

◁肌肉骨骼影像学▷

SWE 在系统性红斑狼疮患者腓肠神经受损中的应用价值

朱彩霞,袁文欣,王婧玲,陈莉,张卫平
(南昌大学第一附属医院超声医学科,江西 南昌 330006)

【摘要】 目的:探讨剪切波弹性成像技术(SWE)在系统性红斑狼疮(SLE)患者腓肠神经受损中的应用价值。方法:收集 SLE 患者 72 例(72 根神经,选取神经受损严重侧,若相同则随机选取任意一侧),依照神经电生理检查结果是否存在腓肠神经受损分为神经受损组(A组,n=39)和非神经受损组(B组,n=33)。选取健康成人 59 例为对照组(C组)。所有受试者均行腓肠神经的常规超声及 SWE 检查,分别测得小腿后部中下 1/3 处腓肠神经左右径(D₁)、前后径(D₂)、周长(C)、横截面积(CSA)、杨氏模量最大值(E_{max})、最小值(E_{min})及均值(E_{mean}),比较 A、B、C 三组腓肠神经各参数差异,并绘制 E_{max}、E_{min}、E_{mean} 诊断 SLE 腓肠神经受损的受试者工作特性(ROC)曲线。结果:对照组左、右侧之间 E_{max}、E_{min}、E_{mean} 值无明显统计学差异(P>0.05),故取两侧杨氏模量平均值进行组间比较;三组间 E_{max}、E_{min}、E_{mean} 值差异均有统计学意义(P<0.05),且 A 组 E_{max}、E_{min}、E_{mean} 值大于 B 组及 C 组,B 组 E_{max}、E_{min}、E_{mean} 值大于 C 组,三组间 D₁、D₂、C 及 CSA 值差异无统计学意义(P>0.05)。E_{max}、E_{min}、E_{mean} 诊断 SLE 腓肠神经受损的 ROC 曲线下面积分别为 0.706、0.653、0.685,三者诊断效能无明显差异。结论:SWE 成像可以用于 SLE 患者评估腓肠神经硬度,为临床上腓肠神经受损的诊断提供无创评估方法。

【关键词】 红斑狼疮,系统性;腓肠神经;超声检查

【中图分类号】 R593.241;R445.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1008-1062(2024)05-0355-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.05.012

Application of shear wave elastography in sural nerve injury in patients with systemic lupus erythematosus

ZHU Cai-xia, YUAN Wen-xin, WANG Jing-ling, CHEN Li, ZHANG Wei-ping

(Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China)

Abstract: Objective: To evaluate the value of shear wave elastography (SWE) in the diagnosis of sural nerve injury in patients with systemic lupus erythematosus (SLE). **Methods:** A total of 72 patients (total 72 nerves, the side with severe nerve damage was selected, if they were the same, side was randomly selected) of SLE were collected, and divided into nerve damage group (group A, n=39) and non-nerve damage group (group B, n=33) according to the results of electrophysiological examination. Fifty-nine healthy adults were selected as control group (group C). All the subjects underwent conventional ultrasound and SWE examination of the sural nerve. The left-right diameter(D₁), anterior-posterior diameter(D₂), circumference(C), cross-sectional area(CSA), maximum Young's modulus(E_{max}), minimum Young's modulus(E_{min}) and mean value(E_{mean}) of the sural nerve were measured. The parameters of sural nerve in group A, B and C were compared, and the receiver operating characteristic (ROC) curve of E_{max}, E_{min} and E_{mean} in the diagnosis of sural nerve injury in SLE was drawn. **Results:** There was no significant difference in E_{max}, E_{min} and E_{mean} between the left and right sides of the control group (P>0.05). Therefore, the average value of Young's modulus on both sides was taken for comparison between groups. There were significant differences in E_{max}, E_{min} and E_{mean} among the three groups (P<0.05). E_{max}, E_{min} and E_{mean} in the group A were significantly higher than those in the other two groups, and E_{max}, E_{min} and E_{mean} in group B were significantly higher than those in group C. But the comparison of D₁, D₂, C and CSA among the three groups showed no significant difference (P>0.05). The area under ROC curve of E_{max}, E_{min} and E_{mean} in diagnosing SLE with sural nerve damage were 0.706, 0.653 and 0.685 respectively, showing no significant difference in diagnostic efficacy among them. **Conclusion:** SWE can be used to assess sural nerve stiffness in SLE patients to provide a non-invasive evaluation method for the diagnosis of sural nerve injury.

