

声触诊组织成像诊断腕管综合征正中神经病变的价值

刘慧敏 肖雨雄 延根

摘要 **目的** 探讨声触诊组织成像量化(VTIQ)技术诊断腕管综合征(CTS)正中神经病变的临床应用价值。**方法** 选取我院40例CTS患者(67只腕关节, CTS组)和20例健康志愿者(40只腕关节, 对照组), 均行二维超声和VTIQ检查, 比较两组剪切波速度(SWV)和正中神经横截面积(CSA)的差异。应用MRI测量钩骨钩水平正中神经扁平率(MNFR), 分析SWV及CSA与MNFR的相关性; 绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析SWV、CSA及其联合应用对CTS的诊断效能, 计算曲线下面积(AUC)。**结果** CTS组SWV为 (4.20 ± 0.69) m/s, 高于对照组 (3.04 ± 0.44) m/s, 差异有统计学意义($t=-10.587, P<0.01$); CTS组正中神经CSA为 (0.125 ± 0.036) cm², 高于对照组 (0.084 ± 0.016) cm², 差异有统计学意义($t=-8.310, P<0.01$)。随机选取20例CTS患者(29只腕关节)测得MNFR为 3.17 ± 0.95 ; 相关性分析显示, CTS患者正中神经SWV和CSA与MNFR均呈正相关($r=0.538, 0.508, P=0.010, 0.016$)。ROC曲线分析结果显示, SWV和CSA联合应用诊断CTS的AUC为0.948(95%可信区间0.909~0.987), 高于两指标单独应用的AUC(均 $P<0.01$); 联合应用的诊断敏感性、特异性和准确率分别为98.0%、70.0%、87.0%。**结论** VTIQ技术诊断CTS患者正中神经病变有较好的应用价值, 可为临床治疗CTS提供参考依据。

关键词 声触诊组织成像; 腕管综合征; 正中神经; 剪切波速度; 横截面积; 扁平率

[中图分类号] R445.1; R686

[文献标识码] A

Value of virtual touch tissue image quantification in the diagnosis of median neuropathy of carpal tunnel syndrome

LIU Huimin, XIAO Yuxiong, YAN Gen

Department of Ultrasound, Yuebei People's Hospital of Shaoguan, Guangdong 512026, China

ABSTRACT **Objective** To explore the clinical application value of virtual touch tissue image quantification (VTIQ) in the diagnosis of median neuropathy of carpal tunnel syndrome (CTS). **Methods** A total of 40 CTS patients (67 wrists, CTS group) and 20 healthy volunteers (40 wrists, control group) were examined by two-dimensional ultrasound and VTIQ. The differences of shear wave velocity (SWV) and median nerve cross-sectional area (CSA) between the two groups were analyzed. MRI was used to measure the median nerve flattening rate (MNFR), and the correlation between SWV, CSA and MNFR were analyzed. The ROC curves were drawn to evaluate the diagnostic efficacy of SWV, CSA and the combined application in the diagnosis of CTS, and the area under the curve (AUC) was calculated. **Results** SWV of CTS group was (4.20 ± 0.69) m/s, which was higher than that of control group (3.04 ± 0.44) m/s, the difference was statistically significant ($t=-10.587, P<0.01$). The median nerve CSA of CTS group was (0.125 ± 0.036) cm², which was higher than that of the control group (0.084 ± 0.016) cm², the difference was statistically significant ($t=-8.310, P<0.01$). The MNFR of 20 patients (29 wrists) with CTS was 3.17 ± 0.95 . Correlation analysis showed that median nerve SWV and CSA were positively correlated with MNFR in CTS patients ($r=0.538, 0.508, P=0.010, 0.016$). ROC curve analysis showed that the AUC of SWV combined with CSA in the diagnosis of CTS was 0.948 (95% CI 0.909~0.987), which was higher than that of SWV or CSA alone (both $P<0.01$). The sensitivity, specificity and accuracy of combined application were 98.0%, 70.0% and 87.0%, respectively. **Conclusion** VTIQ technique has a high efficiency in the diagnosis of median neuropathy in patients with CTS, and it can provide reference for clinical treatment of CTS.

