

◁肌肉骨骼影像学▷

高频多普勒超声诊断肘管综合征和腕管综合征的临床价值

李丽,陈萍,杨媛,蒋娟梅,朱琰,张小路,李星

(天水市中西医结合医院超声科,甘肃天水 741020)

【摘要】目的:探讨高频多普勒超声(High-frequency Doppler ultrasound, HFU)在肘管综合征(Cubital tunnel syndrome, CuTS)和腕管综合征(Carpal tunnel syndrome, CTS)诊断和病因检测中的临床价值。方法:选择2021年1—12月在我院就诊的CTS(n=46例)、CuTS(n=41例)患者作为研究对象,所有患者均行HFU检查,观察健侧和患侧HFU检查结果、HFU诊断CuTS和CTS的临床价值、HFU预测CuTS和CTS病因与手术结果的一致性。结果:41例CuTS患者患侧尺神经卡处直径和横截面积(CSA)均低于健侧相应位置,差异有统计学意义($P<0.05$);患侧尺神经肿胀处直径、CSA、面积肿胀率、厚度肿胀率均高于健侧相应位置,差异有统计学意义($P<0.05$)。CTS患者患侧正中神经腕管入口处前后径、左右径和CSA均高于健侧相应位置,差异有统计学意义($P<0.05$)。尺神经肿胀处CSA预测CuTS的曲线下面积(AUC)最高。正中神经腕管入口处CSA预测CTS的AUC高于前后径和左右径。HFU检测CuTS病因中滑膜瘤、骨赘结缔组织增生、肿大淋巴结、关节腔滑膜炎结果与手术结果完全一致($P=0.000$),肘管中囊肿、关节腔积液与手术结果高度相关($P<0.001$)。HFU检测CTS病因与手术结果完全一致($P=0.000$)。结论:HFU在CuTS和CTS诊断和病因检测中均具有重要价值,值得临床推广应用。

【关键词】肘管综合征;腕管综合征;超声检查,多普勒,彩色

【中图分类号】 R746;R445.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1008-1062(2024)06-0434-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.06.011

Clinical application of high-frequency Doppler ultrasound in the diagnosis of cubital tunnel syndrome and carpal tunnel syndrome

LI Li, CHEN Ping, YANG Yuan, JIANG Juan-mei, ZHU Yan, ZHANG Xiao-lu, LI Xing

(Department of Ultrasound, Tianshui Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Tianshui Gansu 741020, China)

Abstract: Objective: To explore the clinical value of high-frequency Doppler ultrasound(HFU) in the diagnosis and etiological testing of cubital tunnel syndrome (CuTS) and carpal tunnel syndrome (CTS). **Methods:** Patients with CTS (n=46) and CuTS (n=41) in our hospital were enrolled from January 2021 to December 2021, and all patients performed HFU. We analyzed the HFU findings, the prediction capacity of HFU in CuTS and CTS, and the consistency between HFU and surgical findings on both healthy and affected sides. **Results:** In 41 patients with CuTS, the diameter and cross-sectional area(CSA) of ulnar nerve on the affected side were lower than those on the corresponding position of the healthy side ($P<0.05$), and the diameter, CSA, area swelling rate and thickness swelling rate of ulnar nerve on the affected side were higher than those on the corresponding position of the healthy side($P<0.05$). In 46 patients with CTS, the anterior-posterior diameter, left-right diameter, and CSA of the carpal tunnel of the median nerve on the affected side were higher than those on the corresponding position of the healthy side($P<0.05$). CSA of the ulnar nerve at the swelling position predicted the highest cut value of area under the curve(AUC). The AUC of the median nerve CSA at the entrance of carpal tunnel for predicting CTS was higher than the AUC of the anterior-posterior diameter and left-right diameter. The HFU results of synovial tumors, osteophyte connective tissue hyperplasia, enlarged lymph nodes, and synovitis in CuTS were completely consistent with the surgical findings ($P=0.000$). Cysts and joint effusions in the cubital canal had significant correlations with the surgical results ($P<0.001$). The CTS diagnosed by HFU was completely consistent with the surgical findings($P=0.000$). **Conclusion:** HFU has important value in the detection and diagnosis of CuTS and CTS, which provides an invaluable asset in clinical application.

