

## • 骨骼肌肉影像学 •

## MRI 诊断肘管综合征的影像与临床应用研究

胡倩倩, 刘超, 邹月芬

**【摘要】 目的:**探讨 MRI 对肘管综合征的影像及临床应用价值。**方法:**对 18 例肘管综合征患者和 20 例健康成年人行肘部 3.0T MR 横轴面、冠状面及矢状面扫描,扫描序列包括 SE T<sub>1</sub>WI、脂肪抑制 SE T<sub>2</sub>WI 和脂肪抑制 SE PDWI。对比分析患者组和对照组中肘部尺神经的信号及形态特点。**结果:**患者组和对照组中尺神经的横截面积分别为  $(0.17 \pm 0.08)$  和  $(0.07 \pm 0.01) \text{cm}^2$ ,两组间差异有统计学意义 ( $P < 0.001$ );两组中尺神经/肌肉信号强度比分别为  $2.82 \pm 1.41$  和  $1.56 \pm 0.38$ ,两组间差异有统计学意义 ( $P = 0.002$ )。18 例肘管综合征患者中有 13 例行肘管内尺神经减压术,5 例行保守治疗。**结论:**MRI 可显示肘管综合征患者肘部尺神经的变化,是一种能较好地评估肘管综合征的检查方法。

**【关键词】** 磁共振成像; 肘管综合征; 尺神经

**【中图分类号】** R445.2; R747.9; R681.7 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)12-1286-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.12.017

**The clinical application of MRI in the study of cubital tunnel syndrome** HU qian-qian, LIU Chao, ZOU yue-fen, Department of Radiology, Jiangning Hospital Affiliated to Nanjing Medical University, Nanjing 211100, China

**【Abstract】 Objective:** To explore the clinical application value of MRI for cubital tunnel syndrome. **Methods:** Eighteen patients with cubital tunnel syndrome and twenty healthy volunteers (control group) were examined by MRI in coronary, sagittal and axial position. The scan sequences were as follows: SE T<sub>1</sub>WI, SE T<sub>2</sub>WI and fat-suppression SE PDWI. Signal intensity and size of ulnar nerve in patient and normal group were measured and compared statistically. **Results:** The area of ulnar nerve in the patient and control group was  $(0.17 \pm 0.08) \text{cm}^2$  and  $(0.07 \pm 0.01) \text{cm}^2$ , there was statistically significant difference ( $P < 0.001$ ). The relative signal intensity of ulnar nerve in patient group and control group was  $(2.82 \pm 1.41)$  and  $(1.56 \pm 0.38)$ , there was statistically significant difference ( $P = 0.002$ ). Among the eighteen patients, thirteen were operated for ulnar nerve decompression, five underwent conservative treatment. **Conclusion:** MRI can show the changes of size and signal intensity of ulnar nerve in patients with ulnar neuropathy, it is an useful method in evaluating ulnar neuropathy at the elbow.

**【Key words】** Magnetic resonance imaging; Ulnar nerve; Cub-ital tunnel syndrome

肘管综合征指肘管内尺神经受压而产生的神经损伤症状,主要临床表现为尺侧手部感觉障碍及手部活动抓握无力,小鱼际肌及手内在肌肉的萎缩,形成“爪形手”<sup>[1]</sup>。经过复杂的临床病程,逐渐导致手部肌肉的萎缩及相应的手功能障碍。临床上主要依据体格检查和肌电图检查作为诊断依据<sup>[2-5]</sup>,有时很难找到肘管综合征的发病原因。

对肘管综合征的诊断缺乏直接的形态学方面的相关检查<sup>[6-8]</sup>。MRI 以较强的软组织分辨力、多平面、多参数成像等独特的优势成为研究周围神经的首选方法。MRI 能对部分肘管综合征进行定位诊断<sup>[9]</sup>,有学者在动物学实验中发现磁共振图像在一定程度上可以反映受到卡压的神经的一些电生理及病理方面的变化<sup>[10-11]</sup>。此外, MRI 还能反映由尺神经所支配的尺侧

