

DOI:10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20160857

特发性腕管综合症的弥散加权磁共振成像表现

程增辉¹, 吴晓天², 初殿伟¹, 武 刚^{1*}

1. 复旦大学附属中山医院青浦分院放射科, 上海 201700

2. 复旦大学附属中山医院青浦分院骨科, 上海 201700

[关键词] 腕管综合征; 特发性; 磁共振成像

[中图分类号] R 745.4 [文献标志码] B

Diffusion weighted MRI manifestation of the idiopathic carpal tunnel syndrome

CHENG Zeng-hui¹, WU Xiao-tian², CHU Dian-wei¹, WU Gang^{1*}

1. Department of Radiology, Qingpu Branch of Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 201700, China

2. Department of Orthopedics, Qingpu Branch of Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 201700, China

[Key Words] carpal tunnel syndrome; idiopathic; magnetic resonance imaging

腕管综合征(carpal tunnel syndrome, CTS)是一种常见的周围神经卡压性疾病,常由正中神经在腕部水平的卡压和(或)牵拉所致^[1]。CTS多数为特发性,常见于40~60岁的女性,50%~60%为双侧^[2]。CTS的临床诊断及评估主要依据症状和神经电生理检查。因神经电生理检查只能对神经功能进行评估,且存在一定的假阴性率,故无法对CTS进行术前精确评估。磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)因具有良好的软组织分辨率及多方位成像优势,可清晰显示腕管解剖结构,还可反映神经功能状况。目前相关研究大多局限于形态学及诊断方面,缺少功能学及术前评估的研究。因此,本研究通过观察特发性CTS弥散加权(DWI)MRI表现,探讨其在CTS术前诊断及评估中潜在的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择复旦大学附属中山医院青浦分院2014年5月至2016年1月经临床及神经肌电图(electromyography, EMG)诊断并经手术证实的中度、重度特发性CTS患者。入选标准:(1)年龄18岁以上;(2)典型正中神经卡压症状:夜间麻木刺

痛间断发作,拇指、示指、中指及环指桡侧半烧灼感;(3)屈腕试验(Phalen征)及Tinel征阳性;(4)神经电生理提示感觉及运动传导速度明显减低。排除标准:(1)不适合做MRI检查者(幽闭症、起搏器等铁磁性金属植入物);(2)既往有腕部外伤及手术史;(3)有腕关节炎性病变;(4)合并中枢神经系统疾病;(5)有内分泌代谢性疾病及其他神经肌肉病变。

CTS严重程度的评估采用顾玉东提出的分类标准^[3],中度:(1)EMG(±);(2)远端运动潜伏期(distal motor latency, DML)≥4.5 ms;(3)1~4指感觉电位尚存,但感觉神经传导速度(sensory nerves conduction velocity, SNCV) < 40.0 ms,神经干动作电位(nerve action potential, NAP)较健侧下降>50%。重度:(1)EMG(+);(2)DML明显延长甚至消失;(3)1~4指中至少1指感觉电位消失。

回顾选择本院同期因腕部不适行MRI检查的健康人群作为正常对照,入选对象:(1)无典型CTS症状;(2)无明确外伤及手术病史;(3)无腕关节炎性病变及神经肌肉病变;(4)无全身代谢性疾病。

1.2 MRI检查方法及参数 CTS组及正常对照组均采用俯卧位,双上肢伸直过头,手掌向下,扫描从

[收稿日期] 2016-09-04 [接受日期] 2017-03-21

[基金项目] 上海市青浦区科学技术发展基金(2014-11)。Supported by Science and Technology Development Foundation of Qingpu District of Shanghai (2014-11)。