KEY WORDS Virtual touch tissue imaging quantification; Carpal tunnel syndrome; Median nerve; Shear wave velocity; Cross-sectional area; Flattening ratio

基金项目: 韶关市卫生计生科研项目(Y19039)

作者单位: 512026 广东省韶关市, 粤北人民医院超声诊断科(刘慧敏、肖雨雄); 厦门医学院第二附属医院放射科(延根)

腕管综合征(carpal tunnel syndrome, CTS)是腕部正中神经受压引起的疾病,会导致患者的手和手臂出现疼痛、麻木和刺痛等症状^[1]。美国手外科协会于2016年发布了CTS的最新诊疗指南^[2],推荐的诊断要点是症状、体征、问卷、电声生理检查等项目。多项研究^[3-4]证实超声和MRI在诊断CTS形态学改变方面均有较好的临床价值。声触诊组织成像量化(virtual touch tissue imaging quantification, VTIQ)技术是近年新兴的超声成像模式,可定量反映组织硬度。本研究旨在探讨 VTIQ 技术诊断 CTS 正中神经病变的临床应用价值。

资料与方法

一、研究对象

选取2018年1月至2019年10月我院收治的CTS患者40例(67只腕关节)为CTS组,男10例,女30例,年龄30~70岁,平均(50.6±9.6)岁。纳入标准:正中神经支配区域出现刺痛、疼痛、麻木等症状;神经电生理检查提示CTS。排除风湿性关节炎、痛风性关节炎、神经纤维瘤性错构瘤、家族性疾病、腕关节机械损伤病史及腕关节水平占位性病变者。另选同期健康志愿者20例(40只腕关节)为对照组,男9例,女11例,年龄27~72岁,平均(49.8±10.2)岁。两组一般资料比较差异均无统计学意义,具有可比性。本研究经我院医学伦理委员会批准,受检者及其家属均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 仪器:使用西门子 Acuson Oxana 2 彩色多普勒超声诊断仪,9L-4线阵探头,频率4~9 MHz。

2. 超声检查:受检者取坐位,上臂平放于检查床,掌心向上,指关节屈曲处于放松状态,腕部加放导声垫,探头置于导声垫,以豆状骨、舟状骨及月骨为骨性标志,于近豌豆骨水平测量正中神经横截面积(CSA),测量3次取平均值。于近豌豆骨水平定位正中神经,探头旋转90°对正中神经行矢状位检查,切换至 VTIQ 模式,利用肘部做支撑,腕部力量轻提探头,目的探头与导声垫间压力忽略不计,待探头与图像稳定后按下“update”键,获取 VTIQ 速度模式图(呈均匀绿色为图像质量良好),测量近豌豆骨水平的正中神经剪切波速度(SWV),测量3次取平均值。上述检查均由同一培训合格并具有丰富肌骨超声检查经验的医师完成。所有成像操作均符合欧洲超声医学与生物学联合会和中华医学会超声分会发布的弹性成像规范及指南^[5-6]。

3. MRI 检查:使用 GE 3.0 T 磁共振检查仪。随机

选取20例CTS患者(29只腕关节),对其腕关节行横轴位、矢状位、冠状位检查。应用参数:T1WI重复时间493 ms,回波时间9.68 ms。T2WI重复时间2583 ms,回波时间32 ms;层厚3 mm;层间距1 mm;测量钩骨钩层面正中神经扁平率(MNFR)。

三、统计学处理

应用SPSS 22.0统计软件,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较行独立样本 t 检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析SWV、CSA及其联合应用对CTS的诊断效能,曲线下面积(AUC)比较行 Z 检验。应用Spearman相关分析法分析SWV及CSA与MNFR的相关性。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、超声检查结果

1. 二维超声检查:对照组正中神经纵断面呈条索状、平行排列的结构,横断面呈类椭圆形结构,内部为低回声蜂巢状结构,外膜呈高回声;CTS组正中神经肿胀,横断面蜂巢状结构模糊(图1A),纵断面正中神经束回声减低,内条索状平行排列的神经束膜显示不清,神经外膜回声增强(图1B)。CTS组神经增粗最明显,位于近豌豆骨水平,于腕管水平可见正中神经受压(图1C)。CTS组正中神经CSA为(0.125±0.036)cm²,高于对照组(0.084±0.016)cm²,差异有统计学意义($t=-8.310, P<0.01$)。见图2。

