

高频超声及剪切波弹性成像观察过敏性紫癜 皮肤受累变化

滕芳彤, 王鑫瑶, 刘来宏, 崔洪岩

摘要 **目的** 应用高频超声及剪切波弹性成像(SWE)观察过敏性紫癜不同治疗阶段皮肤受累变化。**方法** 选取我院就诊的过敏性紫癜患者 28 例(病例组)及同期健康体检者 30 例(对照组),应用高频超声及 SWE 分别检测左侧胫前皮肤真皮层及皮下组织层厚度,以及杨氏模量平均值(Emean)、最大值(Emax)、最小值(Emin),比较病例组入院时、出院时、停药时及对照组上述参数的差异。**结果** 病例组入院时、出院时真皮层及皮下组织层厚度均较对照组增大,入院时、出院时真皮层及皮下组织层 Emean、Emax、Emin,以及停药时真皮层 Emean、Emax、Emin 均较对照组增大,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);停药时真皮层及皮下组织层厚度,以及皮下组织层 Emean、Emax、Emin 与对照组比较差异均无统计学意义。病例组入院时、出院时及停药时真皮层及皮下组织层厚度、Emean、Emax、Emin 均逐渐减小,两两比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。**结论** 高频超声及 SWE 均可以敏感观察过敏性紫癜不同治疗阶段皮肤受累变化。

关键词 超声检查;剪切波弹性成像;过敏性紫癜

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]A

Observation of skin involvement changes in Henoch-Schönlein purpura by high-frequency ultrasound and shear wave elastography

TENG Fangtong, WANG Xinyao, LIU Laihong, CUI Hongyan

Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116027, China

ABSTRACT **Objective** To observe the skin involvement changes at different treatment time points of Henoch-Schönlein purpura by high-frequency ultrasound and shear wave elastography (SWE). **Methods** A total of 28 patients with Henoch-Schönlein purpura (case group) treated in our hospital and 30 healthy individuals (control group) during the same period were enrolled. High-frequency ultrasound and SWE were used to measure the thickness of the dermal and subcutaneous tissue layers of the left anterior tibial skin, as well as the mean, maximum, minimum Young's modulus (Emean, Emax, Emin). The differences in above parameters between the case group at admission, discharge, drug withdrawal and the control group were compared. **Results** Compared with the control group, the thickness of the dermal and subcutaneous tissue layers in the case group at admission and discharge were significantly higher, and the Emean, Emax, and Emin of the dermal and subcutaneous tissue layers at admission and discharge, as well as those of the dermal layer at drug withdrawal were higher, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). At drug withdrawal, the thickness of the dermal and subcutaneous tissue layer, as well as Emean, Emax, and Emin of the subcutaneous tissue layers in the case group showed no statistically significant differences compared to those in the control group. In the case group, the thickness of the dermal and subcutaneous tissue layers, as well as Emean, Emax, and Emin were gradually decreased at admission, discharge, and drug withdrawal. There were statistically significant differences in pairwise comparisons (all $P < 0.05$). **Conclusion** High-frequency ultrasound and SWE can sensitively observe the skin involvement changes at different treatment time points of Henoch-Schönlein purpura.

KEY WORDS Ultrasonography; Shear wave elastography; Henoch-Schönlein purpura

过敏性紫癜 (Henoch-Schönlein purpura, HSP) 是一种常发生于儿童的系统性小血管炎,但也可在成人中表现为更明显的全身受累^[1]。其首发症状通常是皮肤紫癜,多对称分布于重力或压力依赖区,如双下肢远端及臀部^[2],其中以双侧胫前皮肤最常受累。临床表现为皮下青紫色瘀点,压之不褪色。既往 HSP 的诊治多依靠皮肤科医师视诊及临床经验,缺乏客观的影像学评价指标。高频超声及剪切波弹性成像 (shear wave elastography, SWE) 作为一种非侵入性诊断技术,在炎症性皮肤病变中的应用也日益增多,其中高频超声可以直观测量皮肤各层厚度, SWE 可获取杨氏模量值以分析皮肤硬度,二者均有助于观察皮肤疾病进展,为 HSP 的精准化诊治提供良好的技术支持。本研究应用高频超声及 SWE 观察 HSP 不同治疗阶段皮肤受累变化,旨在为其临床诊疗提供客观影像学参考。