[作者简介] 程增辉, 博士生, 主治医师。E-mail: zhcheng14@fudan.edu.cn

* 通信作者(Corresponding author)。Tel: 021-69719190, E-mail: wugang416@sina.com

头部开始。采用美国 GE Signa HD 1.5T MR 扫描仪及膝关节或眼眶线圈进行腕关节轴位及冠状位成像。(1)FSE T₁WI;重复时间(TR)660~680 ms,回波时间(TE)10~15 ms;(2)压脂 fr FSE T₂WI;TR 3 080~3 600 ms, TE 80~95 ms;(3)EP/SE DWI;TR 6 000 ms, TE 116 ms, $b=1\ 000\text{ s/mm}^2$ 。层厚3 mm,FOV 90~100 mm×90~100 mm,矩阵512×512,NEX 2。

1.3 MRI 图像分析 所有图像上传至 PACS 系统,由 2 名主治医师采用单盲法对腕管形态学参数进行测量、记录,取 2 次平均值。DWI 图像测量与分析在 GE 自带 AW4.4 工作站的 function tool 里进行。(1)腕管内容物与腕部截面面积比(carpal tunnel content/ carpal tunnel area, CTC/CTA):轴位 T₁WI 上手动勾画整个腕管及相应腕部截面边界,得到感兴趣区(region of interest,ROI)面积,两者比值即为 CTC/CTA;(2)正中神经膨胀率(middle nerve swelling rate, MNSR):轴位 T₂WI 上手动勾画出正中神经在豆骨及下尺桡关节层面轮廓,得到相应 ROI 截面积(cross-sectional area, CSA), $MNSR=CSA_{\text{豆骨}}/CSA_{\text{下尺桡关节}}$;(3)正中神经扁平率(median nerve flattening rate, MNFR):轴位 T₂WI 上手动勾画出正中神经在钩状骨钩突层面的轮廓,测量其长径与短径(length, L), $MNFR=L_{\text{长轴}}/L_{\text{短轴}}$;(4)腕横韧带(transverse carpal ligament, TCL)掌弓率(palmar bowing rate, PBR):轴位 T₂WI(钩状骨钩突层面),连接 TCL 钩突与大多角骨端得到 TCL 跨度,自 TCL 弧形顶点向 TCL 跨度做垂线得到 TCL 弓度, $PBR=TCL_{\text{弓度}}/TCL_{\text{跨度}}$;(5)T₂WI 信号:压脂轴位 T₂WI 上观察正中神经与肌肉信号差别,信号相仿为等信号,正中神经较肌肉信号增高为高信号、较肌肉信号明显增高接近液性信号为明显高信号;(6)表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC):利用 AW 4.4 自带 function tool 将轴位 DWI 图像自动计算生成 ADC 图,手动勾画正中神经边界,得到 ROI 的 ADC 值(单位:×10⁻³ mm²/s)。

1.4 统计学处理 采用 STATA 12.0 软件对数据进行处理。计量资料满足正态分布,采用非配对 *t* 检验;反之,采用非配对非参数检验(Mann-Whitney 检验);计数资料采用 Fisher 确切概率法。双侧检验,检验水准(α)为 0.05。

2 结果

2.1 一般资料的比较 CTS 组总计 9 例(11 个腕关节),其中女性 5 例(7 个腕关节),男性 4 例(4 个腕关节);左腕关节 5 个,右腕关节 6 个;重度 CTS 患者 5 例(6 个腕关节),中度 4 例(5 个腕关节)。年龄 23~56 岁,中位年龄 49 岁。病程 8 个月~3 年,平均 13 个月。9 例(11 个腕关节)均接受了小切口 TCL 切开,正中神经松解术。对照组总计 14 例(14 个腕关节),其中女性 7 例(7 个腕关节),男性 7 例(7 个腕关节),左、右侧腕关节各 7 个;年龄 21~51 岁,中位年龄 39 岁。

2.2 特发性 CTS 的 MRI 形态学改变 结果(表 1)表明:CTS 组 CTC/CTA 在下尺桡关节远端层面、豆骨层面、钩状骨钩突层面及掌骨基底部层面的中位数与对照组差异无统计学意义。CTS 组 MNSR 与对照组差异有统计学意义($P=0.00$)。CTS 组 MNFR 与对照组差异有统计学意义($P=0.01$)。CTS 组 PBR 在钩状骨钩突层面的中位数与对照组差异有统计学意义($P=0.00$)。典型患者 MRI 影像学表现见图 1。