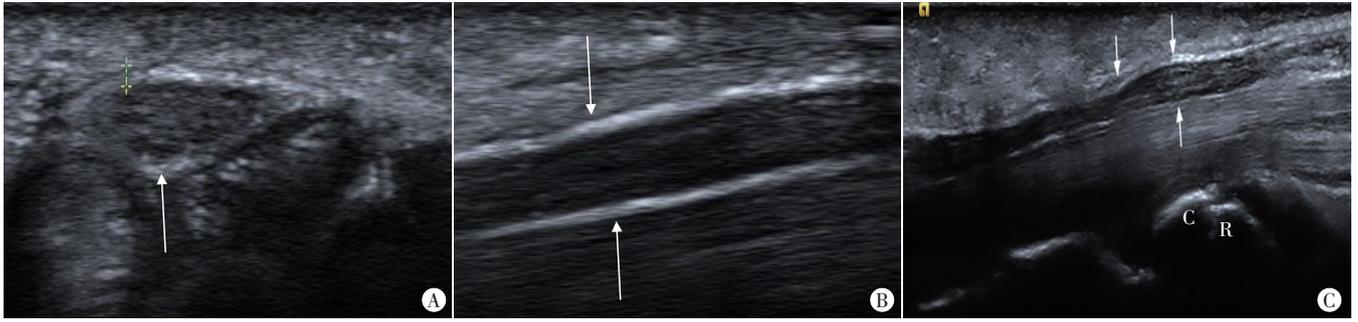
2. VTIQ 成像:对照组正中神经以绿色或蓝绿色为主(图3A),CTS组正中神经以红黄色为主(图3B)。CTS组SWV为(4.20±0.69)m/s,高于对照组(3.04±0.44)m/s,差异有统计学意义($t=-10.587, P<0.01$)。

二、相关性分析

20例CTS患者MNFR为3.17±0.95,SWV和CSA分别为(4.25±0.44)m/s、(0.134±0.035)cm²,Spearman相关分析显示,CTS患者正中神经SWV和CSA与MNFR均呈正相关($r=0.538, 0.508, P=0.010, 0.016$)。

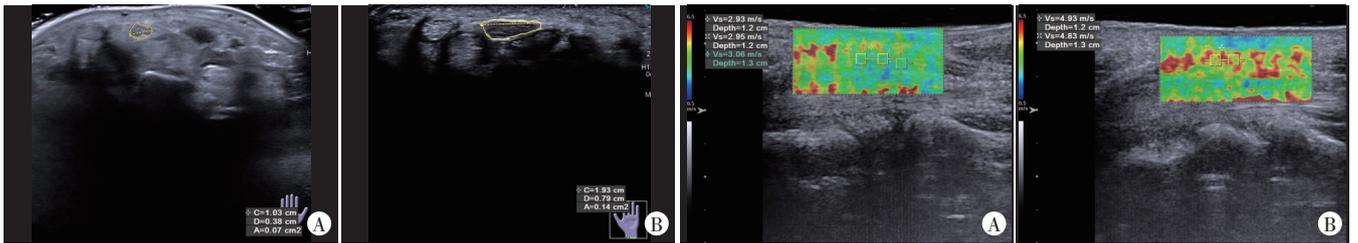
三、ROC曲线分析

ROC曲线分析结果显示,SWV诊断CTS正中神经病变的截断值为3.30 m/s, AUC为0.914(95%可信区间0.855~0.973),敏感性、特异性和准确率分别为88.1%、85.0%、86.9%;CSA诊断CTS正中神经病变的截断值为0.095 cm², AUC为0.902(95%可信区间0.843~0.961),敏感性、特异性和准确率分别为86.0%、82.5%、85.0%;两者联合应用诊断CTS正中神经病变的AUC为0.948(95%可信区间0.909~0.987),敏感性、特异性和准确



A: 箭头示正中神经横断面; B: 箭头示肿胀正中神经及增厚的神经外膜; C: 箭头示正中神经受压及增粗位置 (C: 腕骨; R: 桡骨)