腕屈肌及指深屈肌的去神经支配的变化情况以及有可能引起肘管综合征的尺神经周围的筋膜组织等的情况<sup>[9]</sup>。本文应用 MRI 对健康人群及肘管综合征患者的肘部尺神经的信号及形态进行观察比较,旨在探讨 MRI 在诊断肘管综合征中的临床价值。

## 材料与方法

### 1. 一般资料

回顾性分析 2010—2013 年在南京医科大学附属第一医院经临床确诊为肘管综合征的 18 例患者的病例资料,其中男 13 例,女 5 例,年龄 16~66 岁,平均 46 岁。15 例为单侧肘管综合征,3 例为双侧肘管综合征。有肘部外伤史 11 例,肘部占位 2 例,陈旧性骨折后遗留肘关节外翻畸形 2 例,全身性疾病 3 例。18 例患者均有手部尺侧感觉异常、环小指麻木、活动不灵活、无力,其中 13 例行尺神经减压术。此外,随机选择 20 例无任何肘部不适的成年健康自愿者(对照组),男 8 例,女 12 例,平均年龄 28 岁。

**作者单位:** 211100 南京,南京医科大学附属江宁医院放射科; 211100 南京,江苏省中医院(刘超); 211101 南京,江苏省人民医院(邹月芬)

**作者简介:** 胡倩倩(1987—),女,江苏盐城人,硕士研究生,住院医师,主要从事肌骨系统影像诊断工作。

**通讯作者:** 邹月芬, E-mail: zou\_yf@163.com

2. MRI 扫描方法

受检者均采用俯卧位,保持伸手过头的姿势。胸部和下颌用软垫支撑,使其保持最佳舒适状态,并在肘关节周围塞入软垫对肘关节进行固定。

使用 Siemens Magnetom Trio 3.0T MR 扫描仪和八通道膝关节线圈和表面线圈。扫描序列和参数:SE T<sub>1</sub>WI(TR 650 ms,TE 22 ms)、脂肪抑制 SE T<sub>2</sub>WI (TR 4000 ms,TE 52 ms)、脂肪抑制 SE PDWI(TR 3200 ms,TE 37 ms),层厚 3.0 mm,层间距 3.3 mm,常规行横轴面、矢状面和冠状面平扫。扫描范围包括肘关节间隙上、下至少 4 cm 层面。

3. 图像分析

磁共振图像由两位经验丰富的影像科医师对肘部尺神经大小及信号强度进行双盲测量。对每一个研究对象在横轴面 T<sub>1</sub>WI 上测量肘管内尺神经的面积,测量层面选择以下 3 个层面:肘关节间隙上方 2 cm 层面,肘关节间隙层面,肘关节间隙下方 2 cm 层面。此 3 个层面的测量值中选择面积最大值作为最终值。

为了评估肘管内尺神经的 T<sub>2</sub>WI 信号强度,在尺神经信号最强的层面勾画 ROI,并测量同层面正常肌肉(肱桡肌)的信号值,计算两者信号强度的比值。肱桡肌由桡神经支配,并且肱桡肌在解剖上远离尺神经<sup>[12-13]</sup>。在横轴面压脂 T<sub>2</sub>WI 上(图 1)上测量尺神经的信号强度,ROI 面积超过尺神经面积的 1/2,取中心位置,并使尺神经 ROI 与肱桡肌 ROI 面积相同,计算尺神经信号强度与肱桡肌信号强度比

值。

4. 数据分析

使用 SPSS 16.0 软件进行统计学分析,计量资料的组间比较采用两样本 *t* 检验, $P<0.05$  为差异有统计学意义。

结 果

在健康对照组的横轴面 MRI 上,在肘关节间隙上方 1~2 cm 层面上尺神经毗邻肱骨内上髁后方(图 2a~b);在肘关节间隙水平,尺神经位于尺侧腕屈肌的两头之间(图 2c~d);在肱桡关节间隙下方 1~2 cm 层面上,尺神经走行于尺侧腕屈肌与指深、浅屈肌之间(图 2d~e)。

