

# 高频超声测量腕横韧带厚度对腕管综合征的临床辅助诊断价值

徐 林<sup>1\*</sup>, 陈方民<sup>1\*</sup>, 王 蕾<sup>1</sup>, 张培训<sup>2△</sup>, 姜晓锐<sup>3△</sup>

(1. 滨州医学院烟台附属医院手足骨科, 山东烟台 264001; 2. 北京大学人民医院创伤骨科, 北京大学交通医学中心, 北京 100044; 3. 烟台毓璜顶医院手足外科, 山东烟台 264001)

**[摘要]** **目的:**评价高频超声对诊断腕管综合征(carpal tunnel syndrome, CTS)的价值及意义。**方法:**选择48例(单侧)CTS患者,用高频超声测量钩骨钩水平的腕横韧带厚度,所有病例均行腕管切开减压术,术中直视下采用游标卡尺测量钩骨钩水平的腕横韧带厚度,评价高频超声测量腕横韧带厚度的准确性。采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)分析其测定腕横韧带厚度的诊断阈值,计算敏感性与特异性,探讨超声检测CTS患者腕横韧带于豌豆骨及钩状骨位置的厚度与神经传导检测的相关性。**结果:**在钩骨钩采用超声和术中测量CTS患者的腕横韧带,分别为(0.42±0.08)cm和(0.41±0.06)cm,两者差异无统计学意义( $t=0.672$ ,  $P>0.05$ ),表明超声可准确测量腕横韧带。钩状骨水平腕横韧带厚度与神经传导取最佳截点0.385cm,灵敏度为0.775,特异度为0.788。豌豆骨水平腕横韧带厚度的最佳截点为0.315cm,灵敏度为0.950,特异度1.000。豌豆骨及钩状骨位置处腕横韧带的厚度与腕-示指感觉神经传导速度(sensory nerve conduction velocity, SCV)、腕-中指SCV均呈负相关性。**结论:**高频超声测量腕横韧带厚度协助诊断腕管综合征可能是一种有价值的方法。

**[关键词]** 超声检查;腕管综合征;韧带;关节;腕关节;诊断

**[中图分类号]** R681.7 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1671-167X(2016)02-0341-05

**doi:**10.3969/j.issn.1671-167X.2016.02.030

## Clinical auxiliary diagnosis value of high frequency ultrasonographic measurements of the thickness of transverse carpal ligaments in carpal tunnel syndrome patients

XU Lin<sup>1\*</sup>, CHEN Fang-min<sup>1\*</sup>, WANG Lei<sup>1</sup>, ZHANG Pei-xun<sup>2△</sup>, JIANG Xiao-rui<sup>3△</sup>

(1. Department of Hand and Foot Surgery, Yantai Affiliated Hospital of Binzhou Medical University, Yantai 264001, Shandong, China; 2. Department of Trauma and Orthopaedics, Peking University People's Hospital; Peking University Traffic Medicine Center, Beijing 100044, China; 3. Department of Hand and Foot Surgery, Yantai Yuhuangding Hospital, Yantai 264001, Shandong, China)

**ABSTRACT Objective:** To evaluate the meaning and value of high-frequency ultrasound in the diagnosis of carpal tunnel syndrome (CTS). **Methods:** In this study, 48 patients (unilateral hand) with CTS were analyzed. The thickness of transverse carpal ligaments at the pisiform bone was measured using high-frequency ultrasound. Open carpal tunnel release procedure was performed in the 48 CTS patients, and the thickness of transverse carpal ligaments at the hamate hook bone measured using vernier caliper under direct vision. The accuracy of thickness of transverse carpal ligaments was evaluated using high-frequency ultrasound. High-frequency ultrasound measurement of thickness of transverse carpal ligaments at the hamate hook bone and pisiform bone, and determination of the diagnostic threshold measurement index using receiver operating characteristic (ROC) curve, sensitivity and specificity were performed and the correlation between the thickness of transverse carpal ligaments and nerve conduction study (NCS) analyzed. **Results:** The thickness of transverse carpal ligaments in the CTS patients were (0.42±0.08)cm (high-frequency ultrasound) and (0.41±0.06)cm (operation) at hamate hook bone, and there was no significant difference between the two ways ( $t=0.672$ ,  $P>0.05$ ). The optimal cut-off value of the transverse carpal ligaments at hamate hook bone was 0.385cm, the sensitivity 0.775, and the specificity 0.788. The optimal cut-off value of the transverse carpal ligaments at the pisiform bone was 0.315cm, the sensitivity 0.950, and the specificity 1.000. The transverse carpal ligaments thickness and wrist-in-