Key words: Cubital Tunnel Syndrome; Carpal Tunnel Syndrome; Ultrasonography, Doppler, Color

神经卡压综合征是导致四肢疼痛并感觉异常和肌无力的常见原因, 上肢常见的神经卡压综合征是

肘管综合征(Cubital tunnel syndrome, CuTS)和腕管综合征(Carpal tunnel syndrome, CTS), 多发生在骨-

【收稿日期】 2023-11-05; **【修回日期】** 2023-12-18

【作者简介】 李丽(1981-), 女, 甘肃天水人, 副主任医师。E-mail: mangguo762023@163.com

【通信作者】 杨媛, 天水市中西医结合医院超声科, 741020。E-mail: 13830892003@163.com

【基金项目】 天水市科技支撑计划项目(2022-SHFZKJK-9238)。

纤维性管道或者纤维-纤维管道^[1]。目前 CuTS 和 CTS 多根据临床症状、体征和神经电生理检查进行诊断,神经电生理检查可出现失神经支配的异常电位及受压神经传导速度减慢,但神经电生理检查本身具有有创性,且无法直观显示受压神经解剖结构的损伤程度。MRI 检查成像分辨率高,可显示神经周围结构,但设备及检查费用昂贵,不利于在基层医院推广^[2]。与 MRI 检查相比,超声检查具有成本低、耗时短的优点,并可在超声引导下进行干预和预后监测^[3]。高频多普勒超声(High frequency ultrasound,HFU)在 CTS 及 CuTS 的诊断方面具有独特的优势,不仅能发现正中神经在腕管内及尺神经在肘管内的受压变细、受压两端神经的肿胀增粗、回声减低、内部神经束膜的线样回声模糊,还可提示卡压的病因学诊断^[4]。本研究探讨了 HFU 在 CuTS 和 CTS 诊断和随访中的应用价值,现将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2021 年 1—12 月在我院就诊的 CuTS、CTS 患者作为研究对象,患者存在 CuTS 或 CTS 的症状或体征;年龄 ≥ 18 岁,性别不限;患者双侧上肢发育和功能正常,本次为单侧发病,对侧功能正常,无感觉运动异常;同意行手术治疗,手术证实为 CuTS 或 CTS;对本研究知情同意并签署知情同意书。排除颈神经根炎、臂丛神经炎、胸廓出口综合征、颈椎病、脊髓肿瘤、脊髓侧束硬化症、糖尿病神经炎、颈肩部慢性肌肉劳损、肩周炎、旋前圆肌综合征、腕关节结核、类风湿性关节炎等疾病患者;外伤、骨折等引起的急性神经损伤患者;合并精神疾病或严重认知功能障碍者。共纳入患者 87 例,其中 CuTS 患者 41 例,男 20 例,女 21 例,年龄 21~53 岁,平均(38.08 \pm 9.39)岁;CTS 患者 46 例,男 22 例,女 24 例,年龄 19~54 岁,平均(39.11 \pm 10.25)岁。

1.2 HFU 检查

采用 Siemens S1000 彩超仪,高频线阵探头,频率 4~15 MHz。

1.2.1 CuTS 检查

探头横切显示尺神经短轴切面,短轴切面检查结束后,探头旋转 90°显示尺神经长轴,分别在肘管入口、肘管中、肘管出口处测量尺神经的厚度及横截面面积(CSA),用卡压近端 CSA 与卡压处神经 CSA 之比计算尺神经面积肿胀率,用卡压近端神经厚度与卡压处神经厚度之比计算尺神经厚度肿胀率,并与自身健侧相应位置处进行对比。最后与术中所见比较,计算超声诊断的灵敏度、准确度及特异性。

