患者 30 例（30 个腕管），分别于术前 1 周及术后 1 个月测量其正中神经（MN）在尺桡远端关节（DRUJ）、豌豆骨（P）、钩状骨（H）三个层面的部分各向异性值（FA）和表观扩散系数（ADC）值，并记录其波士顿 CTS 问卷评分，比较其差异并进行相关性分析。**结果**：与治疗前[(1.46±0.13)×10^{-3} mm^2/s]比较，局部注射类固醇后[(1.28±0.11)×10^{-3} mm^2/s]豌豆骨水平的 ADC 值降低（$P<0.05$），而其 FA 值未见升高（0.46±0.05 vs. 0.48±0.08，$P>0.05$）。在 DRUJ 和 H 水平，FA 值（0.54±0.05 vs. 0.58±0.10；0.43±0.07 vs. 0.44±0.11）和 ADC 值[(1.22±0.15)×10^{-3} mm^2/s vs. (1.15±0.19)×10^{-3} mm^2/s；(1.46±0.15)×10^{-3} mm^2/s vs. (1.43±0.12)×10^{-3} mm^2/s]在治疗前后未见明显变化（$P>0.05$）。豌豆骨水平的 ADC 差值与 BCTQ 评分差值呈正相关（$r=0.681$，$P<0.05$）。**结论**：MR-DTI 可用于 CTS 患者保守治疗后的影像随访，豌豆骨水平的 ADC 值可用于 CTS 患者局部类固醇注射治疗后的疗效评价。

【关键词】 腕管综合征；磁共振成像；扩散张量成像；类固醇注射；疗效

【中图分类号】R445.2；R681.7 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2019)11-1202-05

DOI：10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.11.006 开放科学（资源服务）标识码（OSID）：

Evaluation of the efficacy of local steroid injection in patients with carpal tunnel syndrome by magnetic resonance diffusion tensor imaging LIU Han, HE Xiao-peng, CHEN Guang-xiang, et al. Department of Radiology, Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Sichuan 646000, China

【**Abstract**】 **Objective**: The purpose of this study was to evaluate the outcomes of corticosteroid injections using magnetic resonance diffusion tensor imaging (MR-DTI) in patients with carpal tunnel syndrome (CTS). **Methods**: MR-DTI was performed on 30 wrists of 30 patients with CTS one week before and one month after ultrasound-guided corticosteroid injections. Fractional anisotropy (FA) and apparent diffusion coefficient (ADC) of the median nerve (MN) at the levels of the distal radioulnar joint (DRUJ), pisiform bone (P), and hamate bone (H) were measured. Symptom relief were evaluated with the Boston Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire (BCTQ) scale. **Results**: In comparison with baseline values [(1.46±0.13)×10^{-3} mm^2/s], post-injection ADC [(1.28±0.11)×10^{-3} mm^2/s] was significantly lower ($P<0.05$) but FA was not significantly higher (0.46±0.05 vs. 0.48±0.08, $P>0.05$) at the pisiform bone level on the injected wrists. At the DRUJ and hamate bone levels, no obvious inter-scan change in FA (0.54±0.05 vs. 0.58±0.10; 0.43±0.07 vs. 0.44±0.11, $P>0.05$) and ADC [(1.22±0.15)×10^{-3} mm^2/s vs. (1.15±0.19)×10^{-3} mm^2/s; (1.46±0.15)×10^{-3} mm^2/s vs. (1.43±0.12)×10^{-3} mm^2/s, $P>0.05$] was observed. The decrease in ADC values at the pisiform bone level was strongly correlated with the decrease in BCTQ scores ($r=0.681$, $P<0.05$). **Conclusion**: MR-DTI can be used as a method of follow-up for CTS patients treated with conservative management. ADC values measured at the level of the pisiform bone can be used to evaluate the outcomes of corticosteroid injection in patients with CTS.