**基金项目:**烟台科技发展计划(2011207,2011209)、山东自然科学基金(Y2008C18)、国家杰出青年科学基金(81301570)、国家自然科学基金(31271284)、教育部新世纪优秀人才支持计划(BMU20110270)、国家重点基础研究发展计划(973计划)(2014CB542200)资助 Supported by the Program for Yantai Science and Technology Development (2011207, 2011209), the Natural Science Foundation of Shandong (Y2008C18), the National Natural Science Foundation for Distinguished Young Scholars of China (81301570), the National Natural Science Foundation of China (31271284), the Program for New Century Excellent Talents in University (BMU20110270), the National Basic Research Program of China (973 Program) (2014CB542200)

△ Corresponding author's e-mail, zhangpeixun@126.com, jiang\_xr007@163.com

\* These authors contributed equally to this work

网络出版时间:2016-3-7 13:06:25 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4691.R.20160307.1306.008.html>

dex finger sensory nerve conduction velocity (SCV), wrist-middle finger SCV showed a negative correlation. **Conclusion:** High frequency ultrasound measurements of thickness of transverse carpal ligaments is a valuable method for the diagnosis of CTS.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Carpal tunnel syndrome; Ligaments, articular; Carpal joints; Diagnosis

腕管综合征(carpal tunnel syndrome, CTS)是最早发现,也是最常见的周围神经卡压性疾病,根据典型的临床表现和肌电电生理检测,大多数患者均可确诊。目前电生理检测是诊断 CTS 最主要的辅助检查手段,但它只能评价正中神经功能状况,不能反映其本身及周围的解剖结构改变,不利于手术操作的术前预判,另外,电生理检查神经损伤结果有时存在假阴性和假阳性。临床术中发现,所有的特发性 CTS 患者的腕横韧带均比正常人有较明显的增厚,本研究拟通过超声测量 CTS 患者组和正常人对照组的腕横韧带厚度,探讨超声测量腕横韧带厚度在诊断 CTS 中的意义,从而为量化 CTS 诊断寻找一种新的评价方法。

### 1 资料与方法

#### 1.1 研究对象

实验组:选择 2011 年 10 月至 2012 年 11 月的 48 例(单侧) CTS 患者,男 17 例,女 31 例,左侧 11 例,右侧 37 例,年龄 22 ~ 60 岁,平均 41 岁。病程时间 1 个月至 3 年,平均 18.5 个月。具备下列第 1 项或第 2 项,以及 3 ~ 7 项中任一项者临床诊断为 CTS:(1)手部正中神经支配区或全手麻木;(2)手部疼痛或感觉减退;(3)夜间或清晨麻醒或手部肿胀感;(4)麻木在活动后加重,休息或甩手后减轻,冬季比夏季重;(5)握拳无力;(6)鱼际肌萎缩;(7)Phalen 征或 Tinel 征阳性。排除标准:已行腕管内注射治疗或手术治疗的 CTS 患者,引起手部症状的其他疾患(如外伤、尺神经损害、多发性神经病、脑卒中等)。术中均证实确诊 CTS。

对照组(正常人组):共 52 例,其中男 20 例,女 32 例,年龄 24 ~ 60 岁,平均 41.6 岁,所有对照组受试者均无 CTS 症状。

#### 1.2 测量仪器

本研究中主要使用的仪器有 Healthcare 型超声检查仪(GE 公司)、Nicolet-Viking IV 肌电图(美国 Nicolet 公司)、游标卡尺。

#### 1.3 超声检查

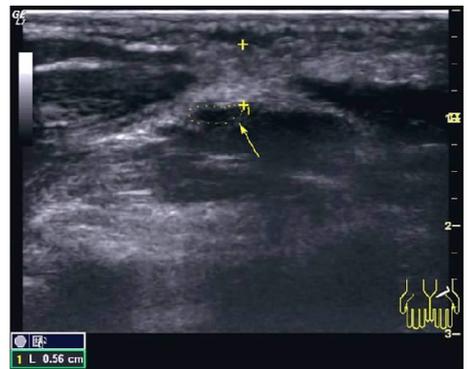
应用 GE 公司生产的 Healthcare 超声检查仪,探头频率 12 MHz,检查条件设为肌肉骨骼。进行 B 超检查时,两组受试者取坐位,前臂、腕、手掌均水平放置,掌心向上。先将超声探头扫描平面与手腕纵轴平行,对腕管及正中神经进行纵向扫描,大体观察腕

