

- syphilis? [J]. *Cur opin Infecti Dis*, 2012, 25(1): 79–85
- 4 Stamm LV. Syphilis: re-emergence of an old foe[J]. *Microb Cell*, 2016, 3(9): 363–370
- 5 Xu K, Chi S, Chen B, *et al*. The distribution of syphilis among inpatients in Wenzhou, China: a hospital based study[J]. *Jundishapur J Microbiol*, 2016, 9(8): e27825
- 6 林益振. TP-ELISA 和 RPR 联合检查梅毒抗体的缺陷分析与对策[J]. *中国卫生检验杂志*, 2012, 12(22): 2919–2921
- 7 李媛, 谭艳, 韩晓芳. ELISA 检测血清 HBsAg、抗-HCV、抗-TP、抗-HIV 灰区设定的探讨[J]. *国际检验医学杂志*, 2017, 38(6): 810–812
- 8 朱邦勇, 李伟, 韩燕, 等. 四种试验方法检测早期梅毒患者的结果分析[J]. *中国艾滋病性病*, 2017, 23(6): 564–566
- 9 孔海芳, 闫伯英, 杨华, 等. 三种梅毒血清学检测方法的临床评价[J]. *中国皮肤性病杂志*, 2016, 30(2): 164–166
- 10 Patriquin G, LeBlanc J, Heinsteins C, *et al*. Cross-reactivity between Lyme and syphilis screening assays: Lyme disease does not cause false-positive syphilis screens[J]. *Diagn Microbiol Infect Dis*, 2016, 84(3): 184–186
- 11 王红梅, 文正琦, 张洪斌, 等. 二期梅毒误诊为直肠癌 1 例[J]. *中国皮肤性病杂志*, 2017, 31(10): 1164
- 12 李亚利, 王大选, 郑美琴. 眼科医院患者术前梅毒抗体检测结果分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2016, 26(23): 5468–5470
- 13 朱艳萍. ELISA 检测梅毒抗体导致老年人产生假阳性的分析[J]. *中国医药指南*, 2016, 4(90–90): 91
- 14 李彦, 李振鲁, 杨雪源. 老年患者梅毒感染分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2014, 24(8): 1958–1959, 1977
- 15 吴立春, 胡凤娇. 肿瘤患者梅毒抗体检测结果的分析[J]. *国际检验医学杂志*, 2013, 7(34): 818–819
- 16 刘婷, 张振东, 邹晓锋. 梅毒螺旋体感染与宫颈癌和卵巢癌的相关性研究[J]. *中华医院感染学杂志*, 2017, 27(17): 3997–3999, 4003
- 17 周平玉. 梅毒血清固定再认识[J]. *中华皮肤科杂志*, 2017, 50(5): 379–381
- 18 Lago EG. Current perspectives on prevention of mother-to-child transmission of syphilis[J]. *Cureus*, 2016, 8(3): e525
- (收稿日期: 2018-01-20)
- (修回日期: 2018-03-05)

超声弹性成像评估 2 型糖尿病患者 胫神经病变的应用价值

滕 飞 周显礼 薛伟力 董雪迎 马 饶

摘 要 **目的** 探讨超声弹性成像评估 2 型糖尿病患者胫神经病变的应用价值。**方法** 对 2 型糖尿病伴周围神经病变患者 33 例、不伴周围神经病变患者 32 例及 29 例健康志愿者胫神经应用常规高频超声测量前后径及横截面积(cross-sectional area, CSA), 应用声触诊组织定量(virtual touch tissue quantification, VTQ)技术及声触诊组织成像和定量(virtual touch tissue imaging quantification, VTIQ)技术测量剪切波速度(shear wave velocity, SWV), 对比分析 VTQ 及 VTIQ 两种弹性成像技术对 2 型糖尿病患者胫神经病变的应用价值。**结果** 2 型糖尿病伴周围神经病变者胫神经前后径、CSA、SWV 值均大于不伴周围神经病变者, 且大于健康志愿者($P < 0.05$)。VTIQ 技术诊断 2 型糖尿病周围神经病变的敏感度及特异性高于 VTQ 技术($P < 0.05$)。**结论** 2 型糖尿病患者出现周围神经病变之前, 胫神经硬度已发生变化, VTQ 及 VTIQ 技术均可较早发现这一变化。VTIQ 技术对 2 型糖尿病患者胫神经病变诊断价值优于 VTQ 技术。