2.3 特发性 CTS 的 MRI-DWI 参数的改变 CTS 组正中神经在不同层面 T₂WI 信号均有不同程度增高(100%,11/11),重度增高 6 腕,中度增高 4 腕,轻度增高 1 腕;对照组轻度增高 5 腕(35.7%,5/14),余 9 腕无明显增高。两组间差异有统计学意义($P=0.00$,表 1)。

2.4 不同程度特发性 CTS 的 MRI 表现 结果(表 2)表明:在钩状骨钩突层面,重度 CTS 组 ADC 值较中度 CTS 组明显增大($P=0.00$)。重度 CTS 组 MNSR、MNFR 及 PBR 与中度 CTS 组差异均无统计学意义。

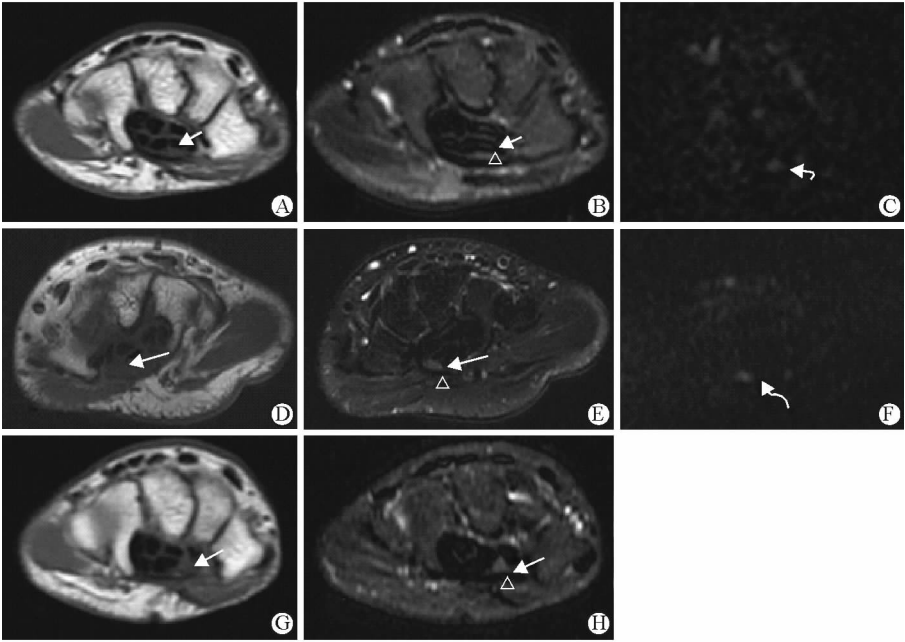


图 1 特发性 CTS 患者典型 MRI 表现

A,B,C:1 例重度 CTS 患者腕关节 MRI(钩状骨钩突水平);D,E,F:1 例中度 CTS 患者腕关节 MRI(相同层面);G,H:1 例正常对照腕关节 MRI(相同层面)。A:T₁WI 清晰显示出腕管解剖结构,正中神经(箭头)明显扁平;B:T₂WI 显示正中神经(箭头)信号明显增高,腕横韧带(三角)增厚,并向掌侧弓起;C:DWI 显示正中神经(箭头)信号明显增高;D:T₁WI 显示正中神经(箭头)稍变扁;E:T₂WI 显示正中神经(箭头)信号增强,腕横韧带(三角)掌弓;F:DWI 显示正中神经(箭头)信号增高;G:T₁WI 显示正中神经(箭头)呈圆形,无明显变扁;H:T₂WI 显示正中神经(箭头)信号稍增高,腕横韧带(三角)浅平