Key words: Lupus Erythematosus, Systemic; Sural Nerve; Ultrasonography

系统性红斑狼疮 (Systemic lupus erythematosus, SLE) 是一种育龄期女性多发的、由自身免疫介导的多系统受累的炎性弥漫性结缔组织病^[1]。本病

侵犯神经系统以中枢神经系统为主,周围神经系统病变少见。腓肠神经为 SLE 较易侵犯的周围神经之一,且部分患者因缺乏典型症状而容易误诊和漏诊。

【收稿日期】 2023-09-01; **【修回日期】** 2023-10-15

【作者简介】 朱彩霞(1998-),女,江西景德镇人,在读硕士研究生。E-mail:arrebol912@163.com

【通信作者】 张卫平,南昌大学第一附属医院超声医学科,330006。E-mail:454887926@qq.com

【基金项目】 江西省卫生健康委员会科技计划项目(202210452);江西省中医药管理局科技计划项目(2021A060)。

神经活检及电生理检查为有创检查、常规超声对早期神经改变的敏感性较低。本研究拟评价剪切波弹性成像技术(Shear wave elastography, SWE)应用于 SLE 患者腓肠神经受损的诊断效能。

1 资料与方法

1.1 研究对象

连续收集 2021 年 4 月—2022 年 12 月我院风湿免疫科收治符合 2019 年欧洲抗风湿病联盟(EULAR)/ACR SLE 分类标准^[2]的 SLE 患者 72 例,依照神经电生理检查结果是否存在腓肠神经受损分为神经受损组(A组, n=39)和非神经受损组(B组, n=33),任何一侧腓肠神经受损者即为神经受损,选取神经受损严重侧,若相同则随机选取任意一侧进行超声检查。随机选取同期健康成人 59 例为对照组(C组, 双侧均进行超声检查)。

排除标准(符合任一条目即排除):①其他引起周围神经病变的疾病,如糖尿病等;②服用可能造成神经病变药物(如异烟肼、口服避孕药等)的患者;③有机溶剂及重金属的接触史;④妊娠期妇女或哺乳期妇女;⑤可能引起周围神经病变的其他疾病。

本研究通过医院伦理委员会批准(第 3-007 号)。所有入选对象均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

1.2.1 超声检查

仪器:应用法国声科 Aixplorer 型彩色超声诊断仪(Supersonic Imagine 公司),其具有实时 SWE 分析软件及功能,探头型号为 SL15-4 线阵探头,频率 4~15 MHz。

方法:①所有受检者均首先行常规超声检查:受检者取俯卧位,脚踝处垫枕给予支撑,以暴露下肢,小腿略外转外旋,探头垂直轻放于小腿后部中下 1/3 处,横切面做二维灰阶及彩色多普勒超声扫查,先寻找小隐静脉并以其无回声作为标志,在其两侧寻找筛网状略高回声结构,即为腓肠神经。继而观察腓肠神经起源走行、形态结构、回声特点及其与周围组织的关系;记录腓肠神经的左右径(D₁)、前后径(D₂)、周长(C)及横截面积(CSA)。②将探头旋转 90°显示腓肠神经纵切面,启动 SWE,调节彩色图杨氏模量量程为 0~180 kPa,待取样框内颜色完整填充

并稳定,即获得较为理想的图像后冻结,启动定量分析功能,测量感兴趣区设置为直径 1mm 的圆形,测量感兴趣区内神经组织的杨氏模量值(E, kPa)。测量记录小腿后部中下 1/3 处腓肠神经的杨氏模量最大值(E_{max})、最小值(E_{min})、均值(E_{mean}),测量 3 次取平均值作为有效数据用于统计分析。随机选取 20 例 SLE 患者的同一侧腓肠神经,先由同一位经验丰富的超声医师测量 3 次腓肠神经剪切波参数,行观察者内重复性检验;再另选一位相同资质的医师在完全不知先前结果的前提下重复测量腓肠神经剪切波参数 3 次,取平均值,行观察者间重复性检验。