管内正中神经的位置、走向,神经直径的变化情况,然后将超声探头扫描平面与手腕纵轴垂直,对腕管进行横向扫描。

豌豆骨水平(腕管入口)的确定:腕掌侧面腕远横纹以远 0.5 cm,与向环小指指蹼纵轴延长线交点处为豌豆骨,用手指均可直接接触。钩骨钩水平(腕管出口)的确定:豌豆骨下外侧 1 cm 处相当于环指尺侧缘延长线处为钩骨钩。分别测量两水平腕横韧带的厚度并记录(图 1)。

#### 1.4 手术方法

所有病例均行腕管切开减压,术中直视下采用游标卡尺测量钩骨钩水平腕横韧带厚度,精确到 0.02 cm(图 2)。



CTS, carpal tunnel syndrome.

图 1 B 超测量 CTS 组钩骨钩水平腕横韧带的厚度约为 0.56 cm, 箭头所指为正中神经严重受压变扁

Figure 1 The thickness of the transverse ligament of the hamate hook horizontal wrist of CTS group was about 0.56 cm by high-frequency ultrasound, the arrow pointed to the flat part of median nerve under serious pressure



CTS, carpal tunnel syndrome.

图 2 术中直接测量 CTS 组钩骨钩水平腕横韧带的厚度,箭头 ①和②之间的距离为 0.45 cm,箭头③所指为神经明显压迹

Figure 2 Direct measurement of the distance between the arrow ① and ② was about 0.45 cm in the surgery of the thickness of the transverse ligament of the hamate hook horizontal wrist of CTS group, the arrow ③ pointed to the obviously nerve pressure trace

## 1.5 肌电图检测

所有病例均采用 Nicolet-Viking IV 肌电图检测位于豌豆骨及钩状骨位置腕横韧带的厚度,并予以记录。采用表面电极进行神经传导检测,分别于腕管位置刺激正中神经和尺神经。主要检测指标为逆向法测量腕部至示、中指的感觉神经传导速度(sensory nerve conduction velocity, SCV)。

所有病例的高频超声检测与电生理检查均在3天内完成,检查医师均为同一人。

## 1.6 统计学分析

采用 SPSS 18.0 软件对结果进行统计分析,采用  $t$  检验、受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)、Pearson 相关性分析的方法,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 超声测量与实体测量腕横韧带厚度的比较

表1 CTS组与正常对照组腕横韧带厚度超声检测的比较

Table 1 The comparison of the ultrasound indicators between CTS group and control group

| Group         | Pisiform bone /cm, $\bar{x} \pm s$ | Hamate hook bone /cm, $\bar{x} \pm s$ | $t$     | $P$         |
|---------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------|-------------|
| CTS group     | 0.38 ± 0.05                        | 0.42 ± 0.08                           | -2.050  | $P = 0.044$ |
| Control group | 0.23 ± 0.04                        | 0.35 ± 0.10                           | -10.159 | $P = 0.000$ |
| $t$           | 15.482                             | 5.430                                 |         |             |
| $P$           | 0.000                              | 0.000                                 |         |             |

CTS, carpal tunnel syndrome.

### 2.3 CTS组豌豆骨水平腕横韧带厚度的ROC曲线分析

图3显示,ROC曲线下面积为0.979,与机会下面积比较差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),诊断效果佳。当该方法测量值为0.315 cm时,其灵敏度和特异度之和的值最大,说明此点为该方法的诊断界点。以0.315 cm为诊断界点计算出该方法的灵敏度为0.950,特异度为1.000,说明该方法的诊断效果较为理想。

### 2.4 CTS组钩骨钩水平腕横韧带厚度的ROC曲线分析

图4显示,ROC曲线下面积为0.819,与机会下面积比较差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),诊断效果较好。当该方法测量值为0.385 cm时,其灵敏度和特异度之和的值最大,说明此点为该方法的诊断界点。以0.385 cm为诊断界点计算出该方法的灵敏度为0.775,特异度为0.788,说明该方法的诊断效果较好。