【**Key words**】 Carpal tunnel syndrome; Magnetic resonance image; Diffusion tensor imaging;

作者单位：646000 泸州，西南医科大学附属医院放射科
作者简介：刘寒（1982－），女，四川泸州人，硕士，住院医师，主要从事骨关节系统疾病影像诊断工作。
通讯作者：韩福刚，E-mail：8311hfg@163.com

Steroids injections; Outcomes

腕管综合征(carpal tunnel syndrome, CTS)是临床上最常见的周围神经卡压性疾病,主要由腕管内正中神经受卡压所致,从而导致正中神经支配区(拇指、示指、中指和环指桡侧半)感觉异常和(或)麻木[1]。CTS 的成人患病率约 4%～5%,主要发生在 40～60 岁的更年期女性[2]。局部类固醇药物注射具有不良反应少、不易复发等优点,现已成为 CTS 最常用的保守治疗方法之一[3]。

目前 MRI 已经成为 CTS 诊断的主要组成部分,其对 CTS 的诊断、治疗以及疗效观察均具有重要的临床价值[4-7]。文献报道,MRI 扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)可以检测和定量分析受压神经的早期微观病理改变,还可以通过纤维示踪成像观察神经纤维的方向性与完整性[4]。目前 DTI 多应用于 CTS 的诊断方面,而在评价疗效及预后方面的报道相对较少[5-7]。本研究采用 DTI 观察 CTS 患者皮质类固醇注射前后腕管内正中神经改变,探讨 DTI 评估局部注射类固醇的疗效及其潜在临床应用前景。

材料与方法

1. 研究对象

本研究通过本机构伦理委员会批准,所有患者均获得书面知情同意书。招募 2017 年 6 月－2019 年 5 月在本院就诊的连续接受腕管类固醇治疗的 CTS 患者。纳入标准:①经临床病史、查体、常规肌电图、血液生化及影像学检查结果确诊为 CTS;②患者不伴随其他神经疾病或病史;③能遵医嘱,积极配合治疗。排除标准:①既往腕部创伤或手术史;②有其它易混淆的疾病如类风湿性关节炎、糖尿病和腕部占位性病变等;③使用激素禁忌症;④MRI 检查禁忌症。共计纳入 CTS 患者 30 例(30 个腕管),包括女性 24 例和男性 6 例,年龄 35～78 岁,平均 48.5 岁。

2. 临床问卷评估

采用波士顿 CTS 问卷(Boston carpal tunnel syndrome questionnaire, BCTQ)对 CTS 患者进行临床评分,包括症状严重程度评分(symptom severity scale, SSS)和功能状态评分(functional status scale, FSS)[8-10]。SSS 和 FSS 每项分值为 1 分(最轻)至 5 分(最重),最后分别计算得分。在治疗前 1 周和治疗后 1 个月评估患者治疗前后临床症状的改善情况。

3. MRI 检查方法

采用 3.0T(Achivea, Philips)超导型磁共振扫描仪进行扫描,8 通道腕关节专用相控阵线圈,取俯卧位,头先进。扫描范围为桡骨远端到指骨近端。扫描序列及部分参数包括:①横轴面 SE T_1WI 序列:TR 420 ms, TE 18.4 ms, 矩阵 250×250, 激励次数 1, 层厚 2 mm, 层间距 0;②横轴面 T_2WI 序列:TR 320 ms, TE 8.9 ms, FOV 12 cm×12 cm, 矩阵 320×256, 激励次数 2, 层厚 2 mm, 层间距 0;③横轴面 DTI 序列:TR 5000 ms, TE 85 ms, FOV 12 cm×12 cm, 矩阵 64×64, 激励次数 2, 层厚 2 mm, 层间距 0, b 值 1000 s/mm^2, 扩散方向 25 个, 扫描层数 22 层, 扫描时间 5 min10 s。