1.2.2 神经电生理检查

应用 KEPING 肌电-诱发电位仪(丹麦)行神经电生理检查,在安静的环境温度 22℃~25℃的屏蔽室内检测腓肠神经肌电图,获得复合肌肉动作电位波幅和感觉神经动作电位波幅。肌电图检查由神经内科专科医师完成并分析结果,患者所有资料均对其设盲。腓肠神经受损诊断标准^[3]:复合肌肉动作电位波幅较健侧或正常值衰减<50%或感觉神经动作电位波幅较健侧或正常值衰减≥50%。

1.3 统计学处理

应用 SPSS 26.0 统计分析软件,左右两侧比较使用配对样本 Student *t* 检验,多组间比较使用方差分析,事后比较则使用 Bonfermoii 检验;SWE 参数 E_{max}、E_{min}、E_{mean} 诊断腓肠神经受损采用受试者工作特性(ROC)曲线,并计算其曲线下面积(AUC);三者 AUC 的比较采用 Z 检验。采用组内相关系数(ICC)分析观察者内和观察者间的一致性和可重复性。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组间受检者的一般资料比较

见表 1。三组间受检者资料中除了性别有差异外(*P*<0.001),其余一般资料如年龄、身高、体质量等比较差异无统计学意义(*P*>0.05)。

2.2 C 组(对照组)左右两侧腓肠神经 SWE 参数比较

C 组左、右侧腓肠神经 SWE 参数 E_{max}、E_{min}、E_{mean} 值分别为(39.09±5.09) kPa vs (38.68±6.04) kPa、(35.45±5.27) kPa vs (35.89±5.80) kPa、(32.41±5.43) kPa vs (33.05±5.73) kPa, E_{max}、E_{min}、E_{mean} 的左右侧比较差异

表 1 3 组一般资料比较

	A 组(n=33)	B 组(n=39)	C 组(n=59)	<i>F</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄(岁)	43.88±12.80	44.77±13.16	39.41±11.83	2.599	0.078
女(例)	32(96.97%)	36(92.31%)	29(49.15%)	34.816	<0.001
身高(cm)	158.00±4.13	156.25±3.48	157.76±4.41	2.114	0.125
体质量(kg)	54.84±3.31	53.05±2.67	53.57±3.40	3.007	0.053
BMI(kg/m ²)	21.73±1.50	21.76±1.22	21.56±1.66	0.839	0.434

均无明显统计学差异(t 值分别为-1.316,1.225,1.344; P 值分别为 0.193,0.226,0.184),故 C 组 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 取左右侧的平均值与 A、B 组进行比较。

2.3 三组间腓肠神经常规超声及 SWE 参数比较

见表 2。三组间腓肠神经常规超声及 SWE 参数比较采用方差分析,之后进一步进行两两组间比较。发现三组间腓肠神经 SWE 参数 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 值差异均有统计学意义($P<0.05$),且 A 组 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 值大于 B 组及 C 组,B 组 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 值大于 C 组;三组间腓肠神经常规超声参数 D_1 、 D_2 、 C 及 CSA 值差异无统计学意义($P>0.05$)。

腓肠神经 SWE 图像(图 1)显示,A 组呈淡黄色,B 组呈深蓝色,C 组呈纯蓝色。

2.4 ROC 曲线分析

以神经电生理检查结果为金标准,绘制 SWE 参数诊断 SLE 腓肠神经受损的 ROC 曲线,结果显示 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 对应的 ROC 敏感度、特异度、最佳截断值及 AUC 见表 3,三者诊断效能比较差异无统计学意义($P>0.05$), E_{max} 的 AUC 最大,且 >0.7 , E_{max} 诊断腓肠神经受损最佳截断值为 64.68 kPa,敏感度 78.8%,特异度 61.3%,见图 2。

2.5 腓肠神经 SWE 参数重复性分析

对随机选取的 20 例 SLE 患者行一致性分析,结果显示 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 观察者内 ICC 分别为 0.86 (95%CI 0.70~0.96)、0.82 (95%CI 0.65~0.94)、0.90 (95%CI 0.70~0.97);观察者间的 ICC 分别为 0.87 (95%CI 0.74~0.96)、0.85 (95%CI 0.70~0.95)、0.88 (95%CI 0.76~0.96)。所有 ICC 均 >0.80 ,表示信度良好,提示腓肠神经 SWE 参数 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 的一致性和可重复性较好。

