

临床研究

DOI:10.13406/j.cnki.cyx.003223

剪切波弹性成像测量宫颈硬度的可重复性研究

石丰硕,王 惠,张志君,张 燕,崔丽清,蔡 璐
(重庆医科大学附属大学城医院超声科,重庆 401331)

【摘要】目的:评价剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)测量育龄期健康未育女性宫颈杨氏模量值的可重复性。**方法:**由同一名接受过SWE检测培训的高年资医师于同一天不同时间点,前后2次对100名处于育龄期但未育的健康女性宫颈行剪切波弹性成像,测量时选取宫颈4个位点:内口前唇(anterior lip of the inner mouth, IA)、内口后唇(posterior lip of the inner mouth, IP)、外口前唇(anterior lip of the outer mouth, EA)及外口后唇(posterior lip of the outer mouth, EP),获取育龄期健康未育女性宫颈杨氏模量值。使用组内相关系数(interclass correlation coefficient, ICC)评价检查者内可重复性,同时绘制Bland-Altman散点图评价测量一致性。**结果:**宫颈4个测量位点的前后2次测值均无统计学差异($P>0.05$);宫颈IA、EA、EP处杨氏模量值的组内相关系数分别为0.828、0.785、0.768,提示组内可重复性非常好;宫颈IP处杨氏模量值的组内相关系数为0.632,提示组内可重复性好;Bland-Altman散点图提示SWE测量宫颈4个位点杨氏模量值的组内一致性均为好。**结论:**SWE可用于宫颈硬度的测量,且在宫颈不同位点均具有良好的可重复性与一致性。

【关键词】剪切波弹性成像;宫颈硬度;可重复性**【中图分类号】**R445.1**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2022-06-22Study on the repeatability of shear wave elastography
in measuring cervical hardness

Shi Fengshuo, Wang Hui, Zhang Zhijun, Zhang Yan, Cui Liqing, Cai Lu

(Department of Ultrasound, University-Town Hospital of Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To assess the repeatability of shear wave elastography (SWE) in the measurement of cervical Young's modulus in healthy childless women of childbearing age. **Methods:** SWE was performed twice on the cervix of 100 healthy childless women of childbearing age on the same day and at different time points by the same senior physician who had received SWE testing training. The cervical Young's modulus value in healthy childless women of childbearing age was obtained by measuring the following four sites of cervix: anterior lip of the inner mouth (IA), posterior lip of the inner mouth (IP), anterior lip of the outer mouth (EA) and posterior lip of the outer mouth (EP). Interclass correlation coefficient (ICC) was used to evaluate the intra-group repeatability, and Bland-Altman scatter plot was performed to assess the consistency of the measurement. **Results:** There were no statistical significances between the two measurements of the four sites of cervix ($P>0.05$). The intra-group correlation coefficients of Young's modulus at IA, EA and EP were 0.828, 0.785 and 0.768 respectively, indicating quite satisfactory repeatability. The intra-group correlation coefficient of Young's modulus at IP was 0.632, indicating satisfactory repeatability. And Bland-Altman scatter plot indicated preferable intra-group consistency of Young's modulus measured by SWE at four sites of cervix. **Conclusion:** SWE can be used to measure cervical hardness, and has good repeatability and consistency at different sites of cervix.

【Key words】shear wave elastography; cervical hardness; repeatability

超声弹性成像(ultrasound elastography, UE)是一种可对人体组织及其病变的力学性能进行定性、定量分析的新兴技术,最早由Lerner等报道,并逐渐将它作为评估各种组织弹性的实时成像工具^[1-2]。UE有多种类型,包括应力弹性成像(strain elastogra-

phy, SE)、剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)等。SE对结果的判读有较强主观性,且对检查者的熟练程度有一定要求,可重复性较差^[3]。SWE利用超声波产生辐射力,冲击组织形成剪切波,运用超高速成像系统捕捉剪切波,并通过运算获得杨氏模量值,不需依赖人工施加压力,理论上具有较好的重复性^[4]。近年来SWE已广泛用于评估宫颈功能不全、早产及流产等^[5-6]。虽然利用SWE测量宫颈硬度来预测早产、流产及鉴别宫颈病变良恶性等方面的价值已被证实,然而,上述研究中均未提到SWE测量宫颈硬度的可重复性问题,目前也鲜