1.2.2 CTS 检查

探头横切放置在腕掌侧,短轴显示正中神经位于腕横韧带下方,横切面检查结束后,探头旋转 90°显示正中神经长轴,在腕管入口处测量正中神经前后径、左右径、CSA,并与健侧相应位置处正中神经前后径、左右径、CSA 进行对比。最后与术中所见比较,计算超声诊断的灵敏度、准确度及特异性。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 23.0 统计学软件包对数据进行统计学分析,计量资料表示为均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$),组间和组内比较均采用独立样本 *t* 检验;计数资料表示为百分比(*n*(%)),组间比较采用卡方检验;采用受试者工作特征(Receiver operating characteristic,ROC)曲线评估 HFU 和神经电生理检查诊断 CuTS 和 CTS 的灵敏度、特异性、阴性预测值、阳性预测值、曲线下面积(Area under the curve,AUC)和 95%CI;相关性分析采用 Spearman 相关;一致性分析采用 Kappa 分析。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CuTS 患者 HFU 检查结果

41 例 CuTS 患者患侧尺神经卡压处直径和 CSA 均低于健侧相应位置,差异有统计学意义(*P*<0.05);患侧尺神经肿胀处直径、CSA、面积肿胀率、厚度肿胀率均高于健侧相应位置,差异有统计学意义(*P*<0.05)(表 1 和图 1,2)。

表 1 CuTS 患者 HFU 检查结果

HFU 指标	健侧	患侧	<i>t</i>	<i>P</i>
卡压处直径(mm)	2.49 \pm 0.75	1.52 \pm 0.44	7.014	<0.001
卡压处 CSA(mm ²)	7.06 \pm 2.45	3.75 \pm 1.14	7.848	<0.001
肿胀处直径(mm)	2.80 \pm 0.88	5.37 \pm 1.74	8.372	<0.001
肿胀处 CSA(mm ²)	7.57 \pm 1.52	16.65 \pm 4.62	11.954	<0.001
面积肿胀率	1.27 \pm 0.22	2.67 \pm 1.14	7.709	<0.001
厚度肿胀率	1.18 \pm 0.32	2.57 \pm 0.86	9.792	<0.001

2.2 CTS 患者 HFU 检查结果

46 例 CTS 患者患侧正中神经腕管入口处前后径、左右径和 CSA 均高于健侧相应位置,差异有统计学意义(*P*<0.05)(表 2 和图 3,4)。

表 2 CTS 患者腕管入口处正中神经 HFU 检查结果

检查位置	<i>n</i>	前后径(mm)	左右径(mm)	CSA(mm ²)
健侧	46	1.52 \pm 0.55	5.37 \pm 0.70	6.68 \pm 1.75
患侧	46	3.07 \pm 0.86	6.93 \pm 1.50	15.87 \pm 4.69
<i>t</i>		10.371	6.383	12.459
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