资料与方法

一、研究对象

选取 2024 年 3~10 月就诊于我院的 28 例单纯型 HSP 患者 (病例组),男 18 例,女 10 例,年龄 12~74 岁,平均 (38.54±18.40) 岁;另选同期健康管理中心 30 例健康者为对照组,男 20 例,女 10 例,年龄 20~62 岁,平均 (39.17±10.30) 岁。两组年龄及性别比较差异均无统计学意义。纳入标准:① HSP 诊断参考 2006 年欧洲抗风湿病联盟和欧洲儿科风湿病协会联合制订的诊断标准^[3],单纯型 HSP 仅表现为单纯皮疹而无其他症状;② 配合图像采集,影像学资料完整;③ 皮疹发病部位为胫前皮肤。排除标准:① 妊娠期或哺乳期;② 伴有其他皮肤疾病或免疫系统疾病;③ 测量部位有皮肤瘢痕。本研究经我院医学伦理委员会批准 (批准号: KY2024-208-01),所有研究对象均签署知情同意书。

二、仪器与方法

使用迈瑞 Resona R7 彩色多普勒超声诊断仪,线阵探头,频率 20 MHz。受检者平躺于检查床上,身体放松,于左侧胫前皮肤放置超声引导垫,涂抹耦合剂,采用肌骨模式,将探头垂直置于测量处,避免施压,在清晰显示皮肤表皮层、真皮层及皮下组织层时测量真皮层及皮下组织层厚度;切换至 SWE 模式,将目标区域设置为皮肤全层,待图像稳定后,设置直径为 1 mm 感兴趣区,获取杨氏模量平均值 (E_{mean})、最大值 (E_{max})、最小值 (E_{min}),所有参数均重复测量 3 次取平均值。以上操作均由 1 名具有 5 年以上工作经验的超声医师完成。比较病例组入院时、出院时 (HSP 患者无新发皮损,原有皮损大部分消退)、停药时 (HSP 患者皮损完全消退,口服药物后病情平稳 1 个月以上) 及对照组上述参数的差异。

三、统计学处理

应用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,病例组不同治疗阶段比较采用重复测量方差分析,组间两两比较采用 Bonferroni 校正;病例组不同治疗阶段与对照组比较采用独立样本 *t* 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

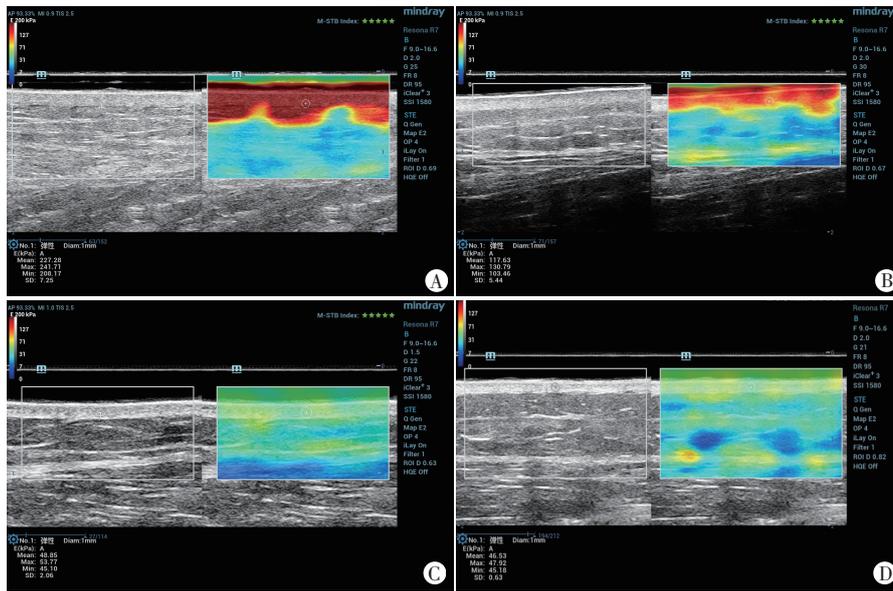
1. 病例组入院时、出院时真皮层及皮下组织层厚度均较对照组增大,入院时、出院时真皮层及皮下组织层 E_{mean}、E_{max}、E_{min},以及停药时真皮层 E_{mean}、E_{max}、E_{min} 均较对照组增大,差异均有统计学意义 (均 *P* < 0.05);停药时真皮层及皮下组织层厚度,以及皮下组织层 E_{mean}、E_{max}、E_{min} 与对照组比较差异均无统计学意义。见表 1 和图 1。