作者介绍:石丰硕, Email: 237391808@qq.com,

研究方向:妇产超声诊断。

通信作者:王 惠, Email: 792591079@qq.com。

基金项目:重庆市科卫联合医学科研资助项目(编号:2021MSXM126)。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms2/detail/50.1046.R.20230602.1340.004.html>

(2023-06-04)

有对 SWE 测量宫颈硬度可重复性的报道。鉴于此,本研究拟评估 SWE 测量育龄期健康未育女性宫颈杨氏模量值的可重复性与一致性,以期为临床使用 SWE 测量宫颈硬度提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2021 年 12 月至 2022 年 8 月于重庆医科大学附属大学城医院行妇科体检的育龄期健康未育女性 100 例。纳入标准:①既往无宫颈炎、宫颈息肉、宫颈肌瘤、人乳头瘤病毒感染、宫颈上皮内瘤变及宫颈癌等宫颈病变;②影像学、阴道镜、实验室检查宫颈均无明显异常;③子宫位置为前倾前屈者。排除标准:①既往无性生活者;②既往有人工流产、剖宫产及宫颈手术史;③病历资料不完善者。本研究已通过医院人体试验伦理委员会审查批准(LL-202019),并取得患者知情同意。

1.2 仪器与方法

使用法国 Supersonic Imagine AixPloer 超声诊断仪,配有实时剪切波弹性成像软件,选用 3~12 MHz 腔内探头。所有操作均由同一接受过宫颈 SWE 检测培训的高年资医生完成。嘱被检查者排空膀胱(尿量<50 mL)后取截石位,充分暴露会阴,将腔内探头涂抹耦合剂后套入避孕套,经阴道送入,直至触及宫颈而不致使其发生形变,显示宫颈正中矢状切面,调节深度使目标区域大小为屏幕的 1/3,启动剪切波弹性成像功能,调节感兴趣区(region of interest, ROI)直径为 5 mm,待图像稳定后冻结,分别于宫颈 4 个位点即内口前唇(anterior lip of the inner mouth, IA)、内口后唇(posterior lip of the inner mouth, IP)、外口前唇(anterior lip of the outer mouth,

EA)及外口后唇(posterior lip of the outer mouth, EP)进行 2 次测量,每次间隔时间为 1 h,得到平均杨氏模量值(E_{mean})。宫颈剪切波弹性成像杨氏模量值测量图如图 1 所示。

1.3 统计学处理

使用 SPSS 25.0 统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。2 组比较采用 t 检验,多组比较采用单因素方差分析,组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)分析组内可重复性,其中 ICC 值 ≥ 0.75 为可重复性非常好,0.40~0.75 为可重复性好,0.20~0.40 为可重复性一般^[7]。运用 Medcalc 统计软件绘制 Bland-Altman 散点图评价一致性。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 不同年龄段宫颈不同位点硬度比较

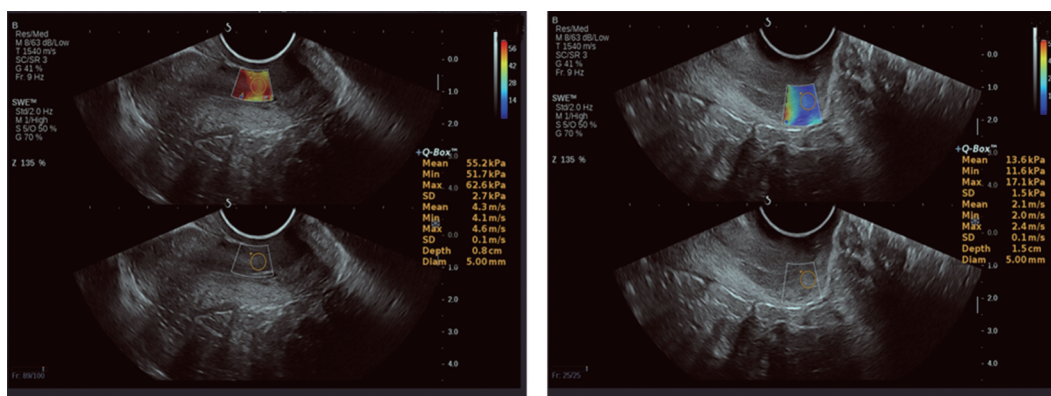
入选病例年龄为 20~35 岁,将其按不同年龄段分为 20~25 岁、26~30 岁、31~35 岁 3 组,比较 3 组宫颈 IA、IP、EA、EP 处杨氏模量值,其差异均无统计学意义。见表 1。

