

剪切波弹性成像在腕管综合征中的应用研究

程跃跃 余方芳 马 列 邹春鹏

摘 要 **目的** 探讨剪切波弹性成像(SWE)技术在腕管综合征(CTS)患者中的应用研究。**方法** 根据临床症状及神经电生理检查结果,CTS患者53例(80个腕部)为病例组,健康志愿者42例(84个腕部)为对照组。应用SWE技术测量两组正中神经(豌豆骨水平、钩骨钩水平)以及腕横韧带(豌豆骨水平、钩骨钩水平)的剪切波速度(SWV),比较两组间差异。绘制ROC曲线,对SWE技术的诊断效能进行评价。比较轻型及中重型CTS患者各指标的差异。**结果** 病例组正中神经剪切波速度、腕横韧带剪切波速度均高于对照组($P < 0.05$)。正中神经(豌豆骨水平、钩骨钩水平)、腕横韧带(豌豆骨平面、钩骨钩平面)剪切波速度诊断CTS最佳截断值分别为4.48、5.19、5.00、5.48m/s, AUC为0.813、0.866、0.751、0.837,敏感度为71.3%、77.5%、67.5%、81.3%,特异性为73.8%、85.7%、73.8%、79.8%。中重型CTS患者正中神经及腕横韧带剪切波速度均高于轻型CTS患者。**结论** 应用SWE技术检测正中神经及腕横韧带剪切波速度在CTS诊断中具有一定的应用价值,SWE技术能对腕管综合征患者病情评估提供参考依据。

关键词 腕管综合征 正中神经 腕横韧带 剪切波弹性成像

中图分类号 R445.1

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2019.11.026

Application of Shear Wave Elastography in Carpal Tunnel Syndrome. Cheng Yueyue, Yu Fangfang, Ma Lie, et al. Department of Ultrasound, The Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Zhejiang 325027, China

Abstract **Objective** To investigate the application of shear wave elastography (SWE) in patients with carpal tunnel syndrome (CTS). **Methods** According to the clinical symptoms and nerve electrophysiological examination results, 53 CTS patients (80 wrists) were in the case group, and 42 healthy volunteers (84 wrists) were in the control group. The shear wave velocity of median nerve (pea bone level, hook of hamate bone level) and transverse carpal ligament (pea bone level, hook of hamate bone level) in the two groups were measured by SWE. The differences between the two groups were compared. ROC curve was drawn to assess the diagnostic efficiency. The shear wave velocities were compared in mild and moderate to severe CTS patients. **Results** The shear wave velocity of median nerve and transverse carpal ligament in the CTS group were faster than that in the control group ($P < 0.05$). The optimal cutoff value of CTS were 4.48, 5.19, 5.00 and 5.48m/s respectively in the diagnosis of SWV of median nerve(pea bone level, hook of hamate bone level) and transverse ligament of wrist(pea bone level, hook of hamate bone level). AUC were 0.813, 0.866, 0.751 and 0.837 respectively, with sensitivity of 71.3%, 77.5%, 67.5% and 81.3%, respectively, and specificity of 73.8%, 85.7%, 73.8% and 79.8%. In patients with moderate to severe CTS, the shear wave velocity of the median nerve and the transverse ligament of the wrist was higher than that in patients with mild CTS. **Conclusion** The application of SWE technique to detect the shear wave velocity of the median nerve and the transverse ligament of the wrist has certain application value in the diagnosis of CTS. SWE technology can provide reference for the evaluation of carpal tunnel syndrome.