4. DTI 数据处理

由两名熟悉骨骼肌肉疾病影像学诊断的放射科医师进行数据处理。将 DTI 原始图像传入 Philips 工作站处理图像,由工作站自动生成相应的各向异性分数(fractional anisotropy, FA)和表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图,将 FA 图、ADC 图分别与横轴面 T_1WI 图像融合,分别在远端桡尺关节(distal radioulnar joint, DRUJ)水平、豌豆骨(pisiform bone, P)水平和钩骨(hamate bone, H)水平各选取一个兴趣区(region of interest, ROI)于正中神经进行 FA 和 ADC 值测定,ROI 大小取决于正中神经的横截面积,重复测量 3 次后取其平均值作为最终测量值。在融合图像上,逐层手动勾画出正中神经的边界,并设置 ROI 为种子点,进行正中神经的纤维束追踪成像(图 1)。

5. 局部注射类固醇治疗

首先对患者患侧手腕常规清洁消毒,然后在超声引导下,由腕横纹近侧入针,针头对食指,与皮肤呈 30°角,沿着掌长肌腱内侧进针,将药物注入腕管正中神经周围[11]。在治疗前 1 周内及治疗后 1 个月分别行 MRI 检查。

6. 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件,计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示。配对计量资料采用配对 t 检验,多组间的均数比较采用方差分析。采用 Spearman 相关性分析评价患者治疗前后 DTI 参数差值与 BCTQ 评分差值的相关性。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. CTS 患者治疗前后 DTI 参数测量结果及比较

CTS 患者治疗前后腕管内正中神经 FA 值从腕管近端到远端呈逐渐降低趋势,ADC 值呈逐渐增加趋势(表 1)。局部类固醇注射治疗后 1 个月,正中神经 ADC 值在豌豆骨水平较治疗前明显降低,差异有统计学意义($P<0.05$),而 FA 值在治疗前后差异无统计学意义($P>0.05$)。在 DRUJ 水平和钩骨水平正中神

经的 FA 和 ADC 值在治疗前后差异均无统计学意义（$P>0.05$）。

所有 CTS 患者治疗前后均能行纤维示踪成像良好地显示正中神经。腕管内正中神经在治疗之前均有不同程度肿胀、增粗，正中神经在 T_2WI 像上呈高信号。纤维示踪图像显示部分神经纤维走行紊乱欠规则，部分不连续，治疗后的纤维示踪图像显示正中神经纤维完整性恢复，走行连续（图 2）。

表 1 不同测量水平正中神经 FA 值和 ADC 值治疗前后比较

参数	治疗前	治疗后	t 值	P 值
FA 值				
DRUJ	0.54±0.05	0.58±0.10	−1.595	0.12
P	0.46±0.05	0.48±0.08	−1.944	0.06
H	0.43±0.07	0.44±0.11	−0.891	0.38
ADC 值（$\times10^{-3}$ mm^2/s）				
DRUJ	1.22±0.15	1.15±0.19	1.957	0.06
P	1.46±0.13	1.28±0.11	12.740	0.000
H	1.46±0.15	1.43±0.12	1.680	0.10

2. CTS 患者治疗前后 BCTQ 评分

局部类固醇注射治疗后 SSS 和 FSS 评分较治疗前降低，差异有统计学意义（$P<0.05$，表 2）。

表 2 CTS 患者治疗前后临床评分结果比较

参数	治疗前	治疗后	t 值	P 值
SSS	24.67±6.05	17.33±3.93	13.246	0.000
FSS	13.27±4.65	9.97±2.76	7.594	0.000

3. 相关性分析

CTS 患者治疗前后正中神经的 DTI 参数差值与临床 BCTQ 评分差值的相关性分析结果见表 3。在豌豆骨水平治疗前后的 ADC 值差值与 BCTQ 评分差值呈正相关（$r=0.681$，$P<0.05$，图 3），余测量水平 FA 和 ADC 值差值与 BCTQ 评分差值均无相关性（$P>0.05$）。

表 3 治疗前后 DTI 参数差值与临床 BCTQ 评分差值相关性分析

测量平面/DTI 参数	BCTQ 评分差值	
	Pearson 相关系数	P 值
DRUJ		
FA 差值	0.084	0.658
ADC 差值	0.276	0.140
P		
FA 差值	0.036	0.850
ADC 差值	0.681	0.000
H		
FA 差值	0.039	0.837
ADC 差值	0.317	0.088