3 讨论

SLE 是一种慢性弥漫性结缔组织自身免疫性疾病,其特征是产生针对核抗原和胞浆抗原的自身抗体,发病机制可能与遗传、性激素、环境的相互作用导致机体免疫系统功能障碍有关^[4-5],但具体的发病机制仍然不清楚。SLE 常累及皮肤、肌肉骨骼、血液系统、肾脏、神经系统等,其中神经系统以中枢神经系统受累为主,周围神经系统病变较少见。周围神经系统病变可发生在 SLE 的任一阶段,但部分患者因缺乏典型的临床症状,易被临床医师忽略,造成误诊和漏诊,被重视时往往已出现较为严重的神经损害,

表 2 三组间常规超声及 SWE 参数比较

	A 组(n=33)	B 组(n=39)	C 组(n=59)	F	P
左右径(mm)	2.53±0.30	2.59±0.30	2.52±0.24	0.880	0.417
前后径(mm)	1.61±0.20	1.63±0.21	1.67±0.16	1.262	0.287
周长(mm)	7.95±0.86	7.91±0.96	7.67±0.76	1.493	0.229
CSA(mm ²)	3.09±0.68	3.59±1.09	3.52±1.05	2.728	0.069
E_{max} (kPa)	74.37±13.20 ^{1,2}	63.02±14.32 ²	43.72±11.90	72.527	<0.001
E_{min} (kPa)	62.06±14.91 ^{1,2}	53.82±13.25 ²	35.88±10.57	57.781	<0.001
E_{mean} (kPa)	68.27±14.41 ^{1,2}	58.61±13.51 ²	39.75±11.37	63.359	<0.001

注:1:与 B 组比较, $P<0.05$;2:与 C 组比较, $P<0.05$ 。

表 3 SWE 参数诊断腓肠神经受损的 ROC 曲线

	敏感度	特异度	Youden 指数	最佳截断值(kPa)	AUC	标准误	P	95%CI
E_{max}	78.8%	61.3%	0.521	64.68	0.706	0.060	0.003	0.588~0.825
E_{min}	67.7%	64.8%	0.606	58.10	0.653	0.065	0.026	0.526~0.780
E_{mean}	69.7%	65.3%	0.776	62.08	0.685	0.063	0.007	0.562~0.808

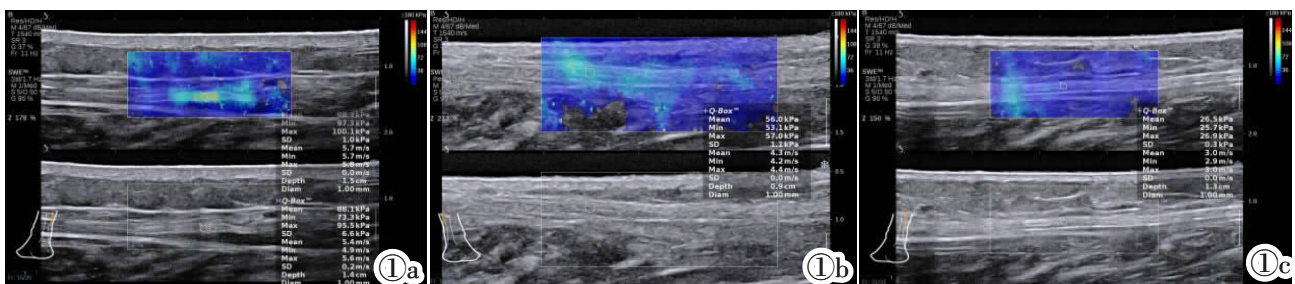


图 1 SWE 测量小腿后部中下 1/3 处腓肠神经声像图。图 1a:A 组患者腓肠神经 SWE 图显示腓肠神经呈淡黄色;图 1b:B 组患者腓肠神经 SWE 图显示腓肠神经呈深蓝色;图 1c:C 组患者腓肠神经 SWE 图,显示腓肠神经呈纯蓝色。

Figure 1. SWE measurement of sural nerve sonogram at the middle and lower part of the leg. Figure 1a: SWE of sural nerve in group A shows that the sural nerve is light yellow. Figure 1b: SWE of sural nerve in group B shows that the sural nerve is dark blue. Figure 1c: SWE of sural nerve in group C shows that the sural nerve is pure blue.