Key words Carpal tunnel syndrome; Median nerve; Transverse carpal ligament; Shear wave elastography

腕管综合征(carpal tunnel syndrome, CTS)是周围神经卡压性疾病中最常见的一种。目前诊断多依据临床症状、体征及神经电生理检查,但电生理检查不能提供神经压迫所致形态学改变的信息^[1]。高频超声可发现正中神经以及腕横韧带的形态学改变,从而协助诊断腕管综合征^[2,3]。弹性成像能够弥补传统影像学无法获取组织硬度的不足,可为临床诊断提供

新的信息。剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)技术是超声弹性成像领域发展迅速的技术,具有取样框小、可多点取样、测值范围大、可对病灶硬度提供定量分析等优点^[4]。本研究通过剪切波弹性成像技术测量腕管综合征正中神经及腕横韧带的剪切波速度(shear wave velocity, SWV),并探讨SWE技术在不同程度腕管综合征中的应用价值。

资料与方法

1. 研究对象:选取2017年1月~2018年7月在

作者单位:325027 温州医科大学附属第二医院超声科

通讯作者:邹春鹏,电子邮箱:chpzou@126.com

笔者医院因手部麻木就诊的 53 例腕管综合征患者 (80 个腕部) 设为病例组, 诊断以临床症状和神经电生理检查为金标准^[5]。患者年龄 35 ~ 70 岁, 平均年龄 52.22 ± 9.38 岁, 其中, 男性 19 例, 女性 34 例。对照组选取同期健康志愿者 42 例 (84 个腕部), 年龄 35 ~ 69 岁, 平均年龄 51.98 ± 9.50 岁, 其中, 男性 15 例, 女性 27 例。病例组及对照组均无手腕部先天性畸形, 无手腕部外伤史, 无原发的周围神经病变史, 无糖尿病、高血压、甲状腺功能低下、甲状腺功能亢进等病史。按照《腕管综合征的临床分型与治疗方案》将病例组分为轻型及中重型, 其中轻型 21 例 (32 个腕部), 中重型 32 例 (48 个腕部)^[6]。

2. 仪器与方法: 应用德国 Siemens 公司 OXANA2 彩色多普勒超声诊断仪, 9L4 线阵探头, 频率 4 ~ 9 MHz。所有受检者均采取坐位, 双手平放于检查床上, 与身体呈 90°, 掌心向上, 处于松弛状态。首先对正中神经行超声形态学检测, 探头涂以足量的耦合剂, 先将超声探头做腕部横轴扫查, 以尺侧豆状骨、钩骨, 桡侧舟状骨及大多角骨等作为骨性标志物, 确定豌豆骨水平 (图 1)、钩骨钩水平 (图 2), 并做标记, 然后探头转 90° 沿正中神经长轴扫查 (图 3)。启动 SWE 模式, 通过质控模式检测, 将感兴趣区 (region of interest, ROI) 取样框放置于弹性成像图内待测定位置, 测量并记录剪切波速度, 豌豆骨水平及钩骨钩水平正中神经的剪切波速度, 豌豆骨水平和钩骨钩水平腕横韧带剪切波速度, 各个位置测量 5 组数据, 取其均值 (图 4 ~ 图 7)。

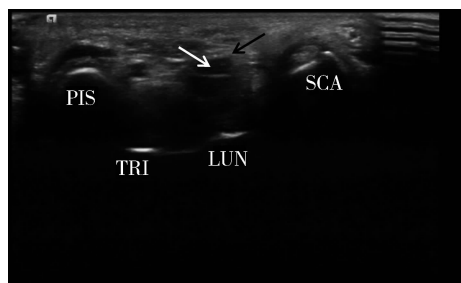


图 1 豌豆骨水平横切面

白色箭头为正中神经, 黑色箭头为腕横韧带, SCA 为手舟骨, LUN 为月骨, TRI 为三角骨, PIS 为豌豆骨

3. 统计学方法: 采用 SPSS 22.0 统计学软件对数据进行统计分析, 符合正态分布的计量资料采用均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 性别构成比用 χ^2 检测方法检验, 两组间差异性分析采用两独立样本 t 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