患者组中有 16 例(88%)、对照组中有 1 例(5%)可见肘管内尺神经增粗,患者组中有 15 例(83%)、对照组中有 11 例(55%),在横轴面 T<sub>2</sub>WI 压脂图像上表现为肘管内尺神经信号增高(图 2~5)。

患者组和对照组中肘管内尺神经的面积、信号强度及统计分析结果见表 1。患者组和对照组间尺神经的面积和神经-肌肉信号强度比的差异有统计学意义( $t=-5.616,P<0.001;t=-3.674,P=0.002$ )。

表 1 肘部尺神经的横截面积及神经/肌肉信号强度比

| 分组  | 例数 | 横截面积(cm <sup>2</sup> ) |             | 神经/肌肉信号强度比 |           |
|-----|----|------------------------|-------------|------------|-----------|
|     |    | 均数±标准差                 | 95%CI       | 均数±标准差     | 95%CI     |
| 对照组 | 20 | 0.07±0.01              | 0.066~0.076 | 1.56±0.38  | 1.39~1.74 |
| 病例组 | 18 | 0.17±0.08              | 0.136~0.213 | 2.82±1.41  | 2.12~3.52 |

注:CI 为置信区间。

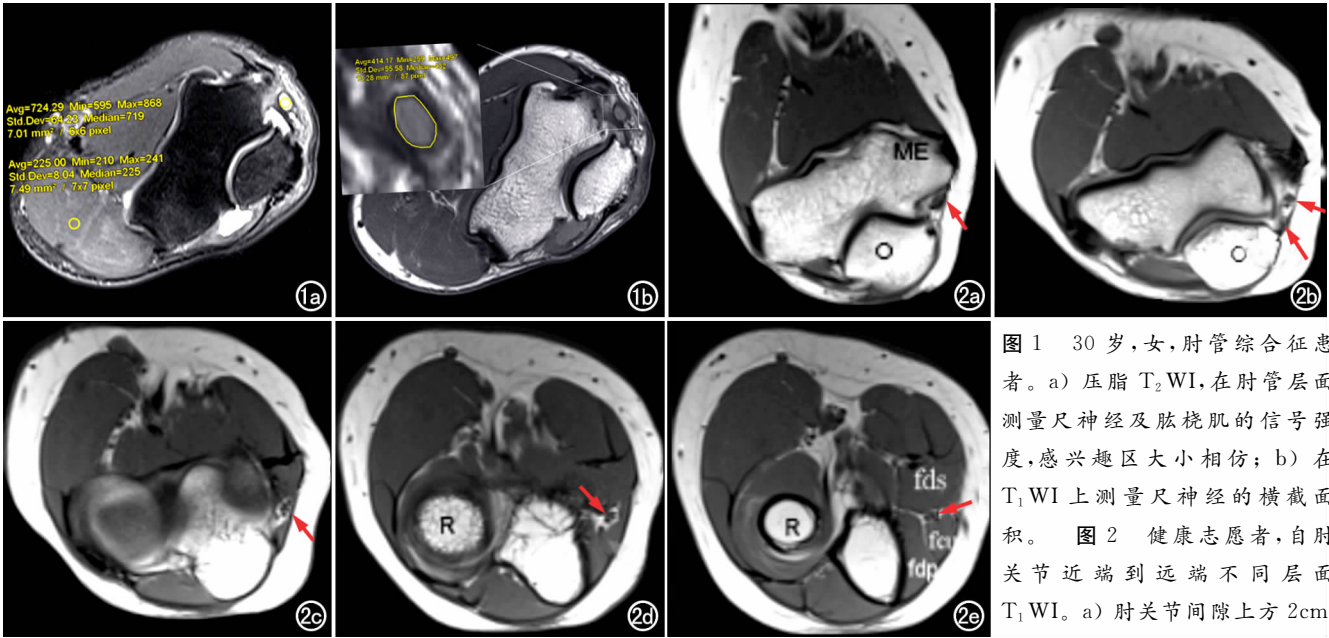


图 1 30 岁,女,肘管综合征患者。a) 压脂 T<sub>2</sub>WI,在肘管层面测量尺神经及肱桡肌的信号强度,感兴趣区大小相仿; b) 在 T<sub>1</sub>WI 上测量尺神经的横截面积。图 2 健康志愿者,自肘关节近端到远端不同层面 T<sub>1</sub>WI。a) 肘关节间隙上方 2cm