2. 病例组入院时、出院时及停药时真皮层及皮下组织层厚度、E_{mean}、E_{max}、E_{min} 均逐渐减小,不同治疗阶段两两比较差异均有统计学意义 (均 *P* < 0.05)。见表 1 和图 1。

表 1 两组高频超声及 SWE 参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	高频超声参数		SWE 参数					
	真皮层厚度 (cm)	皮下组织层厚度 (cm)	真皮层 E _{mean} (kPa)	真皮层 E _{max} (kPa)	真皮层 E _{min} (kPa)	皮下组织层 E _{mean} (kPa)	皮下组织层 E _{max} (kPa)	皮下组织层 E _{min} (kPa)
病例组								
入院时	0.16±0.03*	0.81±0.22*	226.63±30.30*	252.65±40.38*	196.01±23.72*	136.49±35.86*	159.48±41.07*	114.37±33.94*
出院时	0.14±0.02* [#]	0.68±0.16* [#]	110.74±22.93* [#]	122.33±23.91* [#]	98.56±22.93* [#]	70.68±22.83* [#]	87.54±25.08* [#]	59.07±19.91* [#]
停药时	0.12±0.01* ^{#&}	0.52±0.08* ^{#&}	52.78±14.90* ^{#&}	55.25±16.26* ^{#&}	48.98±14.54* ^{#&}	28.53±5.55* ^{#&}	32.56±5.99* ^{#&}	23.58±4.85* ^{#&}
对照组	0.12±0.01	0.51±0.08	46.20±5.47	48.52±6.07	42.70±8.03	27.19±4.88	31.60±5.27	22.65±6.03

与对照组比较,**P* < 0.05;与病例组入院时比较,**P* < 0.05;与病例组出院时比较,&*P* < 0.05。SWE:剪切波弹性成像;E_{mean}、E_{max}、E_{min}:分别为杨氏模量平均值、最大值、最小值



A~C: 病例组一患者(男, 50岁)入院时真皮层 Emean、Emax、Emin 分别为 227.28、241.71、208.17 kPa, 出院时真皮层 Emean、Emax、Emin 分别为 117.63、130.79、103.46 kPa, 停药时真皮层 Emean、Emax、Emin 分别为 48.85、53.77、45.10 kPa; D: 对照组一健康体检者(男, 48岁)真皮层 Emean、Emax、Emin 分别为 46.53、47.92、45.18 kPa

图1 两组左侧肘前皮肤 SWE 图

讨论

HSP 是累及毛细血管的白细胞破碎性血管炎, 其中免疫球蛋白 A 沉积是血管受累的标志^[4-5]。皮肤紫癜通常为 HSP 患者的首发症状, 亦是最常见的临床表现, 重症 HSP 患者可进展为皮肤坏死及溃疡, 增加诊断难度, 延误治疗时机, 进而影响疾病预后^[6-7]。既往研究^[8]多局限于 HSP 并发症的诊断和治疗, 对单纯型 HSP 皮肤受累变化尚缺乏影像学评价指标。皮肤镜、光学相干断层扫描及反射式共聚焦显微镜等影像技术虽在皮肤表层结构成像方面具有较高分辨率, 但其组织穿透深度有限, 难以全面评估深层皮肤组织及病变范围^[9]。高频超声作为一种无创、实时的影像学工具, 在浅表组织尤其是肌骨系统中应用日益广泛, 其能够动态观察 HSP 患者皮肤的生理结构, 包括皮肤厚度、回声特征及血流信号, 是临床检查的有效辅助手段; 同时可通过与周边正常组织对比辅助判断炎症类疾病的病变范围及活动性, 对观察 HSP 皮肤受累变化具有一定临床价值^[10-11]。皮肤组织弹性变化是血管炎类疾病的重要特征, 在评估皮肤组织不同治疗阶段弹性的变化具有重要意义。SWE 能够通过定量分析组织在外力作用下的形变程度从而评估其硬度^[12-13]。本研究应用高频超声及 SWE 观察 HSP 不同治疗阶段皮肤受累变化, 旨在为影像学随访提供参考。