关键词 超声弹性成像 2 型糖尿病 糖尿病周围神经病变 胫神经

中图分类号 R4 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2018.11.036

Assessment of Tibial Neuropathy by Using Sonoelastography in Type 2 Diabetes Mellitus. *Teng Fei, Zhou Xianli, Xue Weili, et al. Department of Ultrasound, The Second Affiliated Hospital, Harbin Medical University, Heilongjiang 150086, China*

Abstract Objective Sonoelastography in the evaluation of tibial neuropathy in patients with type 2 diabetes mellitus. **Methods** The anterior-posterior diameter and cross-sectional area(CSA) of the tibial nerve were measured by high-frequency ultrasonnd. The SWV of the tibial nerve was measured by virtual touch tissue quantification(VTQ) and virtual touch tissue imaging quantification(VTIQ) in thirty-three patients of type 2 diabetes mellitus with diabetic peripheral neuropathy, thirty-two patients of type 2 diabetes mellitus without diabetic peripheral neuropathy and twenty-nine healthy volunteers. We compared and analyzed the value of VTQ and VTIQ tech-

作者单位: 150086 哈尔滨医科大学附属第二医院住院处超声科

通讯作者: 周显礼, 电子信箱: 13903615797@136.com

nique in the changes of tibial nerve hardness in type 2 diabetes mellitus. **Results** The anterior-posterior diameter, CSA, SWV of the tibial nerve in type 2 diabetes mellitus with DPN group were higher than the type 2 diabetes mellitus without DPN group, and higher than the healthy volunteers ($P < 0.05$). The sensitivity and specificity of VTIQ technique were higher than VTQ technique in the diagnosis of tibial neuropathy in type 2 diabetes mellitus ($P < 0.05$). **Conclusion** The hardness of the tibial nerve in type 2 diabetes mellitus has changed before the onset of DPN. Both VTQ and VTIQ technique can detect this change earlier. VTIQ is superior to VTQ technique in the diagnosis of tibial neuropathy in type 2 diabetes mellitus.

Key words Sonoelastography; Type 2 diabetes mellitus; Diabetic peripheral neuropathy; Tibial nerve

糖尿病周围神经病变 (diabetic peripheral neuropathy, DPN) 是糖尿病患者最常见的并发症, 近些年来, 其发生率已从糖尿病患者的 35% 增长到 45%^[1,2]。DPN 可引起周围神经功能障碍, 例如脚趾、脚底及脚后跟的麻木、烧灼、刺痛等, 严重者可导致足部溃疡、坏疽甚至截肢, 不仅给患者自身带来极大的心理负担以及身体痛苦, 同时也给家庭和社会带来沉重的经济负担, 因此早期诊断糖尿病周围神经病变并对其相关危险因素及早的进行干预对预防其并发症至关重要。

对周围神经病变的研究可分为功能性和形态学两方面研究, 以往主要通过患者的临床症状、体征及神经电生理学检查来评价周围神经的功能变化情况, 通过切片活组织学检查来评价周围神经的形态学变化情况, 以上检查或因主观性强、或因难以准确判断病变位置、或因属于有创检查而较难被患者所接受, 所以对神经病变评估的应用价值有限。常规高频超声因其经济、实时、无创、没有辐射暴露、可双侧对比观察并且对病变位置定位准确等优点, 目前已被作为评价神经形态学的首选检查方法, VTQ 技术及 VTIQ 技术是以常规高频超声为基础的超声弹性成像技术, 以往有研究表明超声弹性成像技术对甲状腺、乳腺、肝脏及淋巴结等疾病的诊断都具有重要的临床应用价值, 但应用超声弹性成像技术对周围神经病变的研究应用还较少, 而在周围神经中胫神经位于跗管内, 容易因为因为卡压而引起一系列的神经症状及体征^[3-6]。所以本研究旨在探讨 VTQ 及 VTIQ 两种不同超声弹性成像技术评估 2 型糖尿病患者胫神经病变的应用价值。