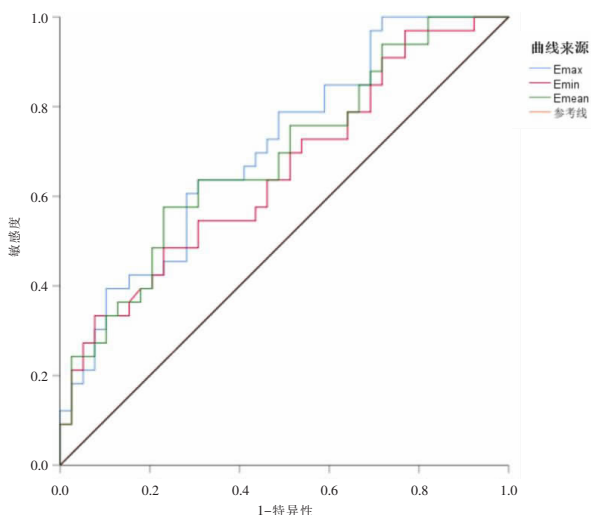


图2 腓肠神经 SWE 参数诊断周围神经系统病变的 ROC 曲线。

Figure 2. ROC curve of sural nerve SWE parameters in diagnosis of peripheral neuropathy.

虽可予以治疗以抑制病情活动及改善症状，但会出现不可逆的后遗症，严重影响患者生活质量。文献报道 SLE 伴发周围神经系统病变约为 13.5%，主要累及腓肠神经、腓总神经和正中神经^[6]。累及腓肠神经常引起神经分布区域的感觉减退，且腓肠神经还是神经活检的主要取材部位，因此对 SLE 患者腓肠神经的评估具有重要临床意义。

目前，SLE 周围神经病变诊断依赖于神经电生理检查^[7]。该方法能判断被测神经传导是否受损及受损程度，但其为有创检查，容易损伤神经，且成本高、检查时间较长及缺乏形态学内容，因此存在一定的局限性。常规超声对神经的可视化效果良好，但仅能观察神经直径、横截面积及神经内血流等信息，且周围神经系统病变早期这些改变均不明显。因此，寻求一种能早期诊断 SLE 周围神经病变的无创方法显得尤为重要。

SWE 通过量化力学和弹性组织特性，补充了在灰阶(B 模式)超声和彩色多普勒超声的诊断信息，获取组织的弹性信息，提高对不同组织病理状态的分辨力，为疾病的早期诊断提供重要的参考依据；且相对传统弹性成像技术，SWE 不需要增加压力，具有更好的稳定性^[8]。文献报道认为，SWE 在评估各种肌肉骨骼软组织(包括肌腱、肌肉、神经和韧带)的创伤和病理状况方面具有显著价值^[9-10]。

文献报道，健康成人腓肠神经剪切波杨氏模量与年龄呈负相关，不同年龄段之间有差异，但不同性别之间无明显差异^[11]，故本研究 C 组未匹配性别因素。本研究结果 C 组左、右侧腓肠神经 SWE 参数 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 值之间无明显统计学差异($P>0.05$)，故选取两侧平均值进行统计学分析。本研究结果腓肠