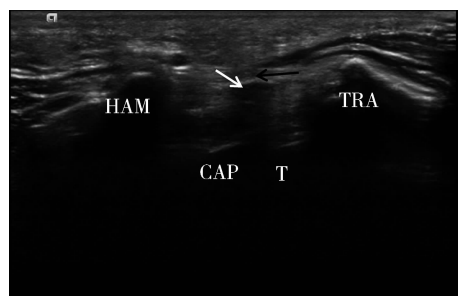


图 2 钩骨钩水平横切面

白色箭头为正中神经, 黑色箭头为腕横韧带, TRA 为大多角骨, T 为小多角骨, CAP 为头状骨, HAM 为钩骨

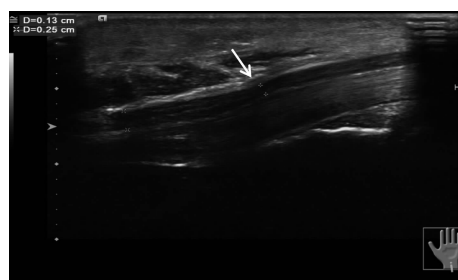


图 3 病例组某患者正中神经长轴切面

白色箭头处为钩骨钩水平正中神经卡压

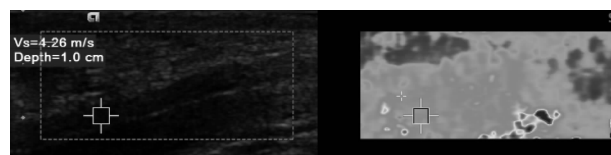


图 4 对照组某受检者正中神经剪切波速度测量

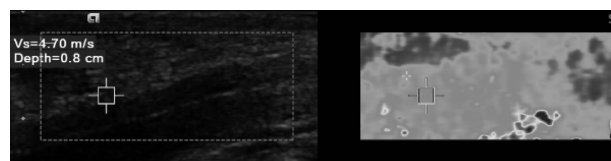


图 5 对照组某受检者腕横韧带剪切波速度测量

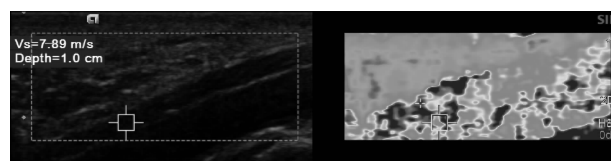


图 6 病例组某患者正中神经剪切波速度测量

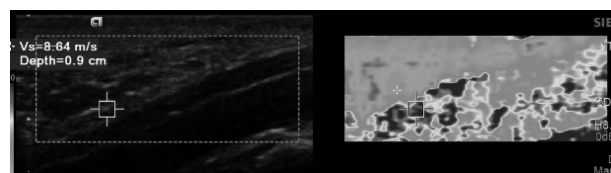


图 7 病例组某患者腕横韧带剪切波速度测量

结 果

1. 一般资料比较结果:病例组与对照组的年龄、性别差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

2. 病例组和对照组剪切波速度比较:病例组和对照组的正中神经(豌豆骨水平、钩骨钩水平)、腕横韧带(豌豆骨水平、钩骨钩水平)剪切波速度差异均有统计学意义($P<0.05$,表1),病例组的正中神经(豌豆骨水平、钩骨钩水平)、腕横韧带(豌豆骨水平、钩骨钩水平)剪切波速度均高于正常组。

3. 各指标的 ROC 曲线分析:经 ROC 曲线分析显示(图8),应用 SWE 技术测得的正中神经及腕横韧带

带剪切波速度对腕管综合征均有诊断能力,各个剪切波速度诊断价值见表2,其中钩骨钩水平正中神经剪切波速度取截断值为 5.19m/s 时,对诊断 CTS 价值最高,AUC 为 0.866,敏感度及特异性分别为 77.5%、85.7%。

表 1 两组间各指标剪切波速度比较 ($\bar{x} \pm s$, m/s)

指标	正常组	病例组	<i>t</i>	<i>P</i>
正中神经豌豆骨水平 SWV	4.12 ± 0.63	5.13 ± 0.93	8.082	0.000
正中神经钩骨钩水平 SWV	4.74 ± 0.54	6.21 ± 1.17	10.224	0.000
腕横韧带豌豆骨水平 SWV	4.57 ± 0.65	5.40 ± 0.93	6.596	0.000
腕横韧带钩骨钩水平 SWV	5.17 ± 0.83	6.79 ± 1.29	9.515	0.000