本研究通过动态监测 HSP 患者皮肤结构变化发

现, 病例组入院时真皮层及皮下组织层厚度均较对照组增大, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 其病理基础与 HSP 特征性血管炎性改变密切相关, 即微血管内皮细胞间连接蛋白表达下调, 导致中性粒细胞跨内皮迁移及嗜酸性粒细胞趋化因子释放增加^[14]。这种级联反应促使血管通透性升高(较正常血管增加 3~5 倍), 血浆蛋白及红细胞外渗至真皮网状层, 形成特征性紫癜皮损, 并通过组织胶体渗透压改变引发间质水肿^[15]。高频超声下, 正常皮肤表现为 2 条界限清晰的强回声线之间存在 1 层中至低回声的结构, 对应皮肤真皮层, 其回声分布均匀, 轮廓清晰^[16]。而 HSP 皮肤受累表现为真皮层回声增强, 与表皮层及皮下组织层之间界限模糊, 部分患者可出现真皮层及皮下组织层回声欠均匀现象, 表明此时 HSP 处于炎症细胞浸润阶段。另外, 本研究结果显示, 病例组出院时真皮层及皮下组织层厚度低于入院时, 但仍高于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 停药时真皮层及皮下组织层厚度与对照组比较差异均无统计学意义; 病例组入院时、出院时、停药时真皮层及皮下组织层厚度均逐渐减小, 不同治疗阶段两两比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。表明随着治疗时间的推移, HSP 患者的炎症反应逐步减退, 间质水肿程度逐渐缓解^[17], 皮肤各层厚度相应减小; HSP 患者停药时真皮层及皮下组织层厚度恢复正常, 提示其可作为反映 HSP 皮肤受累程度及其动态变化的影像学指标, 与既往研究^[18]结论一致, 进一步支持真皮层及皮下组织层厚度在观察 HSP 不同治疗阶段皮肤受累变化中的潜在价值。

SWE 基于声辐射力脉冲激发组织产生横波, 通过测量剪切波传播速度换算杨氏模量值, 组织硬度与杨氏模量值呈正相关。本研究采用 Emean、Emax 及 Emin 3 个参数系统量化皮肤生物力学特性, 结果显示病例组入院时、出院时真皮层及皮下组织层 Emean、Emax、Emin, 以及停药时真皮层 Emean、Emax、Emin 均较对照组增大, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 停药时皮下组织层 Emean、Emax、Emin 与对照组比较差异均无统计学意义。病例组入院时、出院时、停药时真皮

层及皮下组织层厚度在观察 HSP 不同治疗阶段皮肤受累变化中的潜在价值。

层及皮下组织层 Emean、Emax、Emin 均逐渐减小,不同治疗阶段两两比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。表明 SWE 可动态反映上述病理进程,其测值随治疗进行而下降,提示 SWE 在 HSP 皮肤病变观察中具有良好的动态监测意义。可能的作用机制为:HSP 患者入院时,常可观察到免疫复合物及多种炎症介质沉积于皮肤小血管壁,进而诱发血管内皮细胞肿胀及通透性增加^[19],同时在病变进展过程中可见局灶性纤维蛋白样坏死^[20]。上述病理变化导致真皮层组织间质张力增高、胶原纤维排列紊乱,同时弹性纤维减少,致使局部皮肤硬度增加。患者出院时及停药时,皮肤局部炎症反应逐步减轻,血管通透性恢复,水肿及炎细胞浸润减少,弹性回升即皮肤硬度逐渐下降。由于皮肤真皮层包含胶原纤维、弹力纤维和基质成分,其主要功能是保持皮肤的弹性和韧性,且 HSP 的血管炎症主要累及真皮层,故停药时真皮层硬度也尚未恢复正常;表明 SWE 在观察 HSP 患者皮肤受累变化中较高频超声具有更高的灵敏度及精确度。分析原因为:皮下组织层位于真皮层的深方,由疏松结缔组织和脂肪小叶组成。脂肪组织弹性较软且位置深,受炎症影响较小,故早于真皮层恢复正常。

综上所述,高频超声及 SWE 均可用于观察 HSP 患者不同治疗阶段皮肤受累变化,为其疗效随访提供影像学参考。但本研究样本量较小,今后需扩大样本量并延长随访时间深入探讨。