层面,尺神经位于肱骨内上髁后方(箭); b) 肘关节间隙上方约 1cm 层面,尺神经(短箭)与弓状韧带(长箭)毗邻; c) 肘关节间隙层面,显示尺神经(短箭)进入尺侧腕屈肌(长箭)的起始处; d) 肘关节间隙下方 1cm 层面,显示尺神经(箭)走行于尺侧腕屈肌的两个头之间; e) 肘关节间隙下方 2cm 层面,显示尺神经(箭)走行于尺侧腕屈肌与指深屈肌之间。

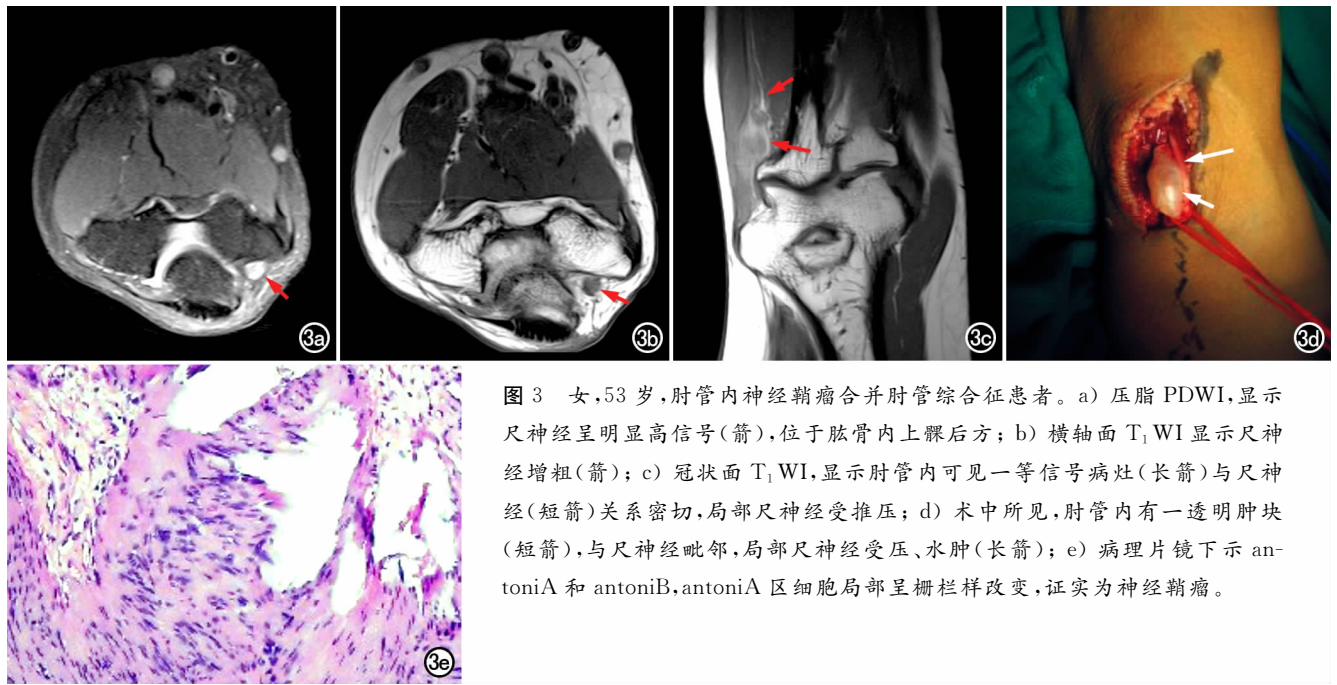


图 3 女, 53 岁, 肘管内神经鞘瘤合并肘管综合征患者。a) 压脂 PDWI, 显示尺神经呈明显高信号(箭), 位于肱骨内上髁后方; b) 横轴面  $T_1$  WI 显示尺神经增粗(箭); c) 冠状面  $T_1$  WI, 显示肘管内可见一等信号病灶(长箭)与尺神经(短箭)关系密切, 局部尺神经受推压; d) 术中所见, 肘管内有一透明肿块(短箭), 与尺神经毗邻, 局部尺神经受压、水肿(长箭); e) 病理片镜下示 antoniA 和 antoniB, antoniA 区细胞局部呈栅栏样改变, 证实为神经鞘瘤。