图1 CTS组患者正中神经二维超声图



A: 对照组 CSA 为 0.07 cm²; B: CTS 组 CSA 为 0.14 cm²

图2 两组正中神经 CSA 声像图

A: 对照组正中神经以绿色为主, SWV 为 2.98 m/s; B: CTS 组正中神经硬度增加, SWV 为 4.88 m/s

图3 两组 VTIQ 检查图

率分别为 98.0%、70.0%、87.0%; 两者联合应用的 AUC 高于其单独应用 (均 $P < 0.01$)。见图 4。

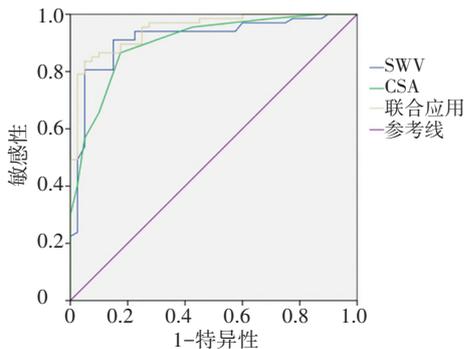


图4 SWV、CSA 及其联合应用诊断 CTS 正中神经病变的 ROC 曲线图

讨 论

腕管因其骨性纤维管道解剖结构的特殊性易造成正中神经卡压,腕关节水平正中神经卡压是临床手外科最常见的神经卡压性疾病。CT 最早用于腕关节解剖结构的成像,但因其软组织分辨率较差,临床应用受限。MRI 软组织分辨率高,可以准确显示腕管内正中神经、肌腱等结构的组织解剖学关系,目前被认为是检查腕管的最佳影像学技术,但其操作繁杂、价格昂贵,且不适用于幽闭恐惧症患者。随着超声分辨率的提高及超声新技术的发展,高频超声能清晰显示 CTS 患者正中神经形态学变化,且效果与 MRI 相当^[4]。本研究应用二维超声和 VTIQ 技术检测 CTS 患者正中

神经形态及硬度,旨在探讨其对 CTS 的临床诊断价值。

本研究结果显示 CTS 患者 SWV 高于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。CTS 组 SWV 升高提示其正中神经硬度增加,弹性减低,与以往研究^[7-8]结论一致。其病理基础是正中神经受压动脉供血不足,静脉回流受阻,淋巴细胞和巨噬细胞浸润造成神经水肿、纤维化、脱髓鞘、神经变性等病理生理改变^[9]。本研究患者多为家庭主妇、长期持鼠标者及部分手持振动设备的工作者,其病因是腕关节长时间保持极端姿势,如腕关节屈曲或伸展、重复使用屈肌和暴露于振动导致,与中风患者腕关节长期屈曲的极端姿势诱因相似。因此,CTS 组 SWV 的增加可间接反映 CTS 患者正中神经病理改变。自然状态下正常人腕管内的压力为 2~10 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)^[7]。当腕关节水平腕横韧带增厚或腕管内结构因反复机械摩擦组织成分增加,腕管内空间相对减少,腕管内压力较正常人增高^[7]。研究^[10-11]表明 CTS 患者腕管内压力值均 > 30 mm Hg,严重者甚至超过 100 mm Hg。另有研究^[12]发现腕管内 SWV 增加与腕管内压力的变化呈正相关 ($r=0.970, P < 0.001$),表明 SWV 可反映腕管内压力的变化。本研究虽未直接测量腕管内压力,但通过分析其解剖学特点和发病诱因等危险因素,认为 SWV 的增加可在一定程度上反映腕管内压力的变化。

本研究结果显示,CTS 组正中神经 CSA 较对照组

增大,差异有统计学意义($P<0.05$),提示 CTS 患者 CSA 的变化可为正中神经形态学变化提供直观的解剖学诊断依据,与既往研究^[4]结论一致。本研究 ROC 曲线分析结果显示,正中神经 SWV 诊断 CTS 的截断值为 3.30 m/s, AUC 为 0.914,敏感性、特异性和准确率分别为 88.1%、85.0%、86.9%,AUC、敏感性及特异性均高于正中神经 CSA。进一步二者联合应用诊断 CTS 的 AUC 为 0.948,敏感性、特异性和准确率分别为 98.0%、70.0%、87.0%;联合应用的 AUC 均较单一指标提高(均 $P<0.001$)。说明 CSA 与 SWV 联合应用对临床诊断 CTS 有较高价值。既往研究^[13]认为 VTIQ 诊断效能不及高频超声,分析其与本研究结果不同的原因可能是本研究行 VTIQ 检查时依据指南、规范^[5-6]及设备培训医师的指导在腕部增加了导声垫,此操作增加了正中神经与发射探头间的深度。同时利用肘关节做支撑轻提探头,将探头对腕关节的压力减少至可忽略不计,确保了 VTIQ 技术实施的稳定性。