对象与方法

1. 研究对象: 选取 2017 年 4~8 月哈尔滨医科大学附属第二医院已被临床确诊的 2 型糖尿病患者 65 例, 其中男性 37 例, 女性 28 例, 患者年龄 35~74 岁, 平均年龄 50 ± 8 岁, 糖尿病诊断标准参照 2010 年 ADA 糖尿病诊疗指南, 将 2 型糖尿病患者根据有无周围神经症状或体征分为两组, 第 1 组为 2 型糖尿病

伴有周围神经病变组, 并经神经电生理检查证实, 共 33 例, 其中, 男性 16 例, 女性 17 例, 患者年龄 29~78 岁, 平均年龄 52.55 ± 10.09 岁, 第 2 组为 2 型糖尿病不伴周围神经病变组, 神经电生理检查结果正常, 共 32 例, 其中男性 21 例, 女性 11 例, 患者年龄 28~70 岁, 平均年龄 50.09 ± 8.25 岁, 另选取与 2 型糖尿病组性别及年龄相匹配的不伴神经症状及体征、并且没有进行神经电生理检查的志愿者作为健康对照组, 共 29 例, 其中男性 11 例, 女性 18 例, 年龄 39~65 岁, 平均年龄 50.10 ± 7.24 岁, 询问并记录患者的基本信息, 包括性别、年龄、身高、体重、病程、体重指数 (body mass index, BMI)。本研究中所有检查均在受试者知情同意情况下进行, 并且所有检查均在操作者对受试者的其他检查结果完全不知情的情况下进行。参照 2013 年中国糖尿病防治指南, 含有以下 1 种或 1 种以上症状或体征即纳入 2 型糖尿病伴周围神经病变组, 包括脚趾脚底及脚后跟的感觉迟钝或缺失、触刺激诱发痛及异常性疼痛等, 包括远端肌肉无力或萎缩等, 以及深反射异常中的踝反射减弱或缺失等。受试者排除标准: 排除由遗传性、代谢性、炎性、免疫性、中毒性、酒精性等 2 型糖尿病以外的其他原因导致的周围神经病变患者, 排除 2 型糖尿病伴有颈椎及腰椎病变等可以引起压迫性神经病变患者, 排除腿部、踝关节及脚部有骨折或手术史者, 排除 2 型糖尿病伴有足部溃疡或坏疽等影响神经传导及超声检查的患者。

2. 仪器: 采用西门子 S3000 超声诊断仪, 探头为 9L-4, 频率为 6~9MHz, 采用仪器预设置的肌肉骨骼条件, 内置 VTQ 及 VTIQ 弹性成像技术, 检查过程中可适当调节增益及深度, 保持图像为最清晰状态。

3. 方法: 患者取仰卧位, 充分暴露双侧大腿直至脚踝, 双腿跖屈外旋, 检查过程中始终保持安静静止, 双腿处于自然放松状态, 先行常规高频超声检查, 横切面及纵切面从上至下连续扫查胫神经, 观察胫神经的起止点、内部回声、边缘及神经是否有损伤断裂等, 而后将探头置于小腿中后部内踝上方 4cm 处, 横切面分别 3 次测量胫神经前后径 (图 1A), 取其平均值,

然后应用仪器自带的连续跟踪扫描技术分别 3 次测量胫神经的 CSA(图 1B),取其平均值,而后再在同一位置探头旋转 90°,显示胫神经纵切面,进入 VTQ 模式(图 1C),在该检查过程中始终保持探头垂直于神经,并且不加压、不移动,分别 7 次测量胫神经 SWV 值,去掉最高值和最低值,剩余 5 个取平均值,最后探头保持不动于该切面行 VTIQ 技术检测,首先于 VTIQ 质量模式下采集并存储图像,根据图像颜色定义图像质量高低,颜色由绿色-黄色-红色分别代表图像质量由高-低,当图像表现为均匀且一致分布的绿色高