表 2 各指标的诊断价值

指标(m/s)	AUC	SE	<i>P</i>	95% CI	截断值(m/s)	敏感度(%)	特异性(%)
正中神经豌豆骨水平 SWV	0.813	0.033	0.000	0.749 ~ 0.877	4.48	71.3	73.8
正中神经钩骨钩水平 SWV	0.866	0.030	0.000	0.806 ~ 0.926	5.19	77.5	85.7
腕横韧带豌豆骨水平 SWV	0.751	0.038	0.000	0.677 ~ 0.825	5.00	67.5	73.8
腕横韧带钩骨钩水平 SWV	0.837	0.032	0.000	0.774 ~ 0.901	5.48	81.3	79.8

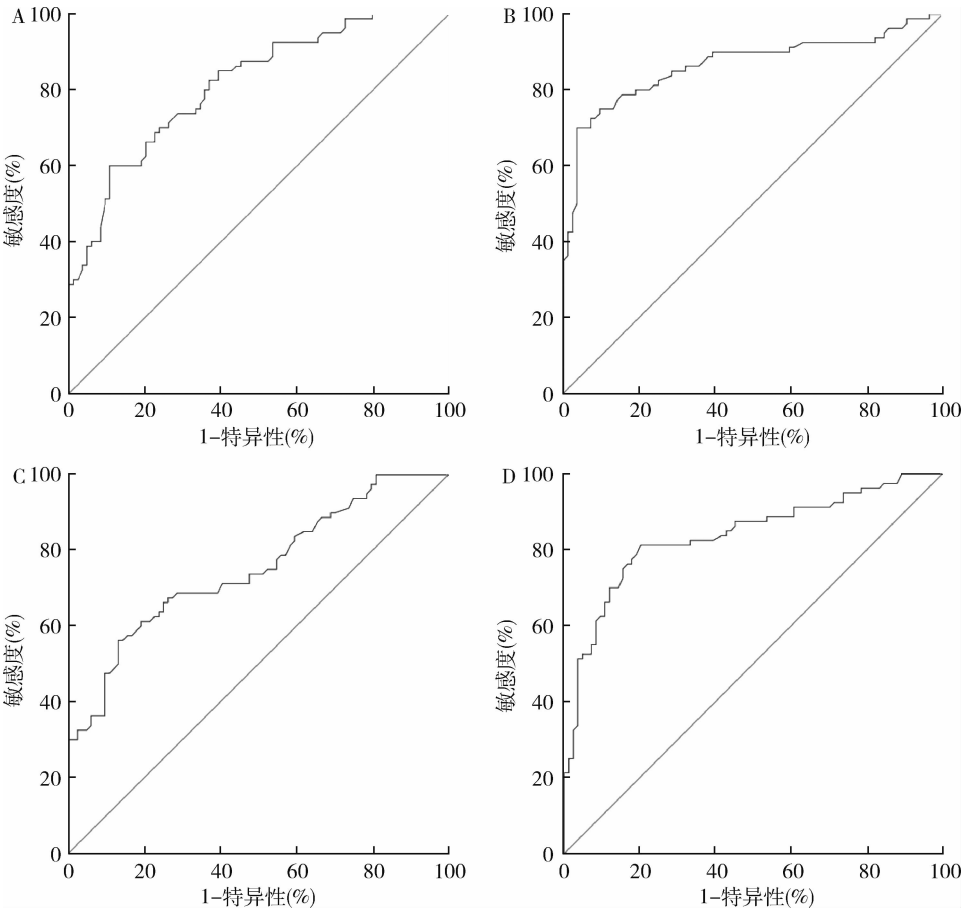


图 8 各弹性参数诊断腕管综合征的 ROC 曲线

A. 正中神经豌豆骨水平 SWV 的 ROC 曲线图;B. 正中神经钩骨钩水平 SWV 的 ROC 曲线图;
C. 腕横韧带豌豆骨水平 SWV 的 ROC 曲线图;D. 腕横韧带钩骨钩水平 SWV 的 ROC 曲线图

4. 不同程度腕管综合征患者剪切波速度比较:根据《腕管综合征的临床分型与治疗方案》将病例组分为轻型及中重型,轻型腕管综合征患者和中重度型腕管综合征患者的正中神经及腕横韧带剪切波速度比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$,表3),中重型 CTS 患者正中神经及腕横韧带剪切波速度均高于轻型 CTS 患者。