2.2 同一天不同时间点前后 2 次测得的宫颈不同位点硬度比较

同一天不同时间点前后 2 次测得的宫颈 IA、IP、EA 及 EP 处杨氏模量值差异均无统计学意义($P=0.742, 0.736, 0.324, 0.121$)。

2.3 检查者组内可重复性与一致性比较

同一位高年资医生使用 SWE 测量宫颈 IA、EA、EP 3 个位点检查者内可重复性均非常好,ICC 分别为 0.828、0.785、0.768,宫颈 IP 处检查者内可重复性好,ICC 值为 0.683,详见表 2;检查者组内 Bland-Altman 散点图显示同一天测量的宫颈 4 个位点杨氏模量值差值与平均值呈一致性变化趋势,详见图 2。



A. 宫颈内口前唇 SWE 成像

B. 宫颈外口后唇 SWE 成像

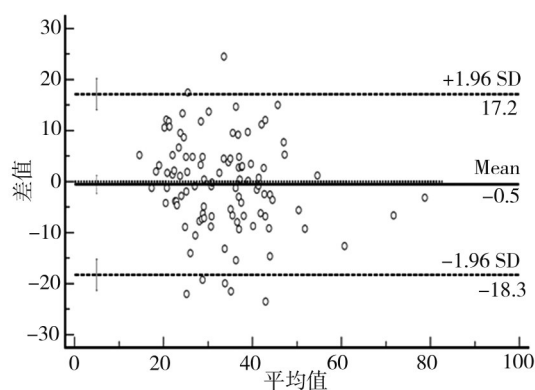
图 1 宫颈 SWE 声像图

表 1 不同年龄段宫颈 4 个位点杨氏模量比较($\bar{x} \pm s$; kPa)

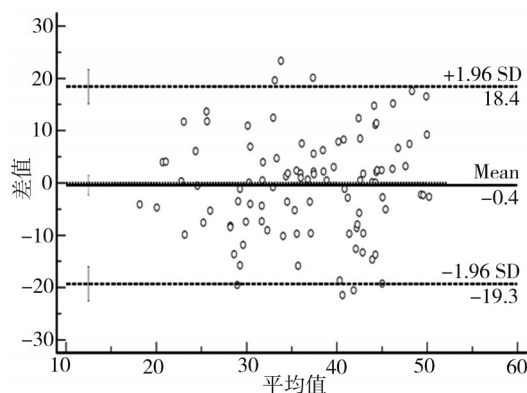
| 组别 | IA | IP | EA | EP |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 20~25 岁组($n=36$) | 33.716 \pm 2.005 | 38.559 \pm 1.356 | 24.267 \pm 1.411 | 27.550 \pm 1.473 |
| 26~30 岁组($n=38$) | 32.755 \pm 1.820 | 36.782 \pm 1.335 | 22.904 \pm 1.339 | 27.084 \pm 1.231 |
| 31~35 岁组($n=26$) | 34.319 \pm 1.729 | 33.829 \pm 1.174 | 26.017 \pm 1.977 | 26.581 \pm 1.605 |
| F/χ^2 值 | 0.167 | 2.874 | 0.960 | 0.106 |
| P 值 | 0.846 | 0.061 | 0.386 | 0.900 |

表2 宫颈不同测量位点杨氏模量值测量结果($n=100, \bar{x} \pm s; \text{kPa}$)