### 2.5 高频超声检测 CTS 腕横韧带厚度与电生理检

采用样本均数与总体均数比较的方法在两种模式下测量,各数据间的方差齐。CTS组在超声检测和术中测量腕横韧带的厚度分别为(0.42 ± 0.08) cm和(0.41 ± 0.06) cm ( $t = 0.672, P = 0.503 > 0.05$ ),说明在两种条件下测量腕横韧带厚度相近,两者间差异无统计学意义,表明超声可准确测量腕横韧带。

### 2.2 CTS组与对照组腕横韧带厚度超声检测的比较

采用样本均数与总体均数比较的方法对两组在豌豆骨水平及钩骨水平的腕横韧带厚度进行比较,各数据间的方差齐。由表1可见,CTS组在豌豆骨水平为(0.38 ± 0.05) cm,在钩骨钩水平为(0.42 ± 0.08) cm,正常对照组在豌豆骨水平为(0.23 ± 0.04) cm,在钩骨钩水平为(0.35 ± 0.10) cm。CTS组腕横韧带厚度在豌豆骨水平和钩骨钩水平均明显大于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。

### 测的相关性

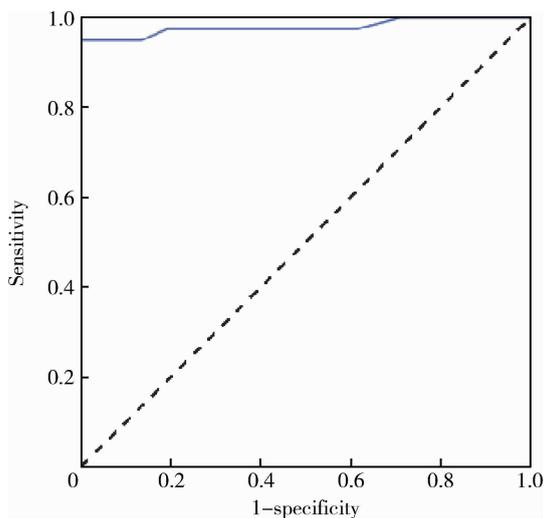
2.5.1 CTS组豌豆骨水平腕横韧带厚度超声测量值与腕-示指SCV、腕-环指SCV的相关性 Pearson相关性分析显示,CTS组豌豆骨水平测量值与腕-示指SCV相关系数为 $r = -0.487, P < 0.01$ ,两指标间呈负相关;与腕-环指SCV相关系数为 $r = -0.635, P < 0.01$ ,两指标间也呈负相关。

2.5.2 CTS组钩骨钩水平腕横韧带厚度超声测量值与腕-示指SCV、腕-环指SCV的相关性 Pearson相关性分析显示,CTS组钩骨钩水平测量值与腕-示指SCV相关系数为 $r = -0.453, P < 0.01$ ,两指标间呈负相关;与腕-环指SCV相关系数为 $r = -0.588, P < 0.01$ ,两指标间也呈负相关。

## 3 讨论

CTS是手部存在疼痛、麻木、麻刺感症状的疾病<sup>[1-2]</sup>,发病率较高,可达2.7%~16%<sup>[3-5]</sup>,传统的电生理检测仍是诊断CTS的“金标准”<sup>[6]</sup>。然而,1991年美国神经病学学会质量标准委员会认为采

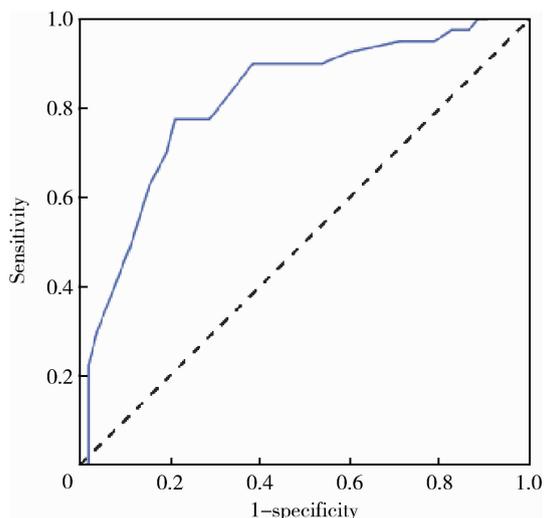
用电生理检测 CTS 存在一些缺陷,且只能评价正中神经功能状况,不能从图像上反映其周围的解剖毗邻,诊断 CTS 的敏感性和特异性仅分别为 70% 和 82%<sup>[7]</sup>。而且,外科医生也希望在术前了解正中神经的局部解剖关系以便于手术操作。在此后的几年中,关于电生理诊断 CTS 的研究日趋减少,而对 CTS 的影像学诊断研究越来越多<sup>[8-9]</sup>。