神经常规超声参数 D_1 、 D_2 、C 及 CSA 值差异无统计学意义($P>0.05$)，表明腓肠神经受累时常规超声改变不明显。传统超声诊断神经病变研究主要基于 CSA 测量^[6,12]。文献报道认为糖尿病周围神经病变组腓肠神经 CSA 较对照组及非糖尿病周围神经病变组大，差异有统计学意义($P<0.05$)，与本研究报告不一致^[13]。尽管 CSA 可以反应神经肿胀程度，但在有和无周围神经系统病变的神经之间存在相当大的重叠，此外本研究 CSA 最小单位为 1 mm^2 ，文献 CSA 最小单位为 0.1 mm^2 ，以上两者可能是研究结果不一致原因之一。在 SWE 图像上，组织硬度越大，颜色越偏红；硬度越小越偏蓝^[14]。本研究显示，A 组腓肠神经图像为淡黄色，B 组表现为深蓝色，而正常人为均匀纯蓝色。SWE 图像三组间有明显区别。杨氏模量数值越大，代表硬度越高。本研究结果 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 值均为 A 组>B 组>C 组。以上研究推测 A 组神经杨氏模量值增加的原因大致归纳以下两方面：一方面可能与 SLE 的病理机制有关，异常抗体、细胞因子、补体、免疫调节基因等多种因素共同作用，抗体介导的神经细胞直接损伤与抗体诱导的血液动力学异常间接损伤导致神经损伤^[15]。神经的病理结构改变，导致杨氏模量值的增加。另一方面与神经内压力的改变有关，神经束膜是神经束周围的结缔组织，为一种坚韧的纤维成分，不容易发生形变，它能维持神经内的组织压力保持一定水平。当神经受损时，神经发生水肿，神经内压力增加，且神经长期水肿导致纤维化，神经束膜及神经变得僵硬，更难发生形变，进而导致神经硬度增加^[16]。对于 B 组相较于 C 组神经杨氏模量值增加，其原因可能为：B 组虽未达到诊断为周围神经系统病变的标准，但 SLE 患者的腓肠神经存在一定受损的可能，表明 SLE 患者腓肠神经硬度发生改变可能早于神经电生理的改变及其出现临床症状，进而说明硬度改变可以反应神经早期病理改变，当然也不排除抽样误差等因素的影响。本研究 A 组 E_{max} 、 E_{min} 、 E_{mean} 三个参数值均大于 C 组和 B 组，三者的 ROC 曲线下面积分别为 0.706、0.653、0.685，以 E_{max} 的 AUC 最高，但三者诊断效能比较无明显差异。

本研究存在一定的局限性：第一，杨氏模量均值的差异性较大，可能与样本含量相对较少，存在抽样误差有关，此后应加大样本含量，以获得大样本 SLE 周围神经病人群的腓肠神经杨氏模量值，为临床诊断 SLE 神经受损提供较为稳定的参考值；第二，腓肠神经较细，位置比较表浅，检查过程中探头需要紧贴皮肤，测量时难免会受外力等因素影响，因此操作时尽量避免超声探头用力挤压皮肤及探头与皮肤直接接触，对于后者探头表面可多涂抹耦合剂或使用

导声垫,以此获得稳定的弹性图像和测量值,进而提高准确性,必要时可进行多次检测。

综上所述,SWE 能够客观有效提供神经硬度变化的信息,为临床医生早期诊断 SLE 周围神经受损提供参考依据,是一种有效的辅助检查技术,具有一定的临床应用前景。

[参考文献]