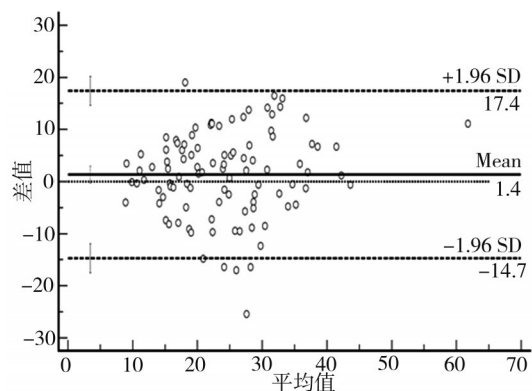
| 测量次序 | IA | IP | EA | EP |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 第一次 | 33.233 \pm 1.099 | 36.982 \pm 1.009 | 24.884 \pm 1.019 | 28.115 \pm 0.932 |
| 第二次 | 33.783 \pm 1.250 | 37.454 \pm 0.970 | 23.534 \pm 0.926 | 26.127 \pm 0.873 |
| ICC 值 | 0.828 | 0.632 | 0.785 | 0.768 |
| 95%CI | 0.744~0.884 | 0.452~0.752 | 0.680~0.855 | 0.656~0.844 |



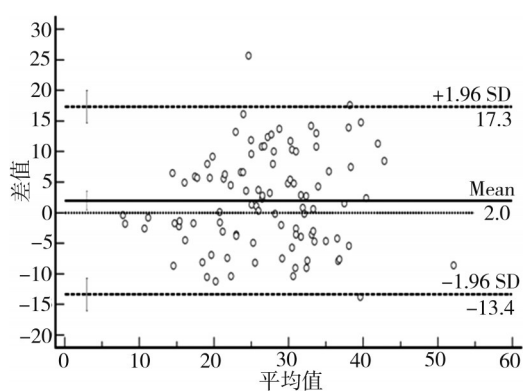
A. 宫颈内口前唇处检查者组内 Bland-Altman 散点图



B. 宫颈内口后唇处检查者组内 Bland-Altman 散点图



C. 宫颈外口前唇处检查者组内 Bland-Altman 散点图



D. 宫颈外口后唇处检查者组内 Bland-Altman 散点图

图2 宫颈不同测量位点的 Bland-Altman 散点图

3 讨论

常规经阴道超声只能显示宫颈的解剖结构等形态学信息,无法评估宫颈力学特征的改变。SWE 是一种先进的超声弹性技术,可通过彩色编码直观显示组织硬度,具有实时、定量评估各器官及其病变弹性特征的优点^[8],广泛应用于多种实质性器官,如肝脏、甲状腺、乳腺、肾脏等。近年来,SWE 也逐渐在妇产科领域展开研究,妇科主要探讨宫颈硬度与宫颈疾病的关系,产科则更关注应用 SWE 技术评估宫颈软硬度来预测流产或早产。由于宫颈组织微观结构的差异及解剖定位的差异,使得 SWE 的准确利用具有挑战性,所以对于应用 SWE 测量宫颈硬度的可重复性问题成为众多超声从业者关注的

重点。

李凌等^[9]应用 SWE 技术评估中孕期妊娠妇女宫颈硬度并探讨其对早产的预测价值,研究发现宫颈内口硬度对早产的预测效能高于宫颈外口。Gemici AA 等^[10]探讨不同条件下 SWE 与操作者之间的一致性,研究表明在宫颈不同位置检查者间的相关性不同。Manchanda S 等^[11]应用 SWE 技术对正常子宫的硬度进行定量评估。因此,提示 SWE 技术可定量评价宫颈的硬度,为临床判断宫颈的生理及病理变化提供额外的信息。

以上研究者甚至许多其他国内外研究者的结论都基于应用 SWE 技术测量宫颈内口前、后唇及外口前、后唇 4 个位点弹性参数得出。本研究发现,同一位检查者利用 SWE 技术测量育龄期健康未育女

性宫颈杨氏模量值具有良好的可重复性,与 Du L 等^[12]结果相符。可能是由于宫颈四周均有韧带固定,腔内探头能够自然紧贴而不使宫颈移动,声源距离宫颈较近,且 SWE 无需依赖操作者施加外力,致使出现假阳性或假阴性结果的概率大幅降低^[13]。本研究还发现于宫颈内口前唇、外口前唇及后唇测量宫颈杨氏模量值的可重复性非常好,而于宫颈内口后唇处测量可重复性好,分析原因可能为宫颈内口后唇处于较深位置,脉冲聚焦不同深度的组织,使得各组织弹性值具有重叠性^[14],加之易受肠道气体干扰,从而影响 2 次测量的一致性,但这一推论还未有其他相关研究验证,还需加大样本继续探究。