11 例肘管综合征患者行肌电图检查, 均显示尺神经功能障碍。电生理检查: 4 例患者出现特定部位的传导速度减慢; 1 例患者腕管内尺神经传导速度减慢; 6 例患者传导速度减慢、但未能准确定位, 其中有 3 例在 MRI 上找到了卡压点。

13 例肘管综合征患者在临床上行肘管内尺神经减压术, 术后证实 1 例为肘管内神经鞘瘤(图 3), 1 例为肘管内滑膜囊肿(图 4), 2 例为陈旧性骨折遗留畸形(图 5), 3 例为退变引起的肱骨内侧髁局部骨赘形成, 6

例为尺神经周围滑膜组织或肌肉增厚粘连。在部分患者中发现了尺神经周围肌肉信号的异常, 包括肱三头肌( $n=1$ )、指深屈肌( $n=1$ )、尺侧腕屈肌( $n=3$ )、旋后肌( $n=1$ )和肘肌( $n=1$ )。指深屈肌及尺侧腕屈肌信号的异常是与肘管内尺神经受到卡压有关。指深屈肌信号异常的患者肘管内尺神经大小为  $0.18 \text{ cm}^2$ 。指深屈肌的内、外侧分别由尺神经和桡神经所支配。其余肌肉信号的异常具有偶然性, 与肘管综合征相关性不大, 因为肱三头肌、旋后肌及肘肌是由桡神经所支



图 4 42 岁, 男, 肘管综合征。a) X 线平片, 显示左侧肘关节未见明显骨质异常; b) 肘关节间隙水平 PDWI, 显示肘管内尺神经信号增高(长箭), 周围指深屈肌信号增高(短箭); c) 肘关节间隙远端 2cm 水平 PDWI, 显示尺神经走行于肌间隙内, 局部肘管内有一囊性包块(长箭)与尺神经毗邻, 尺神经明显受压、局部变细(短箭), 周围由尺神经所支配的尺侧腕屈肌及指深屈肌水肿、信号增高。图 5 58 岁, 男, 肘管综合征。a)  $T_2$  WI 显示肘管内尺神经半脱位, 受邻近骨质推压移位至贴近皮下; b) 冠状面  $T_1$  WI, 显示尺神经周围组织间隙欠清晰, 尺神经受邻近骨质推压(箭); c) X 线正位片示右侧肱骨内侧髁陈旧性骨折, 断端稍向内侧移位。