质量图像时定为需要采集并且存取的有效图像(图 1D),在该有效图像下调至 VTIQ 速度模式,调节 SWV 至最大量程,为 10m/s,同样根据图像颜色定义 SWV 高低,颜色由红色-黄色-绿色-蓝色分别代表 SWV 由高到低,将感兴趣区(region of interest, ROI)分别置于不同颜色的有效测量区域(图 1E),并进行 7 次 SWV 测量,去掉最高值和最低值,剩余 5 个取平均值,本研究中全部数据均左右两侧进行测量,全部常规超声图像及弹性图像均予以储存待进一步分析。

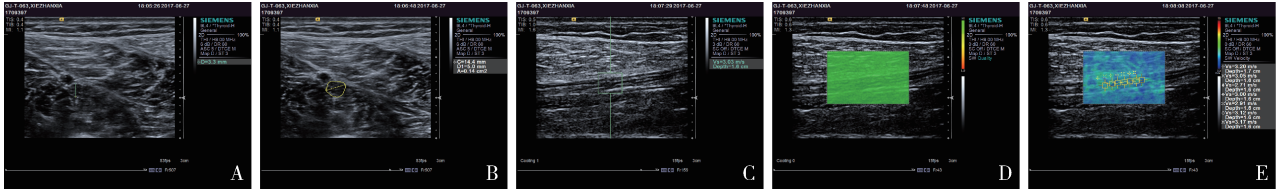


图 1 胫神经的常规高频超声图像及超声弹性技术图像

患者,男性,40 岁,健康志愿者,内踝上方 4cm 处。A. 常规高频超声横切面测量胫神经前后径;B. 连续跟踪技术横切面测量胫神经横截面积(CSA);C. VTQ 技术纵切面测量胫神经 SWV 值;D. VTIQ 技术纵切面测得胫神经质量模式图:均匀且一致分布的绿色,表示图像质量较高;E. VTIQ 技术纵切面测得胫神经剪切波速度模式图:ROI 置于不同颜色的有效测量区域测得 SWV 值

4. 统计学方法:采用 SPSS 19.0 统计学软件对数据进行统计分析。计数资料采用构成比表示,组间差异性分析采用 χ^2 检验,计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,3 组间数据分析采用单因素方差分析,左右两侧各指标的比较采用配对样本 t 检验,采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析各指标对 2 型糖尿病周围神经病变的预测作用,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般指标比较:3 组受试者在年龄、性别方面差异均无统计学意义($P > 0.05$);在 BMI 上差异有统计学意义,两两组间比较显示,2 型糖尿病不伴周围神经病变组和伴周围神经病变组 BMI 水平高于健康对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),2 型糖尿病伴周围神经病变组和不伴周围神经病变组 BMI 水平差异无统计学意义($P > 0.05$);病程比较显示,2 型糖尿病伴周围神经病变组病程明显长于不伴周围神经病变组,差异有统计学意义($P < 0.05$,表 1)。

表 1 一般指标比较

组别	年龄(岁)	性别(男性/女性)	BMI(kg/m ²)	糖尿病病程(年)
健康对照组	50.10 $\pm$ 7.24	11/18	24.15 $\pm$ 3.28	0
2 型糖尿病不伴周围神经病变组	50.09 $\pm$ 8.25	21/11	26.32 $\pm$ 4.29 *	5.84 $\pm$ 3.49
2 型糖尿病伴周围神经病变组	52.55 $\pm$ 10.09	16/17	26.42 $\pm$ 3.19 *	10.03 $\pm$ 5.06
F	0.853	4.805	3.745	3.371
P	0.429	0.091	0.027	0.001

与健康组比较,* $P < 0.05$

2. 常规高频超声及弹性成像技术结果比较:3 组受试者组内各个指标左右两侧比较显示,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。3 组受试者在前后径、CSA、VTQ 测得 SWV 值、VTIQ 测得 SWV 值上差异均有统计学意义,两两组间比较显示,2 型糖尿病不伴周围

神经病变组各个指标水平均高于健康对照组,2 型糖尿病伴周围神经病变组各个指标水平均高于不伴周围神经病变组、且高于健康对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$,表 2)。