讨 论

近年来，CTS 的发病率呈逐年上升趋势，其主要是由于腕管内压力增高，使位于腕屈肌与韧带下的正中神经受到压迫，继而长期摩擦及屈伸动作致正中神经组织充血水肿，产生一系列炎性反应，导致腕部及手指疼痛麻木[12]。目前局部类固醇注射已成为 CTS 最常用保守治疗方法之一，CTS 的早期治疗可以减少患者的患病率和致残率[3,13]。DTI 作为一种非侵入性的影像学方法，除了反映神经形态外，还具有反映神经功能的内在优势[14]。目前，DTI 用于 CTS 诊断的报道相对较多，而本研究重点关注 DTI 用于 CTS 纵向评价。

本研究结果显示 CTS 患者从腕管近端到远端，正中神经 FA 值逐渐降低，ADC 值逐渐升高，且这一趋势在治疗前后均存在。这与 Kwon 等[15]和 Guggenberger 等[16]研究结果类似，其认为 DTI 参数的测量与解剖位置有关。Liu 等[17]Meta 分析结果显示，经豌豆骨水平的 FA 值、豌豆骨和钩骨水平的 ADC 值是诊断 CTS 是较敏感的指标。而本研究也采用了在多个平面测量 DTI 参数。

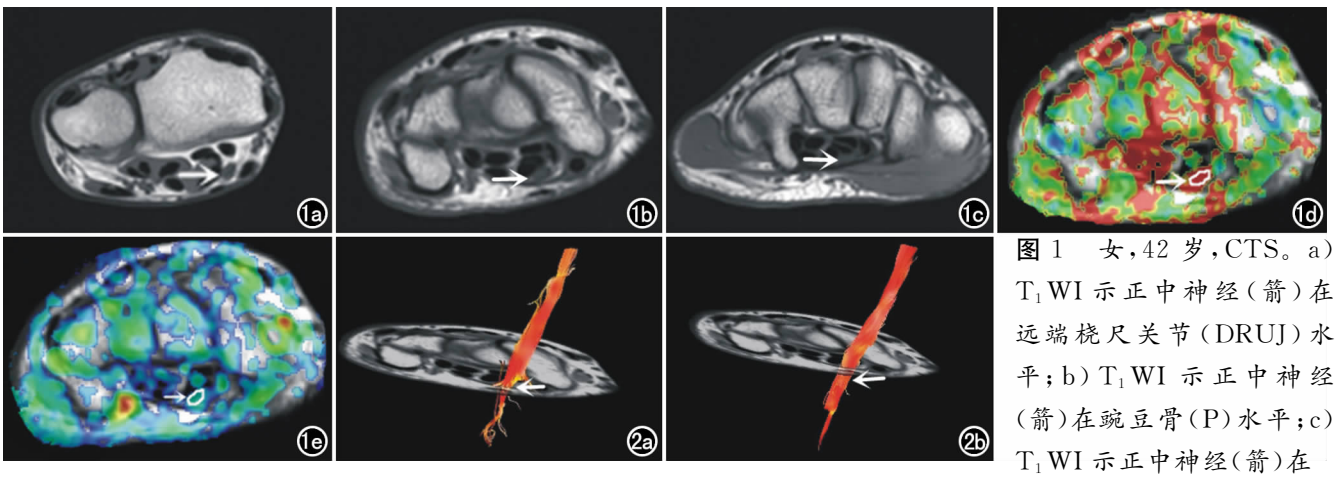

图 1 女，42 岁，CTS。a）T_1WI 示正中神经（箭）在远端桡尺关节（DRUJ）水平；b）T_1WI 示正中神经（箭）在豌豆骨（P）水平；c）T_1WI 示正中神经（箭）在钩骨（H）水平；d）FA 图与 T_1WI 融合后的图像；e）ADC 伪彩图与 T_1WI 融合后的图像。 **图 2** CTS 患者治疗前后正中神经纤维示踪图像。a）局部类固醇注射治疗前示踪图像显示正中神经纤维不连续、局部变细、走行不规则；b）治疗后示踪图像显示正中神经纤维束饱满、走行连续，神经纤维完整性恢复。