表 1 CTS 组与对照组 MRI 量化参数的比较

组 别	CTC/CTA				MNSR	MNFR	PBR	T ₂ WI/%
	下尺桡水平	豆骨水平	钩骨水平	掌骨基底部水平				
CTS 组	0.087	0.085	0.069	0.060	2.57±0.18	2.78±0.31	0.15	100
对照组	0.089	0.096	0.074	0.074	1.58±0.10	1.81±0.19	0.11	35.7
P 值	0.630	0.150	0.080	0.240	0.000	0.010	0.000	0.000

CTC/CTA:腕管内容物与腕部截面积比;MNSR:正中神经膨胀率;MNFR:正中神经扁平率;PBR:掌弓率(钩状骨钩突层面)

表 2 中度、重度 CTS 组 MRI 量化参数的比较

组 别	MNSR	MNFR	PBR	ADC(×10 ⁻³ mm ² /s)
中度 CTS 组	2.40	2.56	0.16	1.79
重度 CTS 组	2.56	2.90	0.14	3.86
P 值	0.71	0.52	0.57	0.00

MNSR:正中神经膨胀率;MNFR:正中神经扁平率;;PBR:掌弓率;ADC:表观弥散系数(钩状骨钩突层面)

3 讨 论

CTS 的病理基础为各种原因造成腕管内压升高,如滑膜水肿、TCL 增厚等,使得正中神经受压、缺血缺氧、水肿,早期以脱髓鞘改变为主,晚期出现轴突变性(即 Wallerian 变性)^[4]。其 MRI 表现主要包括形态学改变及功能学改变。形态学改变:(1)

正中神经腕管段明显增粗,尤以豆骨及桡骨远端水平为著。MNSR 是反映其肿胀的量化指标,本研究中 CTS 组 MNSR 为 2.57,同文献^[5]报道的 2.4 相仿,反映了 CTS 患者正中神经较正常人群存在明显水肿。(2)正中神经腕管段明显变扁,尤以钩状骨水平为著。MNFR 是反映正中神经腕管段变扁的量化指标。文献^[5]报道 CTS 的 MNFR 为 3.8;而本研究 CTS 组 MNFR 为 2.78,可能与病例数较少、患者检查过程中手掌未完全展开有关。但总体正中神经腕管段较正常对照组变扁平,可能与 TCL 形态学改变所致。(3)TCL 掌弓明显,尤以钩状骨水平为著。本研究 CTS 组 PBR 为 0.15,较对照组明显增高,同文献^[6]报道相仿。(4)腕管容量增加。既往对 CTS 时腕管容量是否增加有争议,有研究^[7]报

道 CTS 女性患者腕管容量较正常人群增加。此外, Sassi 等^[8]通过对比男、女性的腕管截面大小发现: 女性腕管平均截面积较男性小。这为 CTS 好发于女性提供了理论依据。但也有研究^[9]发现女性 CTS 患者腕管与正常人群无明显差异。虽然本研究未去除可能的混杂因素, 如性别、年龄、体质量、身高等, 但发现与正常人群相比, CTS 患者腕管容量并未增加。

CTS 功能学改变主要通过 T_2 WI 及弥散加权 MRI 体现, 具体如下: (1) 正中神经腕管段 T_2 WI 信号增高, 反映了腕管正中神经存在缺血、缺氧所致的水肿。(2) 既往有关 CTS 的弥散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI) 研究^[10-11]发现, CTS 患者正中神经的各向异性 (fractional anisotropy, FA) 值明显减低, 而对于 ADC 值的改变却存有争议。大部分研究^[10-12]提示, CTS 患者平均 ADC 值升高。也有研究^[12]发现, CTS 患者正中神经的 ADC 值较正常人无明显差异。本研究发现, CTS 患者正中神经 ADC 值增加, 与荟萃分析的研究^[13]结果一致, 提示 CTS 时正中神经的脱髓鞘及轴突的变性使得水分子自由扩散受限明显减轻。