表 2 常规高频超声及弹性成像技术结果比较

组别	健康对照组	2 型糖尿病不伴 周围神经病变组	2 型糖尿病伴 周围神经病变组	F	P
L 前后径	2.72 ± 0.33	3.03 ± 0.47 *	3.34 ± 0.50 * [#]	14.937	0.000
R 前后径	2.67 ± 0.47	3.06 ± 0.51 *	3.34 ± 0.51 * [#]	11.056	0.000
LCSA	0.106 ± 0.034	0.138 ± 0.030 *	0.158 ± 0.029 * [#]	21.240	0.000
RCSA	0.102 ± 0.033	0.134 ± 0.033 *	0.159 ± 0.046 * [#]	16.674	0.000
LVTQ	2.56 ± 0.18	2.98 ± 0.36 *	3.43 ± 0.43 * [#]	46.527	0.000
RVTQ	2.55 ± 0.32	2.92 ± 0.30 *	3.39 ± 0.45 * [#]	39.383	0.000
LVTIQ	2.47 ± 0.39	3.20 ± 0.33 *	3.92 ± 0.47 * [#]	97.635	0.000
RVTIQ	2.51 ± 0.39	3.18 ± 0.43 *	3.90 ± 0.40 * [#]	88.294	0.000

与健康组比较, * $P < 0.05$; 与不伴有组比较, [#] $P < 0.05$

3. VTIQ 技术与 VTQ 技术对 2 型糖尿病胫神经病变诊断价值比较: ROC 曲线分析结果显示, VTIQ 技术测得 SWV 指标曲线下面积为 0.925 ± 0.024 时, 95% CI: 0.878 ~ 0.973, $P < 0.05$, 此时截断值为 3.21m/s, 敏感度为 87.9%, 特异性为 84.4%; VTQ 测得 SWV 指标曲线下面积为 0.779 ± 0.040 时, 95% CI: 0.701 ~ 0.857, $P < 0.05$, 此时截断值为 3.072m/s, 敏感度为 71.2%, 特异性为 68.7%; VTIQ 技术与 VTQ 技术敏感度、特异性比较, VTIQ 技术敏感度高于 VTQ 技术 ($P = 0.031$), 且 VTIQ 技术特异性高于 VTQ 技术 ($P = 0.021$, 图 2)。

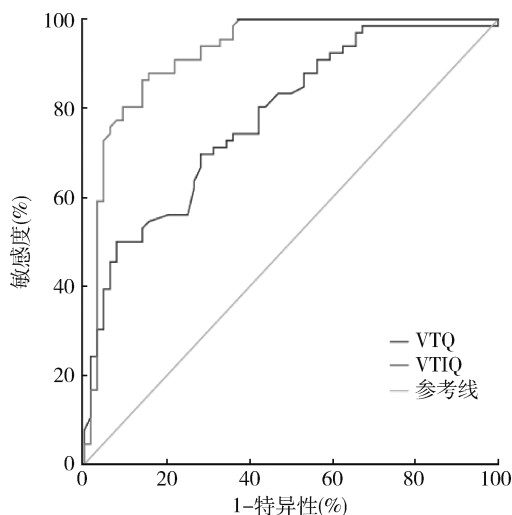


图 2 VTIQ 技术与 VTQ 技术对 2 型糖尿病胫神经病变诊断价值比较

讨 论

糖尿病周围神经病变可以发生在任何神经, 通常下肢较上肢神经更易受累, 下肢受累神经中又以胫神经较为常见^[7,8]。胫神经由微血管系统进行血液供应, 糖尿病患者长期处于高血糖状态会导致微血管系统通透性增加及离子平衡破坏等, 导致 K^+ 外流增加

及 Na^+ 内流增加, 引起细胞水肿, 增加神经内的压力, 使神经硬度增加, 这些改变是导致糖尿病周围血管病变最重要的病因^[8,9]。同时细胞长时间水肿除会压迫神经周围组织又可导致神经自身组织受到压迫, 进一步导致神经组织内部血流和营养供应障碍, 进而引起神经细胞的功能损伤和自主神经功能障碍, 引起周围神经病变^[10]。