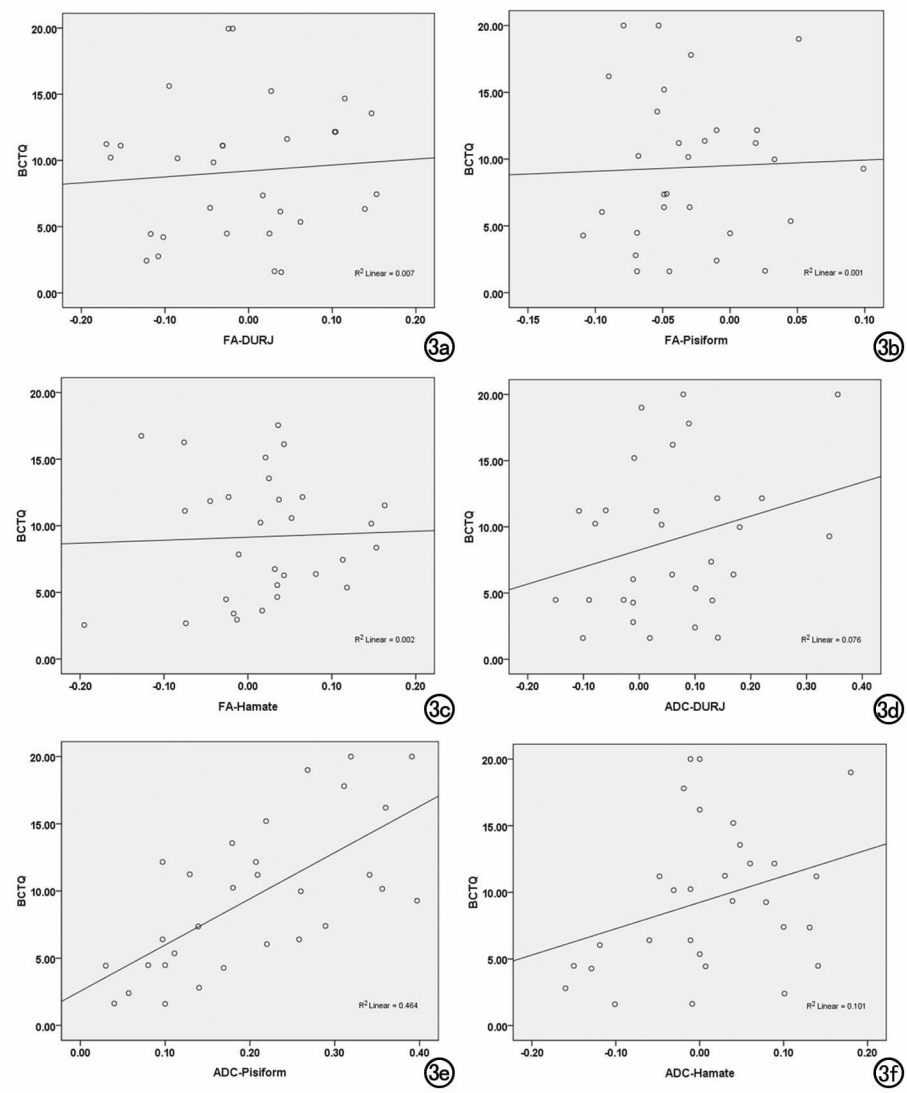

图 3　CTS 患者局部类固醇注射治疗前后正中神经的 DTI-FA 值和 DTI-ADC 值的差值与治疗前后临床 BCTQ 评分差值的相关性分析。a)远端桡尺关节水平的 FA 值差值；b)豌豆骨水平的 FA 值差值；c)钩骨水平的 FA 值差值；d)远端桡尺关节水平的 ADC 值差值；e)豌豆骨水平的 ADC 值差值；f)钩骨水平的 ADC 值差值。