2.3 HFU 预测 CuTS 的 ROC 曲线分析

卡压处直径、卡压处 CSA、肿胀处直径、肿胀处

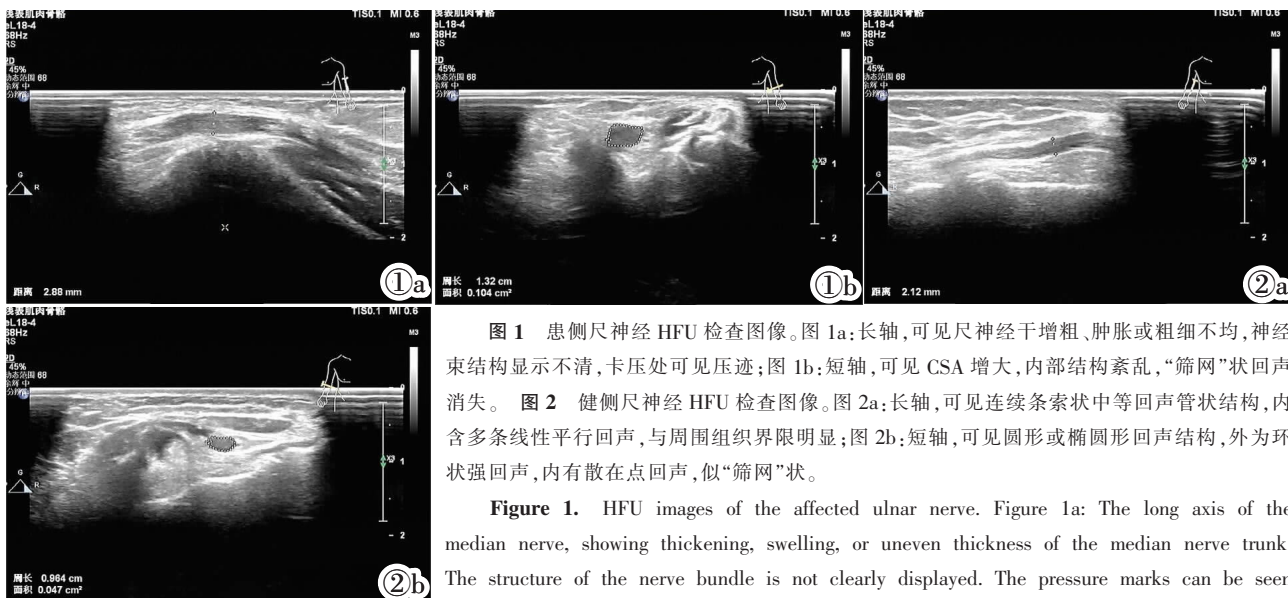


图 1 患侧尺神经 HFU 检查图像。图 1a:长轴,可见尺神经干增粗、肿胀或粗细不均,神经束结构显示不清,卡压处可见压迹;图 1b:短轴,可见 CSA 增大,内部结构紊乱,“筛网”状回声消失。**图 2** 健侧尺神经 HFU 检查图像。图 2a:长轴,可见连续条索状中等回声管状结构,内含多条线性平行回声,与周围组织界限明显;图 2b:短轴,可见圆形或椭圆形回声结构,外为环状强回声,内有散在点回声,似“筛网”状。

Figure 1. HFU images of the affected ulnar nerve. Figure 1a: The long axis of the median nerve, showing thickening, swelling, or uneven thickness of the median nerve trunk. The structure of the nerve bundle is not clearly displayed. The pressure marks can be seen

at the compression point; Figure 1b: The short axis of the median nerve, the CSA increases, the internal structure is disordered, and the sieve-like echo disappears. **Figure 2.** HFU images of the healthy ulnar nerve. Figure 2a: The long axis of the ulnar nerve, a continuous cord-like medium echogenic tubular structure can be seen, containing multiple linear parallel echoes with clear boundaries; Figure 2b: The short axis of the ulnar nerve, a circular or elliptical echogenic structure is visible. The outer ring appears enhanced echoes. There are scattered point echoes inside, resembling a sieve-like network.