CTS, carpal tunnel syndrome; ROC, receiver operating characteristic.

图 3 CTS 组豌豆骨水平腕横韧带厚度的 ROC 曲线分析

Figure 3 ROC curve analysis of the transverse carpal ligaments at the pisiform bone of CTS group



CTS, carpal tunnel syndrome; ROC, receiver operating characteristic.

图 4 CTS 组钩骨钩水平腕横韧带厚度的 ROC 曲线分析

Figure 4 ROC curve analysis of the transverse carpal ligaments at the hamate hook bone of CTS group

MRI、CT 对软组织的显示十分清楚,但耗时、昂贵,不宜广泛应用,而超声对软组织的显示效果也较佳,且无创、省时、价廉。自 Buchberger 等<sup>[10]</sup>首次描述了 CTS 患者超声测定的三联征——正中神经横

截面积 (cross-sectional area, CSA)、膨胀率 (swelling ratio, SR) 和扁平率 (flattening ratio, FR) 增大以来,人们对此进行了不少研究,证实了超声诊断 CTS 的价值<sup>[11]</sup>。我们在临床手术中也发现绝大多数特发性 CTS 患者的腕横韧带均有较明显增厚,只有少数有明确的解剖病因 (如腕管内腱鞘囊肿、骨折、重症滑膜炎等) 的患者腕横韧带厚度正常,为此,我们通过超声测量腕横韧带厚度,探讨超声在诊断 CTS 中的临床价值,为辅助诊断 CTS 提供一种新方法。

确定高频超声测量精度是评价超声应用于 CTS 诊断的前提条件。我们认为从人体实体解剖比较评价超声定量检测 CTS 患者腕横韧带厚度的准确度是最佳方法,且目前尚未见相关报道。本研究显示,CTS 组术前在钩骨钩水平超声测量腕横韧带的平均厚度与术中采用游标卡尺同水平直接测量的厚度无明显差异,且从数据仔细分析可见,大部分病例以这两种方式测量得到的厚度差异很均一,为 0.02 cm 左右。本研究对操作者及超声医师的操作技能要求较高,尤其是在实体解剖测量时,为了保证准确度,预防干扰,我们仅选择钩状骨水平测量腕横韧带厚度。本研究结果表明超声可精确测量出病变腕横韧带的厚度。

在确立高频超声可精确测量腕横韧带厚度的条件下,本研究进一步比较了 CTS 患者与正常人的腕横韧带厚度。从解剖与临床角度考虑,我们选择在豌豆骨和钩骨钩水平测量腕横韧带厚度。高频超声结果显示,CTS 组豌豆骨、钩骨钩平面的腕横韧带厚度均大于正常对照组,两组差异有统计学意义,钩骨钩平面的腕横韧带厚度增加更为显著,这与超声纵向扫描时常见钩骨钩平面正中神经压迹最明显相一致,也与术中发现正中神经在钩骨钩水平卡压最严重一致。

同步进行 ROC 曲线分析提示,采用高频超声测量腕横韧带厚度具有良好的敏感性和特异性,腕横韧带于豌豆骨水平厚度超过 0.315 cm 的时候,其灵敏度和特异度之和的值最大,说明该点为诊断界点;腕横韧带于钩状骨水平厚度超过 0.385 cm 时,其灵敏度和特异度之和的值最大,说明该点为诊断界点。本研究提示 CTS 患者的腕横韧带发生明显增厚,高频超声可以较为精确地测量腕横韧带厚度。

超声测量腕横韧带厚度对腕部正中神经卡压的定位检测也有一定帮助,可在内镜术前确定手术松解的范围,尽可能减少因手术松解不彻底而引起术后效果不佳。对治疗方式的选择也有重要意义,对于早期患者,可参考超声测量结果,按神经卡压的严