先前 CTS 的大鼠模型研究认为，慢性长期神经受压引起神经纤维发生脱髓鞘改变、华勒氏变性及轴突减少等损伤改变[18]。本研究结果显示类固醇注射治疗随访 1 个月后，豌豆骨水平正中神经 ADC 值较治疗前明显降低，而 FA 值无明显变化。这可能是由于注射类固醇后神经束膜下和神经内水肿逐渐改善，沿神经的水扩散恢复正常或接近正常，造成 ADC 值降低，而 FA 值无明显改变可能与随访时间长短有关。Hiltunen 等[19]比较了 12 例 CTS 患者行外科手术治疗前后 DTI 参数的变化，同样发现术后 ADC 值恢复，而 FA 值治疗前后无差异。与此同时，本研究随访了治疗 1 月后临床 BCTQ 评分情况，结果表明临床 BCTQ 评分较治疗前明显降低，进一步证实局部类固醇注射治疗有效。此外，笔者还发现 ADC 值差值与 BCTQ 评分差值之间具有较强的相关性，而 FA 差值与 BCTQ 评分差值无明显相关，这表明 ADC 值的降低可用于评估 CTS 患者临床症状是否改善，也提示术后 ADC 的测定可能比 FA 值更敏感。因此，DTI 可用于评价和监测正中神经损伤后修复情况。

Smith 等[20]研究认为局部注射类固醇后，药物不只局限于细针穿刺位置，还沿着神经长轴由近端向远端扩散。因此，在腕管内正中神经的 DRUJ 水平、豌豆骨和钩骨水平均有药物作用。本研究显示豌豆骨水平的 ADC 值显著下降，且与 BCTQ 评分下降有较强的相关性。这样看来，正中神经在豌豆骨水平的扩散下降与类固醇注射后的症状缓解是相对应的。由此表明正中神经在豌豆骨水平可能是导致症状缓解的主要靶点。

本研究的局限性：①因为本研究行电生理检查的患者较少，所以未纳入电生理相关指标进行分析。②本研究病例数相对较少（n＝30），随访时间相对较短，未来将加大样本量和随访时间进一步研究，以获得更好的剂量-效应关系。

综上所述，MR-DTI 可用于 CTS 患者保守治疗后的影像随访，豌豆骨水平的 ADC 值可用于 CTS 患者局部类固醇注射治疗后疗效的评价。

参考文献：

[1] Hermiz SJ, Kalliainen LK. Evidence-based medicine: current evidence in the diagnosis and management of carpal tunnel syndrome [J]. Plast Reconstr Surg, 2017, 140(1): 120e-129e.

[2] Chammas M, Boretto J, Burmann LM, et al. Carpal tunnel syndrome-Part I (anatomy, physiology, etiology and diagnosis) [J]. Rev Bras Ortop, 2014, 49(5): 429-436.

[3] Calandruccio JH, Thompson NB. Carpal tunnel syndrome: making evidence-based treatment decisions [J]. Orthop Clin North Am, 2018, 49(2): 223-229.

[4] 罗树彬，肖文丰，黄莹. DTI 对保守治疗腰椎间盘突出受压神经根损伤的诊断价值[J]. 放射学实践，2019，34(6)：659-663.

[5] Klauser AS, Abd Ellah M, Kremser C, et al. Carpal tunnel syndrome assessment with diffusion tensor imaging: value of fraction-

al anisotropy and apparent diffusion coefficient[J]. Eur Radiol, 2018,28(3):1111-1117.

[6] 刘川,方可薇,张莉,等. MRI 诊断腕管综合征的 Meta 分析[J]. 临床放射学杂志,2019,38(5):886-890.

[7] 凌卓敏,王林,朱连海,等. MRI、DTI 和神经电生理检查对腕管综合征的诊断价值[J]. 卒中与神经疾病,2018,25(3):302-305.