由于高频超声对腕骨全面解剖结构识别的局限性,超声测量钩骨钩水平 MNFR 对 CTS 诊断敏感性 & 特异性均不尽人意^[14],而 MRI 可精准识别钩骨钩的位置。MRI 测量钩骨钩水平 MNFR 是诊断 CTS 较敏感的指标之一^[3]。既往研究^[15]发现 CTS 患者腕管内正中神经卡压最严重的部位是钩骨钩水平,基于 MRI 对腕管内正中神经形态学改变评估的精准性^[3],本研究以 MRI 测得的 MNFR 作为参照,分析钩骨钩水平 MNFR 与 SWV 和 CSA 的相关性,结果显示 CTS 患者正中神经 SWV 和 CSA 与 MNFR 均呈正相关($r=0.538$ 、 0.508 , $P=0.010$ 、 0.016),即随着钩骨钩水平正中神经卡压程度增加,神经硬度增加,近豌豆骨水平正中神经 CSA 增加。因此本研究 CTS 患者正中神经超声形态学及组织弹性信息评估结果与 MRI 形态学变化评估一致,表明在遵照指南及操作规范条件下获得的 SWV 和 CSA 可客观、有效地评估 CTS 患者正中神经形态及硬度变化。

综上所述,VTIQ 技术诊断 CTS 患者正中神经病变有较好的应用价值,可为临床治疗 CTS 提供参考依据。但本研究样本量较小,女性患者居多,研究对象的纳入可能存在偏倚,另外由于部分患者对 MRI 检查不耐受,本研究纳入的 MRI 检查患者样本量较少。今

后应增加样本量进一步分析。

参考文献

- [1] Wang L.Guiding treatment for carpal tunnel syndrome[J].Phys Med Rehabil Clin N Am,2018 ,29(4):751-760.
- [2] Graham B, Peljovich AE, Afra R, et al.The American Academy of Orthopaedic Surgeons Evidence-Based Clinical Practice Guideline on:Management of Carpal Tunnel Syndrome[J].Bone Joint Surg Am, 2016 ,98(20):1750-1754.
- [3] 刘川,方可薇,张莉,等.MRI 诊断腕管综合症的 Meta 分析[J].临床放射学杂志,2019,38(5):886-890.
- [4] Roomizadeh P, Eftekharsadat B, Abedini A, et al. Ultrasonographic assessment of carpal tunnel syndrome severity: a systematic review and Meta-analysis[J].Am J Phys Med Rehabil,2019,98(5):373-381.
- [5] NSäftoiu A, Gilja OH, Sidhu PS, et al.The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Elastography in Non-Hepatic Applications:Update 2018[J].Ultraschall Med,2019,40(4):425-453.
- [6] 梁萍,姜玉鑫.超声 E 成像临床应用指南[M].北京:人民卫生出版社,2018:112-114.
- [7] Aboonq MS. Pathophysiology of carpal tunnel syndrome[J].Neurosciences (Riyadh),2015,20(1):4-9.
- [8] Aslan H, Analan PD.Effects of chronic flexed wrist posture on the elasticity and cross-sectional area of the median nerve at the carpal tunnel among chronic stroke patients[J].Med Ultrason,2018,1(1):71-75.
- [9] Thatte MR, Mansukhani KA. Compressive neuropathy in the upper limb[J].Indian J Plast Surg,2011,44(2):283-297.
- [10] Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, et al. Carpal tunnel syndrome: a review of the recent literature[J].Open Orthop,2012,6(S1):69-76.
- [11] Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology[J].Clin Neurophysiol,2002,113(9):1373-1381.
- [12] Kubo K, Zhou B, Cheng YS, et al. Ultrasound elastography for carpal tunnel pressure measurement: a cadaveric validation study[J].Orthop Res,2018,36(1):477-483.
- [13] 赖振汉,杨舒萍,沈浩霖,等.高频超声联合 VTIQ 诊断腕管综合症的临床应用[J].中国超声医学杂志,2019,35(5):422-425.
- [14] Tai TW, Wu CY, Su FC, et al.Ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of diagnostic test accuracy[J].Ultrasound Med Biol,2012,38(7):1121-1128.
- [15] 彭飞,赵衡,唐德秋,等.腕管影像研究的现状及进展[J].海南医学,2016,27(13):2179-2182.

(收稿日期:2020-12-09)