参考文献

- [1] Harris BW, Maxfield L, Hunter A, et al. Worldwide distribution and extracutaneous manifestations of Henoch-Schönlein purpura in adults: narrative review[J]. JMIR Dermatol, 2024, 7: e49746.
- [2] Chen O, Zhu XB, Ren P, et al. Henoch Schonlein purpura in children: clinical analysis of 120 cases[J]. Afr Health Sci, 2013, 13(1): 94-99.
- [3] Ruperto N, Ozen S, Pistorio A, et al. EULAR/PRINTO/PRES criteria for Henoch-Schönlein purpura, childhood polyarteritis nodosa, childhood Wegener granulomatosis and childhood Takayasu arteritis: Ankara 2008. Part I: overall methodology and clinical characterisation[J]. Ann Rheum Dis, 2010, 69(5): 790-797.
- [4] 张碧丽, 王文红, 范树颖. 儿童过敏性紫癜 575 例分析[J]. 中华儿科杂志, 2001, 39(11): 646-649.
- [5] Li Y, Sui X, Zhu H, et al. Histopathological and immunological changes during the acute and recovery phase in Henoch-Schönlein purpura rabbit model[J]. Arch Dermatol Res, 2017, 309(1): 21-30.
- [6] Rhim JW, Lee YT, Kang HM, et al. Changes in clinical features in Henoch-Schönlein purpura during three decades: an observational study at a single hospital in Korea[J]. Clin Rheumatol, 2019, 38(10): 2811-2818.
- [7] Ramelli V, Lava SA, Simonetti GD, et al. Blistering eruptions in childhood Henoch-Schönlein syndrome: systematic review of the literature[J]. Eur J Pediatr, 2017, 176(4): 487-492.
- [8] Zhang Q, Guo Q, Gui M, et al. Henoch-Schönlein purpura with acute pancreatitis: analysis of 13 cases[J]. BMC Pediatr, 2018, 18(1): 159.
- [9] Kittler H, Marghoob AA, Argenziano G, et al. Standardization of terminology in dermoscopy/dermatology: results of the third consensus conference of the international society of dermoscopy[J]. J Am Acad Dermatol, 2016, 74(6): 1093-1106.
- [10] Tang Y, Cheng S, Tang X, et al. Quantification of skin lesions using high-frequency ultrasound and shear wave elastography in port-wine stain patients: a clinical study[J]. Ann Transl Med, 2019, 7(24): 803.
- [11] Giavedoni P, Podlipnik S, Fuentes de Vega I, et al. High-frequency ultrasound to assess activity in connective tissue panniculitis[J]. J Clin Med, 2021, 10(19): 4516.
- [12] Dejong HM, Abbott S, Zelesco M, et al. The validity and reliability of using ultrasound elastography to measure cutaneous stiffness, a systematic review[J]. Int J Burns Trauma, 2017, 7(7): 124-141.
- [13] Sobolewski P, Maślińska M, Zakrzewski J, et al. Applicability of shear wave elastography for the evaluation of skin strain in systemic sclerosis[J]. Rheumatol Int, 2020, 40(5): 737-745.
- [14] Cartwright IM, Zhou L, Koch SD, et al. Chlorination of epithelial tight junction proteins by neutrophil myeloperoxidase promotes barrier dysfunction and mucosal inflammation[J]. JCI Insight, 2024, 9(14): e178525.
- [15] Martini F, Nath J, Bartholomew E. Fundamentals of anatomy and physiology[M]. 9th ed. New York: Pearson, 2011: 366-368.
- [16] Wortsman X. Common applications of dermatologic sonography[J]. J Ultrasound Med, 2012, 31(1): 97-111.
- [17] 郝帅, 米淑宏, 孙怀玉. 玫瑰痤疮的皮肤超声特征分析[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2023, 37(11): 1264-1268.
- [18] 国家皮肤与免疫疾病临床医学研究中心, 中国医师协会皮肤科医师分会皮肤外科亚专业委员会, 中国中西医结合学会皮肤性病专业委员会皮肤影像学组, 等. 常见皮肤病高频皮肤超声诊断专家共识[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2019, 11(8): 23-28.
- [19] Xu S, Han S, Dai Y, et al. A review of the mechanism of vascular endothelial injury in immunoglobulin a vasculitis[J]. Front Physiol, 2022, 13: 833954.
- [20] Jithpratuck W, Elshenawy Y, Saleh H, et al. The clinical implications of adult-onset henoch-schonlein purpura[J]. Clin Mol Allergy, 2011, 9(1): 9.

(收稿日期: 2024-11-11)