[8] 雷玮,钱晓路,孙晓春. 中文版波士顿腕管量表的信效度研究[J]. 解放军护理杂志,2016,33(8):39-42.

[9] Hassankhani GG, Moradi A, Birjandinejad A, et al. Translation and validation of the persian version the boston carpal tunnel syndrome questionnaire[J]. Arch Bone Jt Surg, 2018, 6(1): 71-77.

[10] Fok M, Leung HB, Lee WM. Evaluation of a Hong Kong Chinese version of a self-administered questionnaire for assessing symptom severity and functional status of carpal tunnel syndrome: cross-cultural adaptation and reliability[J]. Hong Kong Med J, 2007, 13(5): 342-347.

[11] 朱明珍,初红,卢祖能. 腕管综合征患者口服及局部注射类固醇疗效的临床和神经超声评估研究[J]. 国际神经病学神经外科学杂志,2016,43(6):491-496.

[12] 徐斌,吴楠,刘壮,等. 局部类固醇注射联合夹板疗法治疗腕管综合征效果观察[J]. 解放军医药杂志,2017,29(11):57-60.

[13] 邵静雯,曹曼林. 腕管综合征的诊疗进展[J]. 中国康复,2014,29(2):141-146.

[14] 朱丽,刘川,张莉,等. 扩散张量成像诊断腕管综合征的 Meta 分析[J]. 实用放射学杂志,2019,35(1):77-80,93.

[15] Kwon BC, Koh SH, Hwang SY. Optimal parameters and location for diffusion-tensor imaging in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a prospective matched case-control study[J]. AJR Am J Roentgenol, 2015, 204(6): 1248-1254.

[16] Guggenberger R, Markovic D, Eppenberger P, et al. Assessment of median nerve with MR neurography by using diffusion-tensor imaging: normative and pathologic diffusion values[J]. Radiology, 2012, 265(1): 194-203.

[17] Liu C, Li HW, Wang L, et al. Optimal parameters and location for diffusion tensor imaging in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis[J]. Clin Radiol, 2018, 73(12): 1011-1058.

[18] Gupta R, Rowshan K, Chao T, et al. Chronic nerve compression induces local demyelination and remyelination in a rat model of carpal tunnel syndrome[J]. Exp Neurol, 2004, 187(2): 500-508.

[19] Hiltunen J, Kirveskari E, Numminen J, et al. Pre- and post-operative diffusion tensor imaging of the median nerve in carpal tunnel syndrome[J]. Eur Radiol, 2012, 22(6): 1310-1319.

[20] Smith J, Wisniewski SJ, Finnoff JT, et al. Sonographically guided carpal tunnel injections: the ulnar approach[J]. J Ultrasound Med, 2008, 27(10): 1485-1490.

(收稿日期:2019-08-30 修回日期:2019-10-17)

《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊 2007 年新开辟的栏目,该栏目以临床上少见或容易误诊的病例为素材,杂志在刊载答案的同时配发专家点评,以帮助影像医生更好地理解相关影像知识,提高诊断水平。栏目开办 13 年来受到广大读者欢迎。《请您诊断》栏目荣获第八届湖北精品医学期刊"特色栏目奖"。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿,并积极参与《请您诊断》有奖活动,稿件一经采用稿酬从优。

《请您诊断》来稿格式要求:①来稿分两部分刊出,第一部分为病例资料和图片;第二部分为全文,即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等);②来稿应提供详细的病例资料,包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料;③来稿应提供具有典型性、代表性的图片,包括横向图片(X 线、CT 或 MRI 等不同检查方法得到的影像资料,或某一检查方法的详细图片,如 CT 平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料,最好附上病理图片),每帧图片均需详细的图片说明,包括扫描参数、序列、征象等,病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页,第二部分请参见 2 个月后的杂志最后一页,如第一部分问题在 1 期杂志正文首页,第二部分答案则在 3 期杂志正文末页)

栏目主持:石鹤 联系电话:027-69378385 15926283035