常规高频超声可以直观并且清晰的显示胫神经形态变化, 目前已被广泛应用于神经肌肉系统疾病的评估, 例如腕管综合征、肘管综合征以及神经的损伤、肿瘤等^[11-13]。VTQ 及 VTIQ 技术是以常规高频超声为基础的弹性成像技术, VTQ 技术是一种相对较传统的声脉冲辐射力 (acoustic radiation force impulse, ARFI) 弹性成像技术, VTIQ 技术是一种新型的剪切波定量分析成像技术, 两种技术可通过单点或多点测量 SWV 值, 直观并且客观的反应组织硬度的量化信息, 一般情况下, SWV 值越高, 提示组织弹性越差, 组织越硬。常规高频超声与超声弹性成像技术联合应用不仅可以及时发现胫神经病变部位等形态学变化情况, 还可以对胫神经功能变化情况作出评估, 为糖尿病周围神经病变的早期诊断提供依据。

本研究结果显示, 2 型糖尿病伴或不伴周围神经病变组胫神经前、后径及 CSA 均较健康对照组增加, 差异均有统计学意义, 这与 Breiner 等^[14] 研究结果一致, 这可能是由于糖尿病患者长期处于高血糖状态会引起新陈代谢紊乱, 导致葡萄糖在醛糖还原酶的作用下转化为大量山梨醇, 引起糖基化终产物的大量积累, 再加上氧化应激反应等, 最终导致外周神经肿胀, 进一步导致神经前后径及 CSA 的增加。

本研究结果显示, VTQ 技术与 VTIQ 技术所测得的 2 型糖尿病伴周围神经病变组 SWV 平均值均较不伴周围神经病变组增加, 差异有统计学意义, 根据 ROC 曲线分析, 曲线下面积分别为 0.779 ± 0.040 和

0.925 ± 0.024 时,VTQ 和 VTIQ 技术对 2 型糖尿病周围神经病变诊断的敏感度及特异性最高,此时诊断阈值分别为 3.072m/s 及 3.21m/s 时,敏感度和特异性分别为 71.2%、68.7% 及 87.9%、84.4%。结果提示两种技术对 2 型糖尿病周围神经病变的诊断价值均较高,并且 VTIQ 技术对 2 型糖尿病周围神经病变的诊断价值优于 VTQ 技术,这可能是由于某些 2 型糖尿病患者的胫神经硬度超过了 VTQ 技术可测得的 SWV 阈值 9m/s,导致 SWV 多次测量结果显示为 X.XX m/s,影响了 VTQ 技术对胫神经病变诊断的敏感度及特异性^[15]。本研究中应用 VTQ 技术测量 2 型糖尿病伴周围病变患者胫神经硬度过程中,有 7 次 SWV 值显示为 X.XX m/s,也可能是由于 VTQ 技术所采用的 5mm × 5mm 的取样框往往超过胫神经的前后径,不能单纯反映胫神经的硬度,而 VTIQ 技术是一种新型的剪切波定量分析成像技术,其相比 VTQ 技术可一次瞬间自动获取质量、速度、时间及位移 4 种模式图,在图像质量较高情况下获得速度模式图,通过 1mm × 1mm 的 ROI 多点重复测量 SWV 值,且其测量的 SWV 阈值较 VTQ 技术更高,可达 10m/s,可以直观且客观反映胫神经整体组织硬度的量化信息,不需要与邻近周围组织做比较,避免主观因素造成偏倚。

本研究结果显示 VTQ 及 VTIQ 技术测得的 2 型糖尿病不伴周围神经病变组 SWV 平均值均大于健康对照组 SWV 平均值,这与 Ishibashi 等^[16]研究结果一致,提示部分早期 2 型糖尿病患者在还没有出现周围神经病变的临床症状或体征及电生理学表现异常时,胫神经弹性功能已经发生变化,甚至可能这种功能障碍在胰岛素抵抗阶段就已经存在,所以超声弹性成像技术对指导临床及早发现、提早干预及治疗、控制糖尿病周围神经病变等并发症具有重要价值。

然而本研究也存在一定的局限性,只选择下肢的胫神经进行研究,没有测量其他周围神经,例如腓神经、正中神经、尺神经等,而糖尿病周围神经病变是一种长期慢性并且会累及多种周围神经的疾病,所以,糖尿病患者多种周围神经硬度的增加有待超声弹性成像技术证实,其次对胫神经只应用了常规高频超声和超声弹性成像技术来进行评价,没有进行切片活组织检查,所以不能够为糖尿病患者胫神经硬度的增加提供病理组织学依据。