- [1]李晓露,夏建国. 静息态功能磁共振成像在系统性红斑狼疮中的研究进展[J]. 临床放射学杂志,2022,41(5):970-973.
- [2]Aringer M, Costenbader K, Daikh D, et al. 2019 European League Against Rheumatism/American College of Rheumatology Classification Criteria for Systemic Lupus Erythematosus [J]. *Arthritis Rheumatol*, 2019, 71(9): 1400-1412.
- [3]张凯莉,徐建光. 临床实用神经肌电图诊疗技术[M]. 上海:复旦大学出版社,2004:4.
- [4]Durcan L, O'Dwyer T, Petri M. Management strategies and future directions for systemic lupus erythematosus in adults [J]. *Lancet*, 2019, 393(10188): 2332-2343.
- [5]Kiriakidou M, Ching CL. Systemic lupus erythematosus [J]. *Ann Intern Med*, 2020, 172(11): ITC81-ITC96.
- [6]Florica B, Aghdassi E, Su J, et al. Peripheral neuropathy in patients with systemic lupus erythematosus [J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2011, 41(2): 203-211.
- [7]Mahran SA, Galluccio F, Khedr TM, et al. Peripheral neuropathy in systemic lupus erythematosus: what can neuromuscular ultrasonography(NMUS) tell us? A cross-sectional study[J]. *Lupus Sci Med*, 2021, 8(1): e000521.
- [8]Sung JH, Kwon YJ, Baek SH, et al. Utility of shear wave elastography and high-definition color for diagnosing carpal tunnel syndrome[J]. *Clin Neurophysiol*, 2022, 135: 179-187.
- [9]耿丰勤,陈超,沈素红. 基于剪切波弹性成像技术量化评估正中神经弹性特征的相关研究[J]. 中国临床医学影像杂志,2021,32(5): 366-370.
- [10]朱家安. 弹性成像在肌骨超声中的应用[J]. 临床超声医学杂志, 2021,23(7):481-482.
- [11]刘艳艳,吴贻宏,朱春苗,等. 实时剪切波弹性成像技术对正常人腓肠神经硬度的初步研究 [J]. 海南医学,2019,30 (11):1415-1418.
- [12]Cartwright MS, Passmore LV, Yoon JS, et al. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography[J]. *Muscle Nerve*, 2008, 37(5): 566-571.
- [13]霍中元,王欣欣,赵红艳,等. 糖尿病周围神经病变患者腓肠神经与跟腱病变的超声测值变化及相关性研究 [J]. 中风与神经疾病杂志,2020,37(4):341-344.
- [14]穆晶晶,陈斌娟,逯雪峰,等. 剪切波弹性成像在 2 型糖尿病腓肠神经病变中的应用[J]. 中国康复理论与实践,2019,25(2):213-216.
- [15]Muscal E, Brey RL. Neurologic manifestations of systemic lupus erythematosus in children and adults [J]. *Neurol Clin*, 2010, 28 (1): 61-73.
- [16]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.
- (上接 350 页)
- [9]Grigsby PW, Massad LS, Mutch DG, et al. FIGO 2018 staging criteria for cervical cancer: Impact on stage migration and survival[J]. *Gynecol Oncol*, 2020, 157(3): 639-643.
- [10]Liu X, Wang W, Hu K, et al. A risk stratification for patients with cervical cancer in stage IIIC1 of the 2018 FIGO staging system[J]. *Sci Reports*, 2020, 10(1): 1-7.
- [11]Kido A, Nakamoto Y. Implications of the new FIGO staging and the role of imaging in cervical cancer[J]. *Br J Radiol*, 2021, 94 (1125): 20201342.
- [12]木朝宇,张晓梅,范德胜,等. 高危型 HPV 感染亚型分布及其与宫颈病变和宫颈癌的关系 [J]. 蚌埠医学院学报,2023,48(1): 130-134.
- [13]McComas KN, Torgeson AM, Ager BJ, et al. The variable impact of positive lymph nodes in cervical cancer: Implications of the new FIGO staging system [J]. *Gynecol Oncol*, 2020, 156 (1): 85-92.
- [14]Jeong SY, Park H, Kim MS, et al. Pretreatment lymph node metastasis as a prognostic significance in cervical cancer: comparison between disease status [J]. *Cancer Res Treatment*, 2020, 52(2): 516-523.
- [15]Bhatla N, Singhal S, Dhamija E, et al. Implications of the revised cervical cancer FIGO staging system [J]. *Indian J Med Res*, 2021, 154(2): 273-283.
- [16]Gouy S, Seebacher V, Chargari C, et al. False negative rate at ¹⁸F-FDG PET/CT in para-aortic lymphnode involvement in patients with locally advanced cervical cancer: impact of PET technology[J]. *BMC Cancer*, 2021, 21(1): 1-9.
- [17]侯丽娜,崔艳芬,郭凌云,等. 多参数 MRI 的影像学融合模型在术前预测宫颈癌淋巴结转移的应用价值 [J]. 中华解剖与临床杂志,2020,25(3):213-220.
- [18]Saleh M, Virarkar M, Bhosale P, et al. Endometrial cancer, the current international federation of gynecology and obstetrics staging system, and the role of imaging [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2020, 44(5): 714-729.
- [19]Shibutani T, Nagao S, Suzuki K, et al. Treatment strategy for locally advanced squamous cell cervical cancer with clinically positive pelvic lymph nodes metastasis[J]. *J Obstetr Gynecol Res*, 2021, 47(7): 2442-2448.
- [20]de Gregorio A, Widschwendter P, Ebner F, et al. Influence of the new FIGO classification for cervical cancer on patient survival: a retrospective analysis of 265 histologically confirmed cases with FIGO stages I A to II B [J]. *Oncology*, 2020, 98(2): 91-97.
- [21]Luo L, Luo Q, Tang L. Diagnostic value and clinical significance of MRI and CT in detecting lymph node metastasis of early cervical cancer[J]. *Oncol Lett*, 2020, 19(1): 700-706.
- [22]Kim J, Cho Y, Kim N, et al. Magnetic resonance imaging-based validation of the 2018 FIGO staging system in patients treated with definitive radiotherapy for locally advanced cervix cancer[J]. *Gynecol Oncol*, 2021, 160(3): 735-741.