表 3 腕管综合征患者轻型和中重型比较 ($\bar{x} \pm s, m/s$)				
指标	轻型	中重型	<i>t</i>	<i>P</i>
腕横韧带豌豆骨水平 SWV	4.90 ± 0.65	5.73 ± 0.95	4.630	0.000
腕横韧带钩骨钩水平 SWV	5.67 ± 0.94	7.53 ± 0.89	8.979	0.000
正中神经豌豆骨水平 SWV	4.76 ± 0.73	5.38 ± 0.98	3.200	0.002
正中神经钩骨钩水平 SWV	5.32 ± 0.75	6.81 ± 1.01	7.132	0.000

讨 论

腕管综合征是正中神经在腕管内受压而引起的手指感觉异常为主要特征的一种综合征。任何因素造成腕管内压力增加均可导致正中神经产生受压,出现正中神经水肿、增厚,临床伴有手麻等症状^[7]。二维超声可通过观察神经的粗细、回声变化以及其解剖形态和周围组织关系来诊断腕管综合征^[8]。但无法直接获得神经及周围组织硬度的信息,而超声弹性成像弥补了这一不足^[9,10]。

腕横韧带是屈肌支持带的中间部分,是腕管边界的主要组成部分。韧带在桡侧附着于腕舟骨结节和大多角骨结节,在尺侧附着于豌豆骨和钩骨钩。有研究发现,腕管综合征患者腕横韧带厚度大于正常健康人群,并且钩骨钩平面的腕横韧带厚度增加最为显著^[11]。目前较少见到对腕管综合征患者腕横韧带硬度的研究报道。本研究发现,病例组腕横韧带(豌豆骨水平、钩骨钩水平)的剪切波速度均高于正常对照组,其中钩骨钩水平腕横韧带剪切波速度取截断值为 5.48m/s 时,诊断 CTS 敏感度及特异性分别为 81.3%、79.8%,具有较高的诊断价值。

此外,本研究进一步发现中重型 CTS 患者腕横韧带的剪切波速度高于轻型 CTS 患者,表明腕管综合征患者腕横韧带硬度增加,程度越重其硬度增加越显著。这可能是由于 CTS 患者腕横韧带胶原纤维直径的变化范围较正常健康人群大,此外,CTS 患者的腕横韧带还显示出类黏蛋白改变、淀粉样蛋白沉积、炎症、纤维软骨样变等,这些变化也会改变腕横韧带的力学特性,增加腕横韧带的硬度,产生压迫神经的力学环境^[12]。因此笔者认为测量腕横韧带的硬度可

以尝试作为一种新的评估腕管综合征的方法。

腕管综合征病程发展过程中,一方面腕管内压力发生变化,另一方面正中神经质地产生变化。神经损伤初期神经血供受影响出现神经组织水肿,腕管压力增高,长时间的神经水肿引起神经纤维化,纤维瘢痕组织的不断累积使神经质地发生变化,硬度增高,两种因素均会引起超声硬度测量值的升高^[13]。Kantarci 等^[14]研究发现 CTS 患者腕部正中神经的弹性模量高于健康对照组。本研究结果显示,病例组正中神经(豌豆骨水平、钩骨钩水平)剪切波速度均较对照组增高($P < 0.05$),与以往文献报道一致^[15-17]。此外,本研究将轻型及中重型腕管综合征患者的正中神经的剪切波速度进行了比较,发现两组间差异有统计学意义,中重型 CTS 患者正中神经的剪切波速度高于轻型 CTS 患者,表明腕管综合征程度越重,对正中神经的压迫越显著,正中神经的硬度增加越明显。