配<sup>[12,14]</sup>。20 例健康志愿者中未发现尺神经周围肌肉组织的信号异常。

## 讨 论

尺神经为肘管内的主要结构,其紧贴尺神经沟向下穿前臂肌间隔进入前臂前区。肘管为尺神经经过肘部时自前臂的伸侧进入屈侧时经过的第 1 个骨性纤维管道。在肘关节近端,尺神经行于肱骨内上髁的后方,继通过尺侧腕屈肌两头之间下降,转至前臂掌侧面,居于尺侧腕屈肌、指深屈肌和指浅屈肌的间隙中向下走行直至腕部的掌侧面。在腕部的掌侧面尺神经行于腕尺管内,并分出浅支和深支,支配掌部小指和环指的感觉和运动功能。在肘关节下方尺神经发出的分支支配尺侧腕屈肌和指深屈肌尺侧半。尺神经主要沿着上肢的纵轴方向走行,观察肘管内尺神经以横轴面图像为最佳。横轴面 T<sub>1</sub>WI 和压脂序列 T<sub>2</sub>WI 可以作为显示肘管内尺神经的常规扫描序列,而矢状面和冠状面图像可以协助鉴别引起尺神经卡压的原因,例如骨折、外伤后畸形愈合和滑液囊肿等。尺神经在其行走的过程中有一些特定的解剖部位是临床上导致肘管综合征的卡压点,如内侧肌间隔、尺神经沟和弓状韧带等。鉴于卡压点的解剖位置,本研究中在观察正常肘部尺神经时,主要选择肘关节间隙上方 1 和 2 cm、肘关节间隙及肘关节间隙下 1 和 2 cm 处这 5 个层面,这是有充分的临床依据。在肘关节间隙下 2 cm 层面,尺神经位于尺侧腕屈肌、指深屈肌、指浅屈肌间隙内。在肘关节间隙下方 1 cm 和肘关节间隙层面,尺神经位于尺侧腕屈肌的两个头之间;若尺侧腕屈肌的两头之间的纤维腱膜增厚,肘管容积减小,尺神经受到压迫,导致肘管综合征。在肘关节间隙上方 1 和 2 cm 层面,尺神经位于肱骨内上髁与尺骨鹰嘴组成的骨性通道内,在其外侧条形低信号带为弓状韧带,若弓状韧带增厚,临床上会引起肘管综合征。部分肘管综合征患者的尺侧腕屈肌和指深屈肌信号在 MRI 上会表现出信号异常,因为这两块肌肉在肘部是由尺神经所支配的。与尺神经伴行的血管为尺侧上副动脉或尺侧返动脉后支,增强扫描能更好地显示神经束周围的解剖关系以及邻近的一些细微结构,正常的神经不强化。这点对尺神经前移术中保护其伴行血管具有重要的临床意义。肘管综合征是由于各种原因造成的尺神经在肘部受到卡压而产生的神经损伤,继而尺神经发生水肿,在 MRI 上的直接征象为形态增粗、信号增高,同时尺神经所支配的肌肉出现相应的水肿。本研究中有 1 例患者的指深屈肌及 3 例患者的尺侧腕屈肌可见强化表现,与肘管内尺神经受到卡压有关。指深屈肌信号异常的患者肘管内尺神经大小为 0.18 cm<sup>2</sup>。指深屈肌的内、外侧分别由

尺神经和桡神经所支配。其余肌肉信号的异常具有偶然性,与肘管综合征相关性不大,因为肱三头肌、旋后肌及肘肌是由桡神经所支配<sup>[13-14]</sup>。20 例健康志愿者中未发现尺神经周围肌肉组织的信号异常。因此,肘管 MRI 能提高临床肘管综合征的综合诊断水平,弥补肌电图所不能实现的对尺神经卡压点的定位诊断。

如果肘管综合征患者没有得到及时的早期诊断,将会由于神经轴突脱髓鞘改变而出现不可逆的手部相关功能障碍<sup>[15]</sup>。目前,肘管综合征的诊断主要依靠临床上的体格检查和肌电图检查,但存在一定的局限性<sup>[6-7,15-16]</sup>。国外学者对肘管内尺神经在 MRI 上的异常改变与电生理检查和手术所见的相关性进行了对照研究<sup>[17-18]</sup>,国外学者对肘管内正常尺神经的形态及信号进行了相关研究<sup>[19]</sup>。有学者对磁共振成像与肌电图检查在诊断肘管综合征方面的价值进行了比较<sup>[20-21]</sup>,得出了磁共振诊断肘管综合征的敏感性较高的结果。本文通过对健康人群及肘管综合征患者的尺神经形态及信号进行测量,并与患者的临床症状进行对照分析,结果显示 MRI 在诊断肘管综合征中有较大的临床应用价值,而且可进行病因诊断。

MRI 能显示肘部尺神经卡压患者尺神经的形态改变及 T<sub>2</sub>WI 上的信号特征,提示肘管综合征的 MRI 图像能给临床提供直接的形态学证据,有时候可以明确病因诊断,例如外伤、占位性病变或者炎性病变,这是肌电图等辅助检查所不能实现的。本研究通过对 20 例健康人和 18 例肘管综合征患者的 MRI 图像进行分析发现, MRI 还能明确尺神经具体的卡压部位,这为临床进行尺神经解压术提供了很好的术前形态学依据。