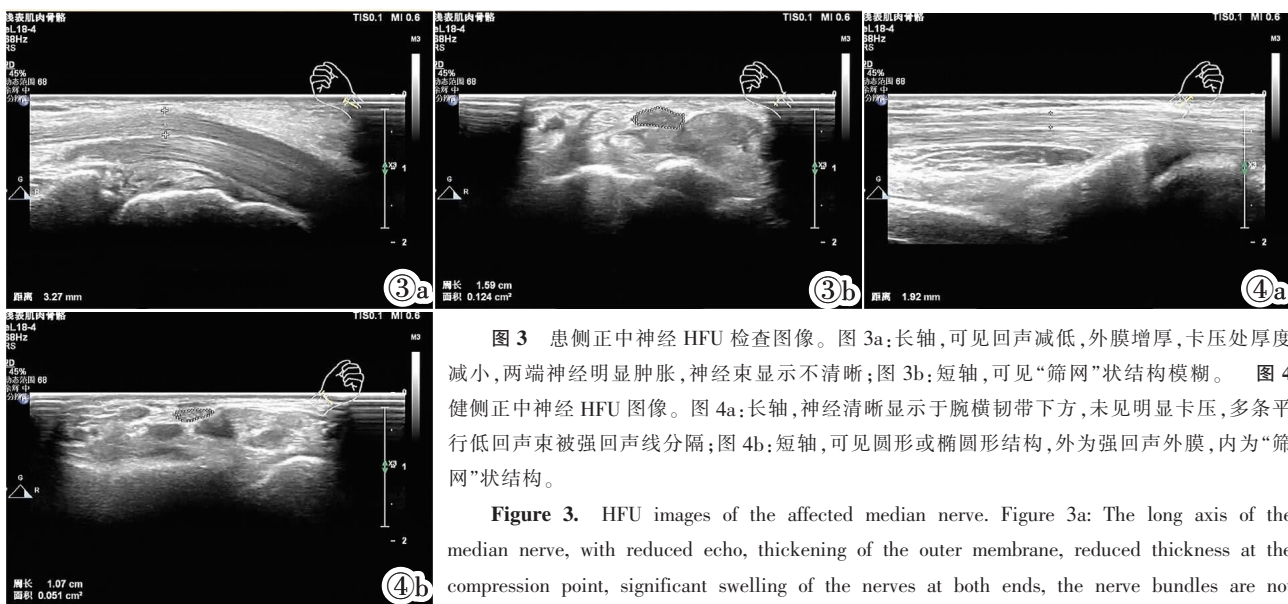


图 3 患侧正中神经 HFU 检查图像。图 3a:长轴,可见回声减低,外膜增厚,卡压处厚度减小,两端神经明显肿胀,神经束显示不清晰;图 3b:短轴,可见“筛网”状结构模糊。**图 4** 健侧正中神经 HFU 图像。图 4a:长轴,神经清晰显示于腕横韧带下方,未见明显卡压,多条平行低回声束被强回声线分隔;图 4b:短轴,可见圆形或椭圆形结构,外为强回声外膜,内为“筛网”状结构。

Figure 3. HFU images of the affected median nerve. Figure 3a: The long axis of the median nerve, with reduced echo, thickening of the outer membrane, reduced thickness at the compression point, significant swelling of the nerves at both ends, the nerve bundles are not

clearly displayed; Figure 3b: The short axis of the median nerve, showing a blurry sieve-like structure. **Figure 4.** HFU images of the healthy median nerve. Figure 4a: The long axis of the median nerve, nerves are clearly displayed below the transverse carpal ligament without obvious compression. Multiple parallel hypoechoic bundles are separated by strong echoic lines; Figure 4b: The short axis of the median nerve, a visible circular or elliptical structure, with a strong echogenic outer membrane and a sieve-like structure inside.

CSA、面积肿胀率、厚度肿胀率预测 CuTS 的灵敏度分别为 0.878、0.902、0.732、0.927、0.805、0.854, 预测 CuTS 的特异性分别为 0.787、0.829、0.976、0.976、0.976、0.951 和 1.000, 预测 CuTS 的截断值分别为 2 mm、5.1 mm²、4.1 mm、10.3 mm²、1.6 和 1.7, 预测 CuTS 的 AUC 分别为 0.877、0.896、0.916、0.968、0.844、0.928。肿胀处 CSA 预测 CuTS 的 AUC 最高 (表 3,图 5)。

2.4 HFU 预测 CTS 的 ROC 曲线分析

正中神经腕管入口处前后径、左右径、CSA 预测 CTS 的灵敏度分别为 0.804、0.696 和 0.870, 预测 CTS 的特异性分别为 0.978、0.935、0.978, 预测 CTS 的截断值分别为 2.3 mm、6.3 mm 和 9.4 mm², 预测 CTS 的 AUC 分别为 0.937、0.839 和 0.957。CSA 预测 CTS 的 AUC 高于前后径和左右径 (表 4,图 6)。

2.5 HFU 检测病因与术中所见一致性

表 3 HFU 预测 CuTS 的 ROC 曲线分析

项目	灵敏度	特异性	截断值	AUC	95%CI
卡压处直径	0.878	0.787	2 mm	0.877	0.786~0.939
卡压处 CSA	0.902	0.829	5.1 mm ²	0.896	0.808~0.952
肿胀处直径	0.732	0.976	4.1 mm	0.916	0.872~0.984
肿胀处 CSA	0.927	0.976	10.3 mm ²	0.968	0.903~0.994
面积肿胀率	0.805	0.951	1.6	0.844	0.747~0.914
厚度肿胀率	0.854	1.000	1.7	0.928	0.849~0.973