本研究存在一定的局限性:①正中神经位置表浅,且较细,检查时不可避免使用压力会导致测值具有一定的误差,因此操作技术要求较高,需要经过专业的训练^[18];②本研究样本量较小,未对不同年龄段的患者进行分组分析,需在后续工作中深入研究。

综上所述,应用 SWE 技术检测正中神经及腕横韧带剪切波速度在腕管综合征诊断中具有一定的实用价值,可用于反映神经与周边组织发生病变后的硬度差异,并能较好地对腕管综合征患者病情评估提供影像学参考,具有很好的临床应用前景。

参考文献

1 Ghasemi - Rad M, Nosair E, Vegh A, *et al.* A handy review of carpal tunnel syndrome: from anatomy to diagnosis and treatment[J]. World J Radiol, 2014, 6(6):284 - 300

2 刘英,郭岩,蒋文平,等. 腕管综合征超声检查的诊断价值[J]. 中国超声医学杂志, 2017,33(6):537 - 539

3 刘英,李春生,马琳,等. 高频超声在诊断正中神经返支卡压中的临床价值[J]. 中国超声医学杂志, 2018, 34(10):71 - 73

4 张卫平,王婧玲,陈莉,等. 实时剪切波弹性成像在不同程度腕管综合征中的应用[J]. 南昌大学学报:医学版, 2018, 58(4):65 - 67

5 沃尔夫. 格林外科手术学[M]. 北京:人民军医出版社, 2012:917 - 922

6 丁白海,王增涛. 外科手术解剖学图鉴[M]. 济南:山东科学技术出版社, 2007:200 - 201

7 Ng AWH, Griffith JF, Lee RKL, *et al.* Ultrasound carpal tunnel syndrome: additional criteria for diagnosis[J]. Clin Radiol, 2018, 73(2):11 - 18

8 朱淑娥,刘印. 腕管综合征高频超声表现[J]. 中华医学超声杂志:电子版, 2012, 9(4):56 - 57

(下转第 126 页)

议对 SUVmax 和肿瘤标志物进行联合监测,以获得更可靠的肺癌诊断价值。

参考文献

- Nurwidya F, Takahashi F, Takahashi K. Gefitinib in the treatment of nonsmall cell lung cancer with activating epidermal growth factor receptor mutation[J]. J Nat Scie Biol Med, 2016, 7(2): 119–123
- Zhi XY, Shi YK, Yu JM. Standard for the diagnosis and treatment of primary lung cancer(2015 version) in China[J]. Chin J Oncol, 2015, 37(1): 67–68
- Liu X, Wang LN, Yin XJ. The diagnostic value of serum CEA、NSE and MMP-9 for on-small cell lung cancer[J]. OpenMed: Wars, 2016, 11(1): 59–62
- Jiang ZF, Wang M, Xu JL. Thymidine kinase 1 combined with CEA, CYFRA21-1 and NSE improved its diagnostic value for lung cancer[J]. J Life Sci, 2018, 194: 1–6
- Shepherd FA, Crowley J. The IASLC Lung Cancer Staging Project: proposals regarding the relevance of TNM in the pathologic staging of small cell lung cancer in the forthcoming (seventh) edition of the TNM classification for lung cancer[J]. J Thorac Onc, 2009, 4(1): 1049–1059
- Ma X, Guo W, Yang S, et al. Serum GRP78 as a tumor marker and its prognostic significance in non-small cell lung cancers: a retrospective study[J]. Dis Markers, 2015, 2015: 814670
- Ko KH, Hsu HH, Huang TW, et al. Value of ^{18}F -FDG uptake on PET/CT and CEA level to predict epidermal growth factor receptor mutations in pulmonary adenocarcinoma[J]. Eur J Nuclear Med Mol Imag, 2014, 41(10): 1889
- Hiley CT, Le Quesne J, Santis G, et al. Challenges in molecular testing in non-small-cell lung cancer patients with advanced disease[J]. Lancet, 2016, 388: 1002–1011
- Ma H, Xu S, Yan J, et al. The value of tumor markers in the diagnosis of papillary thyroid carcinoma alone and in combination[J]. Pol J Pathol, 2014, 65: 202–209
- Lewis SZ, Diekemper R, Addrizzo-Harris DJ. Methodology for development of guidelines for lung cancer: diagnosis and management of lung cancer; american college of chest physicians evidence-based clinical practice guidelines[J]. Chest J, 2013, 143(5): 41–50
- Suzawa N, Ito M, Qiao S, et al. Assessment of factors influencing FDG uptake in non-small cell lung cancer on PET/CT by investigating histological differences in expression of glucose transporters 1 and 3 and tumour size[J]. Lung Cancer, 2011, 72(2): 191
- Liu LP, Zhang XX, Cui LB, et al. Preliminary comparison of diffusion-weighted MRI and PET/CT in predicting histological type and malignancy of lung cancer[J]. Clin Respirat J, 2017, 11(2): 151–158
- 刘芳蕾, 洪群英, 石洪成, 等. 在 ^{18}F -氟代脱氧葡萄糖正电子发射计算机断层扫描在肺癌早期诊断中的应用价值中[J]. 中国医学杂志, 2013, 93(38): 3019–3022
- 辛丹. PET/CT 联合 CEA、NSE、Ca211 水平在肺癌诊断中的应用分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14(9): 52–56
- 程凯, 葛鲁娜, 付正, 等. 肺癌 ^{18}F -FDG PET/CT SUVmax 值与临床因素及肿瘤标志物相关性研究[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2016, 23(13): 884–887
- Weiss HL, Niwas S, Grizzle WE, et al. Receiver operating characteristic (ROC) to determine cut-off points of biomarkers in lung cancer patients[J]. Dis Markers, 2003, 19: 273–278
- Jiang R, Dong X, Zhu W, et al. Combining PET/CT with serum tumor markers to improve the evaluation of histological type of suspicious lung cancers[J]. PLoS One, 2017, 12(9): e0184338