本研究通过对中度、重度 CTS 相关形态学及弥散加权 MRI 量化指标进行比较发现, 重度 CTS 的 ADC 值明显增高, 提示正中神经的 ADC 值可反映脱髓鞘及轴突变性的严重程度; 而形态学相关指标 (MNSR、MNFR、PBR) 在中度、重度 CTS 患者间无差异, 说明形态学改变所致的功能学改变更能反映正中神经的卡压程度。因此, 临床工作中, 除了要对 CTS 的腕管 MRI 形态学改变进行观察外, 也要对 ADC 值进行测量, 以对其严重程度作出进一步评估。

本研究存在的局限性: (1) 入组病例数相对较少, 可能存在选择偏倚, 后续需要增加病例, 进一步对其 MRI 的形态与功能改变进行观察。(2) 实验组与对照组未进行年龄与性别配对, 可能导致混杂偏倚。如形态学 MRI 的一些量化指标可能会受性别的影响, 但目前尚缺乏权威的循证医学证据。功能 MRI 的 FA 值受到年龄影响, 但 ADC 值不受影响。(3) 未对 CTS 松解术后的病例进行随访, 无法观察到形态学与功能学相关指标的变化情况。

综上所述, 特发性 CTS 正中神经明显肿胀、扁平, TCL 钩状骨水平明显掌弓, T_2 WI 信号及 ADC

值明显升高; ADC 值有助于对 CTS 的严重程度进行评估。

参考文献

- [1] CHAMMAS M, BORETTO J, BURMANN L M, et al. Carpal tunnel syndrome-Part I (anatomy, physiology, etiology and diagnosis)[J]. *Rev Bras Ortop*, 2014, 49(5): 429-436.
- [2] MICHELSEN H, POSNER M A. Medical history of carpal tunnel syndrome[J]. *Hand Clin*, 2002, 18(2): 257-268.
- [3] 顾玉东. 重视对腕管综合征的诊治[J]. *中国矫形外科杂志*, 2005, 13(5): 325-326.
- [4] MESGARZADEH M, SCHNECK C D, BONAKDARPOUR A. Carpal tunnel: MR imaging. Part I. Normal anatomy[J]. *Radiology*, 1989, 171(3): 743-748.
- [5] MESGARZADEH M, SCHNECK C D, BONAKDARPOUR A, et al. Carpal tunnel: MR imaging. Part II. Carpal tunnel syndrome[J]. *Radiology*, 1989, 171(3): 749-754.
- [6] 王 嵩, 冯晓源, 沈天真, 等. 腕管综合征的 MRI 诊断[J]. *中国医学计算机成像杂志*, 1997, 3(2): 111-113.
- [7] OGE H K, ACU B, GUCER T, et al. Quantitative MRI analysis of idiopathic carpal tunnel syndrome [J]. *Turk Neurosurg*, 2012, 22(6): 763-768.
- [8] SASSI S A, GIDDINS G. Gender differences in carpal tunnel relative cross-sectional area: a possible causative factor in idiopathic carpal tunnel syndrome[J]. *J Hand Surg Eur Vol*, 2016, 41(6): 638-642.
- [9] PIERRE-JEROME C, BEKKELUND S I, MELLGREN S I, et al. Quantitative MRI and electrophysiology of preoperative carpal tunnel syndrome in a female population [J]. *Ergonomics*, 1997, 40(6): 642-649.
- [10] 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.
- [11] WANG C K, JOU I M, HUANG H W, et al. Carpal tunnel syndrome assessed with diffusion tensor imaging: comparison with electrophysiological studies of patients and healthy volunteers[J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(11): 3378-3383.
- [12] BRIENZA M, PUJIA F, COLAIACOMO M C, et al. 3T diffusion tensor imaging and electroneurography of peripheral nerve: a morphofunctional analysis in carpal tunnel syndrome [J]. *J Neuroradiol*, 2014, 41(2): 124-130.
- [13] BARCELO C, FARUCH M, LAPEGUE F, et al. 3-T MRI with diffusion tensor imaging and tractography of the median nerve[J]. *Eur Radiol*, 2013, 23(11): 3124-3130.

[本文编辑] 叶 婷, 贾泽军