综上所述,以 SWV 值 3.072m/s 及 3.21m/s 作为截断点时,VTQ 技术及 VTIQ 技术对 2 型糖尿病胫

神经病变诊断的敏感度及特异性最高,且 VTIQ 技术诊断价值优于 VTQ 技术。部分早期 2 型糖尿病患者出现周围神经病变的临床症状或体征及电生理表现异常之前,胫神经的硬度已经发生变化,以常规高频超声为基础的 VTQ 及 VTIQ 弹性成像技术可以早期发现这种变化,为临床早期病情评估及治疗提供依据。

参考文献

- 1 Sobhani S, Asayesh H, Sharifi F, *et al.* Prevalence of diabetic peripheral neuropathy in Iran: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Diabetes Metab Disorders*, 2014, 13(1): 97
- 2 Kang S, Kim SH, Yang SN, *et al.* Sonographic features of peripheral nerves at multiple sites in patients with diabetic polyneuropathy[J]. *J Diabetes Complicat*, 2016, 30(3): 518-523
- 3 吴翌, 徐辉雄, 徐军妹, 等. 声触诊组织成像和定量 (VTIQ) 技术对 TI-RADS4 (a-b) 级甲状腺结节良恶性鉴别应用价值初步探讨[J]. *影像诊断与介入放射学*, 2015, 24(5): 369-375
- 4 杨舒萍, 吕国荣, 郑小云, 等. 不同弹性成像定量技术对乳腺肿瘤的诊断价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2016, 32(9): 780-782
- 5 Dillman JR, Heider A, Bilhartz JL, *et al.* Ultrasound shear wave speed measurements correlate with liver fibrosis in children[J]. *Pediatr Radiol*, 2015, 45(10): 1480-1488
- 6 Zhao Y, Xi J, Zhao B, *et al.* Preliminary evaluation of virtual touch tissue imaging quantification for differential diagnosis of metastatic and nonmetastatic cervical lymph nodes[J]. *J Ultrasound Med*, 2017, 36(3): 557-563
- 7 陆再英, 钟南山. 内科学[M]. 7 版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 777
- 8 Dikici AS, Ustabasioglu FE, Delil S, *et al.* Evaluation of the tibial nerve with shear-wave elastography: a potential sonographic method for the diagnosis of diabetic peripheral neuropathy[J]. *Radiology*, 2016, 282(2): 494-501
- 9 乔春梅, 王晓磊, 哈斯, 等. 超声在周围神经病变诊断中的应用进展[J]. *生物医学工程与临床*, 2015, 19(1): 90-94
- 10 彭丽媛, 王海澜. 糖尿病微血管障碍的发生机制及其与周围神经病变的关系[J]. *医学综述*, 2013, 19(3): 513-515
- 11 林利, 王伟莉, 向慧娟, 等. 肘管综合征行高频超声检查的价值[J]. *临床军医杂志*, 2013, 41(9): 938-939
- 12 陈涛, 郭稳, 陈山林, 等. 高频超声对医源性周围神经损伤的诊断价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2015, 31(6): 527-529
- 13 陈定章, 朱永胜, 赵睿, 等. 超声在颈部神经肿瘤诊断中的临床应用[J]. *中国超声医学杂志*, 2014, 30(10): 865-867
- 14 Breiner A, Qrimli M, Ebadi H, *et al.* Peripheral nerve high-resolution ultrasound in diabetes[J]. *Muscle Nerve*, 2017, 55(2): 171-178
- 15 Cosgrove D, Barr R, Bojunga J, *et al.* WFUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography: Part 4. thyroid[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2017, 43(1): 4-26
- 16 Ishibashi F, Taniguchi M, Kojima R, *et al.* Elasticity of the tibial nerve assessed by sonoelastography was reduced before the development of neuropathy and further deterioration associated with the severity of neuropathy in patients with type 2 diabetes[J]. *J Diabetes Invest*, 2016, 7(3): 404-412

(收稿日期: 2018-01-22)

(修回日期: 2018-03-05)