重程度酌情选择保守或手术治疗,根据腕横韧带厚度,对年轻、重度患者在切开减压的同时行腕横韧带延长重建,能减少腕管骨性结构改变、握力减弱等并发症,对青壮年体力劳动者恢复生活和工作能力尤为重要,具有重大的社会效益和经济效益。

高频超声测量腕横韧带厚度与电生理检测是否存在一定相关性?本研究结果提示,豌豆骨及钩状骨位置处腕横韧带的厚度与腕-示指 SCV、腕-中指 SCV 均呈负相关,提示我们从豌豆骨及钩状骨水平上测量腕横韧带厚度可间接反映正中神经的受压程度。

几十年来,电生理检测是诊断 CTS 最主要的辅助检查手段,它可提示正中神经损伤的严重程度,但无法提供正中神经及其周围组织的局部解剖关系。在某些情况下(如双卡、旋前圆肌卡压),肌电生理可产生混淆,另外电生理有时存在假阴性及假阳性。需要手术治疗时,外科医生希望在术前了解正中神经周围的形态结构变化。

由于超声具备无创、经济、便捷等众多优势,目前有越来越多的学者对将超声用于协助诊断 CTS 表示关注。然而,目前超声仍不能取代电生理检测这一“金标准”,其根本原因在于在超声目前的检查路径中,不能提供量化度来给出疾病严重程度。也有研究开始探索并研发软件检测神经内血管面积像素量,以此来评价 CTS 的严重度<sup>[12]</sup>。本项研究的最终目的也是采用超声技术得到量化指标并用于协助诊断 CTS,但尚需要大样本 CTS 病例,以制定病变 CTS 腕横韧带增厚的指数。

#### 参考文献

[ 1 ] Jakubowicz B, Aner M. Carpal tunnel syndrome [J]. J Pain Pal-

liat Care Pharmacother, 2010, 24(2): 162-163.

- [ 2 ] Uchiyama S, Itsubo T, Nakamura K, et al. Current concepts of carpal tunnel syndrome; pathophysiology, treatment and evaluation [J]. J Orthop Sci, 2010, 15(1): 1-13.
- [ 3 ] Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, et al. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population [J]. JAMA, 1999, 282(2): 153-158.
- [ 4 ] De Krom MC, Knipschild PG, Kester AD, et al. Carpal tunnel syndrome: prevalence in the general population [J]. J Clin Epidemiol, 1992, 45(4): 373-376.
- [ 5 ] Ferry S, Pritchard T, Keenan J, et al. Estimating the prevalence of delayed median nerve conduction in the general population [J]. Br J Rheumatol, 1998, 37(6): 630-635.
- [ 6 ] Nathan PA, Keniston RC, Meadows KD, et al. Predictive value of nerve conduction measurements at the carpal tunnel [J]. Muscle Nerve, 1993, 16(12): 1377-1382.
- [ 7 ] Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, et al. Diagnostic properties of nerve conduction tests in population-based carpal tunnel syndrome [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2003(4): 9.
- [ 8 ] Allmann KH, Horch R, Uhl M, et al. MR imaging of the carpal tunnel [J]. Eur J Radiol, 1997, 25(2): 141-145.
- [ 9 ] Buchberger W, Schon G, Strasser K. High resolution ultrasonography of the carpal tunnel [J]. J Ultrasound Med, 1991, 10(10): 531-537.
- [ 10 ] Buchberger W, Judmaier W, Birbamer G, et al. Carpal tunnel syndrome: diagnosis with high-resolution sonography [J]. AJR Am J Roentgenol, 1992, 159(4): 793-798.
- [ 11 ] Thumble TE, Diao E, Abrams RA, et al. Single-portal endoscopic carpal tunnel release compared with open release: a prospective randomized trial [J]. J Bone Joint Surg Am, 2002, 84-A(7): 1107-1115.
- [ 12 ] Ghasemi-Esfe AR, Khalilzadeh O, Vaziri-Bozorg SM, et al. Color and power Doppler US for diagnosing carpal tunnel syndrome and determining its severity: a quantitative image processing method [J]. Radiology, 2011, 261(2): 499-506.

(2014-12-09 收稿)

(本文编辑:任英慧)