表 4 HFU 预测 CTS 的 ROC 曲线分析

项目	灵敏度	特异性	截断值	AUC	95%CI
前后径	0.804	0.978	2.3 mm	0.937	0.867~0.977
左右径	0.696	0.935	6.3 mm	0.839	0.748~0.907
CSA	0.870	0.978	9.4 mm ²	0.957	0.893~0.988

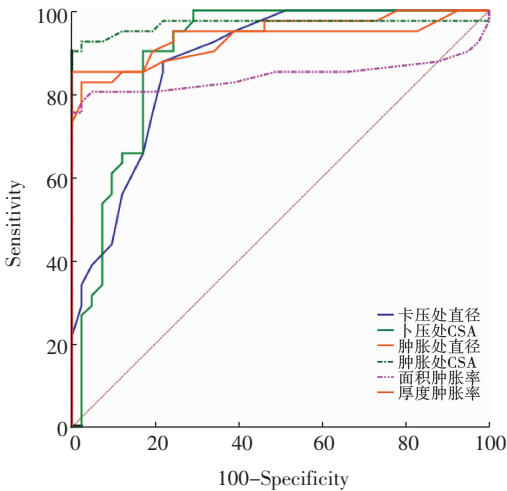


图 5 HFU 预测 CuTS 的 ROC 曲线分析。

Figure 5. The ROC curves of HFU for predicting CuTS.

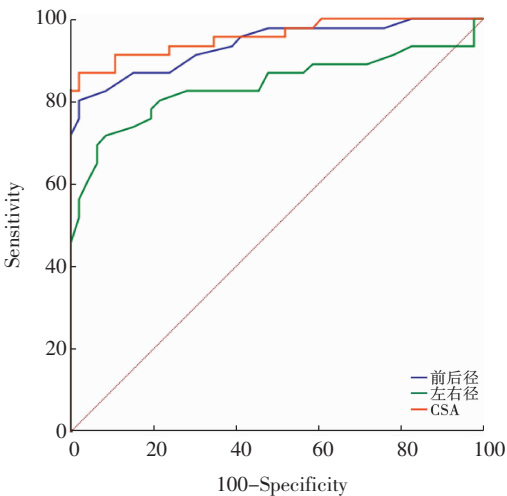


图 6 HFU 预测 CTS 的 ROC 曲线分析。

Figure 6. The ROC curves of HFU for predicting CTS.

HFU 诊断 CuTS 病因中滑膜瘤、骨赘结缔组织增生、肿大淋巴结、关节腔滑膜炎结果与手术结果完全一致($P=0.000$), 肘管中囊肿、关节腔积液与手术结果高度相关($P<0.001$)。HFU 检测 CTS 病因与

手术结果完全一致($P=0.000$)(表 5)。

表 5 HFU 检测病因与术中所见一致性(例)

病因	HFU	手术	Kappa	P	
CuTS	肘管中囊肿	8	6	0.858	<0.001
	滑膜瘤	2	2	1.000	0.000
	关节腔积液	8	8	0.858	<0.001
	骨赘结缔组织增生	16	16	1.000	0.000
	肿大淋巴结	2	2	1.000	0.000
	关节腔滑膜炎	3	3	1.000	0.000
CTS	腕管中囊肿	4	4	1.000	0.000
	永存正中动脉	1	1	1.000	0.000
	肌腱及腱鞘炎	4	4	1.000	0.000
	常长肌增厚	2	2	1.000	0.000
	脂肪瘤	2	2	1.000	0.000
	正中神经高位分叉	2	2	1.000	0.000
	腕横韧带增厚	31	31	1.000	0.000