(收稿日期: 2019-03-18)

(修回日期: 2019-03-19)

(上接第 117 页)

- Ghajarzadeh M, Dadgostar M, Sarraf P, et al. Application of ultrasound elastography for determining carpal tunnel syndrome severity[J]. Jap J Radiol, 2015, 33(5): 1–6
- 林维成, 陈道堃, 匡思杰, 等. 高频超声及超声弹性成像在诊断腕管综合征中的作用[J]. 中华肩肘外科电子杂志, 2017, 5(2): 154–156
- 徐林, 陈方民, 王蕾, 等. 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[J]. 北京大学学报: 医学版, 2016, 48(2): 341–345
- Zong-Ming Li, Kai-Nan An. 腕管的生物力学及与腕管综合征的相关性(上)[J]. 中华骨科杂志, 2008, 28(4): 349–352
- 吕秀花, 段云友, 张莉, 等. 剪切波弹性成像检测正中神经病变的初步研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2015, 24(2): 147–150
- Kantarci F, Ustabasioglu FE, Delil S, et al. Median nerve stiffness measurement by shear wave elastography: a potential sonographic

method in the diagnosis of carpal tunnel syndrome[J]. Eur Radiol, 2014, 24(2): 434–440

- 李苗, 张晨, 姜珏, 等. 声触诊组织成像定量技术诊断腕管综合征正中神经卡压的价值[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2017, 31(8): 793–796
- Miyamoto H, Halpern EJ, Kastlunger M, et al. Carpal tunnel syndrome: diagnosis by means of median nerve elasticity—improved diagnostic accuracy of US with sonoelastography[J]. Radiology, 2014, 270(2): 481–486
- Miyamoto H, Morizaki Y, Kashiyama T, et al. Grey-scale sonography and sonoelastography for diagnosing carpal tunnel syndrome[J]. World J Radiol, 2016, 8(3): 281–287
- 俞森, 朱学平, 史增元, 等. 正常人腕管内正中神经的超声解剖学研究及其意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2015, 33(1): 24–27

(收稿日期: 2019-05-07)

(修回日期: 2019-05-24)