本研究结果显示,在横轴面 MRI 图像上肘管综合征患者的尺神经横截面积及信号强度较比正常对照组增大。本研究中对对照组有约一半的肘管内尺神经在压脂 T<sub>2</sub>WI 上呈高信号,这一结果与 Husarik 等<sup>[19]</sup>研究中 60%(36/60)健康志愿者的尺神经信号轻度增高的表现基本一致。笔者猜测出现这样的信号增高可能与尺神经本身出现了相关病理生理改变有关,只是在临床上未表现出任何症状,随着时间推移,这些尺神经信号增高的健康人可能会有潜在的发生肘管综合征的倾向。而且这部分受试者中尺神经信号的增高也位于肘管综合征患者尺神经发生异常改变的解剖部位<sup>[22]</sup>,例如以肱骨内上髁后方较常见。这一点提示我们,在诊断肘管综合征时肘管内尺神经大小改变显得尤为重要<sup>[23]</sup>。而且 MRI 能对肘管综合征患者作出病因方面的诊断。当临床上电生理检查不能对肘管内尺神经传导障碍进行精确定位诊断时, MRI 检查显得尤为重要。

国外有研究报道,肘管综合征患者进行磁共振增强扫描的话,肘管内尺神经可显示强化表现。那么肘管综合征患者肘部尺神经的强化是否与尺神经病理生理方面的改变有关,未来可能还需要在这方面进行更多的定性及定量研究。由于神经-血管屏障的存在,增强扫描时正常神经是不会出现强化的。一旦神经-血管屏障通透性出现异常,对比剂可渗入到异常的尺神经,在 MRI 上会出现强化表现<sup>[9]</sup>。

目前国内对肘管综合征及正常人肘部尺神经的磁共振相关报道较少,本研究将肘管综合征患者及健康人群的肘管内尺神经的大小及信号进行比较,在国内具有一定的先进性。本研究的不足之处:没有形成大样本研究,由于各种原因,没有进行增强扫描;另外这 18 例中有 5 例行保守治疗,未能得到手术证实。刘超等<sup>[24]</sup>学者运用 SPC 序列等对肘管内尺神经进行三维成像研究,如果能采用 DTI 技术来显示尺神经纤维束<sup>[25-26]</sup>,并且与尺神经的病理表现进行对照研究,相信能进一步提高 MRI 对肘管综合征的临床诊断价值。

总之,横轴面 MRI 上肘管内尺神经大小的变化及周围所支配肌肉的信号异常对诊断肘管综合征有重要意义,尤其是当临床上通过电生理检查和临床体格检查不能明确诊断时,一定程度上其可以作为评估尺神经功能的一个诊断指标。