3 讨论

周围神经在其行径中的某一部位由于某种原因造成卡压时,可致发生神经卡压综合征。CuTS 患者通常表现为感觉改变并伴有疼痛, 中重度 CuTS 表现为运动无力和手指麻木, 严重者可导致肌肉萎缩^[5]。CTS 是四肢神经卡压综合征中最常见的类型, 常与职业劳动相关, 任何引起腕管内压力增高的原因都可能使正中神经受压而缺血、缺氧, 导致正中神经功能障碍^[6]。神经电生理检查对 CTS 和 CuTS 诊断、鉴别诊断、手术适应症选择和治疗效果评估均具有重要意义, 但神经电生理检查不能明确神经损伤的部位、原因及程度。随着影像学技术的进展, MRI、HFU 等逐渐用于神经卡压综合征的诊断中。具有特定 MRI 神经造影序列的 MRI 可显示神经内节段性病变更伴有水肿和正常分支结构的破坏。HFU 可通过评估神经形态、回声、血管、活动性及周围解剖结构, 为神经卡压诊断提供参考^[7]。研究^[8]显示, MRI 较神经电生理检查更为敏感, 而 HFU 可更好的显示多灶性病变更, 较 MRI 更敏感, 特异性相似。因此, 近年

来 HFU 在 CuTS 和 CTS 等神经卡压综合征中的应用越来越广泛。

本研究探讨了 HFU 在 CuTS 和 CTS 诊断和预后监测中的价值。正常的尺神经长轴 HFU 表现为交替存在的平行低回声区和高回声带,短轴表现为“筛孔”状结构。CuTS 患者因为神经受压, HFU 观察到神经内部结构不清晰,短轴显示其内“筛网”状结构模糊或消失,长轴表现为神经卡压处变扁,近端和远端肿胀。本研究结果显示, CuTS 患者卡压处直径、卡压处 CSA 均较健侧显著降低,肿胀处直径、肿胀处 CSA 均较健侧显著升高,与既往研究一致。本研究结果显示, 预测 CuTS 的最佳 HFU 指标为肿胀处 CSA。自从 Chiou 等^[9]首先提出肿胀处 CSA 诊断 CuTS 的价值以来, 越来越多的学者肯定了尺神经肿胀处 CSA 在 CuTS 中的诊断价值。综合既往报道^[10-12], 肿胀处 CSA 预测 CuTS 的截断值为 8.3~11.2 mm², 灵敏度为 0.83~1.00, 特异性为 0.71~0.98。本研究中肿胀处 CSA 预测 CuTS 的灵敏度为 0.927, 特异性为 0.976, 截断值为 10.3 mm², 结果在既往研究报道的范围内。本研究卡压处直径和 CSA 也显示了中等偏上的预测价值(AUC 分别为 0.877 和 0.896), 但灵敏度、特异性、AUC 均低于肿胀处 CSA, 这可能与不同患者神经对卡压的敏感性存在差异有关。有学者认为尺神经 CSA 可能受患者的身高、体质量和性别等影响, 肿胀率可能提高诊断准确性。但研究^[13]显示, 面积肿胀率预测 CuTS 的灵敏度和特异性分别为 83% 和 85%, 并未显示出更高的优势, 与本研究结果相一致。

HFU 上 CTS 患者表现为正中神经外膜增厚、直径增粗和回声增强, 短轴显示“筛网”状结构消失。HFU 诊断 CTS 的观察指标包括近、中、远段腕管多个水平的直径和 CSA, 多数研究认为腕管入口处(即豌豆骨水平)的诊断意义最大, 与 MRI 测量结构相关性极好。本研究采用正中神经腕管入口处 CSA 进行研究, 结果显示, 正中神经腕管入口处 CSA 预测 CTS 的 AUC 优于前后径和左右径, 是预测 CTS 的理想指标。既往研究^[14-15]显示, 正中神经腕管入口处 CSA 预测 CTS 的灵敏度为 0.70~0.97, 特异性为 0.57~1.00, 截断值为 9.0~15.0 mm², 本研究结果与既往研究结果基本一致。除显示神经结构外, HFU 可清晰显示 CuTS 和 CTS 的病因。本研究中, CuTS 和 CTS 患者术前均经 HFU 检测病因, 结果显示, 除 CuTS 肘管中囊肿和关节腔积液外, 其余检测的 CuTS 和 CTS 病因均与手术结果完全一致。肘管中囊肿和关节腔积液出现误诊可能是因为关节腔积液中存在新鲜滑膜增生时, 声像图表现为低回声, 提示

在观察囊肿和关节腔积液时应注意观察滑膜增生的血流信号, 以减少误诊。

综上所述, HFU 在 CuTS 和 CTS 诊断和病因检测中均具有重要价值, 值得临床推广应用。

[参考文献]

- [1]张景锋, 张天, 王芮花, 等. 超声引导下肩胛上神经卡压症液压松解的疗效评估及复发因素分析 [J]. 临床超声医学杂志, 2021, 23(7): 525-529.
- [2]王瀚博, 刘瑞, 赵建民, 等. 肌骨超声结合神经电生理检查对肘管综合征术前的指导意义 [J]. 内蒙古医科大学学报, 2021, 43(5): 485-488.
- [3]赵水宁, 张粟评, 夏瑞琴, 等. 高频超声对老龄腕管综合征的诊断价值 [J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2021, 19(4): 373-377.
- [4]梅宇波, 张明亮, 张平, 等. 高频超声在腕管综合征临床分型中的价值 [J]. 实用医学杂志, 2021, 37(9): 1227-1229.
- [5]Ergen E, Ertem K, Karakaplan M, et al. Review of Anterior Submuscular Transposition of Ulnar Nerve for Cubital Tunnel Syndrome [J]. Niger J Clin Pract, 2021, 24(8): 1170-1173.
- [6]Wang D, Ma T, Hu Y, et al. Effectiveness and safety of surgical treatment of carpal tunnel syndrome via a mini-transverse incision and a bush hook versus a mid-palmar small longitudinal incision [J]. J Orthop Surg Res, 2022, 17(1): 75.
- [7]Ng AWH, Griffith JF, Ng ISH. MRI of carpal tunnel syndrome: before and after carpal tunnel release [J]. Clin Radiol, 2021, 76(12): 940.e29-940.e35.
- [8]Kerasnoudis A. Ultrasound and MRI in carpal tunnel syndrome: the dilemma of simplifying the approach to a complex disease or making complex assessments of a simple problem [J]. J Hand Surg Am, 2012, 37(10): 2200-2201.
- [9]Chiou HJ, Chou YH, Cheng SP, et al. Cubital tunnel syndrome: diagnosis by high-resolution ultrasonography [J]. J Ultrasound Med, 1998, 17(10): 643-648.
- [10]Babusiaux D, Laulan J, Bouilleau L, et al. Contribution of static and dynamic ultrasound in cubital tunnel syndrome [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2014, 100(4 Suppl): S209-S212.
- [11]Ghanei ME, Karami M, Zarezadeh A, et al. Usefulness of combination of grey-scale and color Doppler ultrasound findings in the diagnosis of ulnar nerve entrapment syndrome [J]. J Res Med Sci, 2015, 20(4): 342-345.
- [12]Chang KV, Wu WT, Han DS, et al. Ulnar Nerve Cross-Sectional Area for the Diagnosis of Cubital Tunnel Syndrome: A Meta-Analysis of Ultrasonographic Measurements [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2018, 99(4): 743-757.
- [13]Bayrak AO, Bayrak IK, Turker H, et al. Ultrasonography in patients with ulnar neuropathy at the elbow: comparison of cross-sectional area and swelling ratio with electrophysiological severity [J]. Muscle Nerve, 2010, 41(5): 661-666.
- [14]赖振汉, 杨舒萍, 沈浩霖, 等. 高频超声联合 VTIQ 诊断腕管综合征的临床应用 [J]. 中国超声医学杂志, 2019, 35(5): 422-425.
- [15]曹亚坤, 郭卫东, 师朝岭, 等. 高频超声与肌电图诊断正中神经腕管综合征的临床研究 [J]. 河北医科大学学报, 2018, 39(4): 440-443.