#### 参考文献:

- [1] Pham M, Bendszus M. MRI as an additional diagnostic tool for the cubital tunnel syndrome[J]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2009, 41(1):18-22.
- [2] Bendszus M, Wessig C, Solymosi L, et al. MRI of peripheral nerve degeneration and regeneration: correlation with electrophysiology and histology[J]. *Exp Neurol*, 2004, 188(1):171-177.
- [3] 何旭,曹学成,王卫国,等. 神经电生理各项指标在肘管综合征诊断中的价值[J]. *中华手外科杂志*, 2009, 25(6):325-327.
- [4] 田东,顾雁浩,张凯莉,等. 探讨肘管综合征电生理分期的定量指标[J]. *中华手外科杂志*, 2006, 22(5):289-291.
- [5] Sautier E, Neri T, Gresta G, et al. Endoscopic neurolysis of the ulnar nerve: retrospective evaluation of the first 60 cases[J]. *J shoulder Elbow Surg*, 2017, 26(6):1037-1043.
- [6] Jillapalli D, Shefner JM. Electrodiagnosis in common mononeuropathies and plexopathies[J]. *Semin Neurol*, 2005, 25(2):196-203.
- [7] Beekman R, Schreuder A, Rozeman CA, et al. The diagnostic values of provocative clinical tests in ulnar neuropathy at the elbow is marginal[J]. *Neurol Neurosurg Psychiatr*, 2009, 80(12):1369-1374.
- [8] Beekman R, Schoemaker MC, Van Der Plas JP, et al. Diagnostic value of high-resolution sonography in ulnar neuropathy at the elbow[J]. *Neurology*, 2004, 62(5):767-773.
- [9] Andreisek G, Crook DW, Burg D, et al. Peripheral neuropathies of the median, radial, and ulnar nerves: MR imaging features[J]. *Radiographics*, 2006, 26(5):1267-1287.
- [10] Li X, Shen J, Wang X, et al. Magnetic resonance imaging evaluation of acute crush injury of rabbit sciatic nerve: correlation with histology[J]. *Can Assoc Radiol J*, 2008, 59(3):123-130.
- [11] Bendszus M, Wessig C, Solymosi L, et al. MRI of peripheral nerve degeneration and regeneration: correlation with electrophysiology and histology[J]. *Exp Neurol*, 2004, 188(1):171-177.
- [12] Sammer DM, Chung KC. Tendon transfers part II: transfers for ulnar nerve palsy and median nerve palsy[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2009, 124(3):212-221.
- [13] Sammer DM, Chung KC. Tendon transfers: part I. Principles of transfer and transfers for radial nerve palsy[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2009, 123(5):169-177.
- [14] Andreisek G, Crook DW, Burg D, et al. Peripheral neuropathies of the median, radial, and ulnar nerves: MR imaging features[J]. *Radiographics*, 2006, 26(5):1267-1287.
- [15] Shin R, Ring D. The ulnar nerve in elbow trauma[J]. *Bone Joint Surg Am*, 2007, 89(5):1108-1116.
- [16] Palmer BA, Hughes TB. Cubital tunnel syndrome[J]. *Hand Surg*, 2010, 35(1):153-163.
- [17] Vucic S, Cordato D, Yiannikas C, et al. Utility of magnetic resonance imaging in diagnosing ulnar neuropathy at the elbow[J]. *Clin Neurophysiol*, 2006, 117(3):590-595.
- [18] Britz G, Haynor D, Kuntz C, et al. Ulnar nerve entrapment at the elbow: correlation of magnetic resonance imaging, clinical, electrodiagnostic, and intraoperative findings[J]. *Neurosurgery*, 1996, 38(3):458-465.
- [19] Husarik DB, Saupe N, Pfirrmann CW, et al. Elbow nerves: MR findings in 60 asymptomatic subjects-normal anatomy, variants, and pitfalls[J]. *Radiology*, 2009, 252(1):148-156.
- [20] Vucic S, Cordato D, Yiannikas C, et al. Utility of magnetic resonance imaging in diagnosing ulnar neuropathy at the elbow[J]. *Clin Neurophysiol*, 2006, 117(3):590-596.
- [21] Britz G, Haynor D, Kuntz C, et al. Ulnar nerve entrapment at the elbow: correlation of magnetic resonance imaging, clinical, electrodiagnostic, and intraoperative findings[J]. *Neurosurg*, 1996, 38(3):458-465.
- [22] 胡倩倩,邹月芬,陈其春,等. 正常肘管内尺神经的 MR 研究[J]. *中华放射学杂志*, 2013, 47(6):1-5.
- [23] Baumer P, Dombert T, Staub F, et al. Ulnar neuropathy at the elbow: MR neurography-nerve T<sub>2</sub> signal increase and caliber[J]. *Radiology*, 2011, 260(1):199-206.
- [24] 刘超,周晋,胡倩倩,等. 肘管综合征患者尺神经及其支配肌肉 MRI 表现[J]. *中华放射学杂志*, 2014, 48(10):844-847.
- [25] 王林,徐俊峰,龚沈初,等. 两种不同磁共振线圈对肘部正常尺神经扩散张量成像的影响[J]. *放射学实践杂志*, 2016, 31(10):996-999.
- [26] 邹彩云,舒政. 扩散成像技术在周围神经病变的应用进展[J]. *放射学实践杂志*, 2016, 31(3):278-280.

(收稿日期:2017-05-04 修回日期:2017-09-11)