本研究的局限性:①未评估患有宫颈疾病或妊娠妇女宫颈杨氏模量值的可重复性。本研究对象为育龄期健康未育女性,对已经发生病变及损伤或者处于妊娠状态的宫颈使用 SWE 测量是否能得到同样的效果还需要进行下一阶段的实验来验证。②未评估子宫处于不同位置下宫颈杨氏模量值的可重复性。本研究仅纳入子宫前倾前屈者,对处于前倾后屈、平直位、后倾前屈、后倾后屈等位置的病例宫颈硬度可重复性研究还需后续进行。③未评估检查者组间的可重复性。本研究数据采集者为同一位高年资医师,未选取低年资医师与之进行对比,无法验证 SWE 的测量是否依赖操作者的熟练程度和操作稳定性。

综上所述,同一位高年资医师同一天不同时间点运用 SWE 所获得的育龄期健康未育女性宫颈杨氏模量值的可重复性好,且宫颈内口前唇、外口前唇及外口后唇的可重复性较宫颈内口后唇好,值得临床推广。SWE 技术能够用于评估宫颈硬度,可为宫颈疾病早期诊断及病理变化提供更为精确的影像学数据。

参 考 文 献

- [1] 于亚男,常洁文,米亚儒,等. 超声弹性成像技术评价周围神经病变研究概况[J]. 中国医药导刊, 2022, 24(3): 248-252.
Yu YN, Chang JW, Mi YR, et al. Research overview of the evaluation of peripheral neuropathy by ultrasonic elastography[J]. Chin J Med Guide, 2022, 24(3): 248-252.
- [2] Schmalzl J, Fenwick A, Boehm D, et al. The application of ultrasound elastography in the shoulder[J]. J Shoulder Elb Surg, 2017, 26(12): 2236-2246.
- [3] 张菁菁,徐海飞,李统怀,等. 声辐射力脉冲成像联合应力式弹性成像诊断子宫肌瘤变性的应用价值[J]. 临床超声医学杂志, 2020, 22(11): 843-846.
Zhang JJ, Xu HF, Li TH, et al. Application value of acoustic radiation force impulse imaging combined with stress elastography in the diagnosis of hystero myoma degeneration[J]. J Clin Ultrasound Med, 2020, 22(11): 843-846.
- [4] 黄点点,陈路增,邢海英,等. 正中神经剪切波弹性成像的可重复性评价[J]. 中国医学影像学杂志, 2018, 26(5): 383-387.
Huang DD, Chen LZ, Xing HY, et al. Repeatability of shear wave elastography on Median nerve[J]. Chin J Med Imaging, 2018, 26(5): 383-387.
- [5] Agarwal A, Agarwal S, Chandak S. Role of acoustic radiation force impulse and shear wave velocity in prediction of preterm birth: a prospective study[J]. Acta Radiol, 2018, 59(6): 755-762.
- [6] Ono T, Katsura D, Yamada K, et al. Use of ultrasound shear-wave elastography to evaluate change in cervical stiffness during pregnancy [J]. J Obstet Gynaecol Res, 2017, 43(9): 1405-1410.
- [7] Jansen C, Möller P, Meyer C, et al. Increase in liver stiffness after transjugular intrahepatic portosystemic shunt is associated with inflammation and predicts mortality[J]. Hepatology, 2018, 67(4): 1472-1484.
- [8] 乔晓慧,邢晋放. 剪切波超声弹性成像的原理及临床应用现状 [J]. 中国介入影像与治疗学, 2015, 12(8): 512-515.
Qiao XH, Xing JF. Principles and clinical application of shear wave elastography[J]. Chin J Interv Imaging Ther, 2015, 12(8): 512-515.
- [9] 李 凌,熊 雯,陈 琴,等. 经阴道宫颈剪切波弹性成像预测早产[J]. 中国介入影像与治疗学, 2021, 18(7): 406-410.
Li L, Xiong W, Chen Q, et al. Transvaginal cervical shear wave elastography for evaluating preterm birth[J]. Chin J Interv Imaging Ther, 2021, 18(7): 406-410.
- [10] Gemici AA, Gulsever AB, Tunca AF, et al. Shear wave elastography of the uterine cervix under different conditions with inter-operator agreement analysis[J]. Pol J Radiol, 2020, 85: e245-e249.
- [11] Manchanda S, Vora Z, Sharma R, et al. Quantitative sonoelastographic assessment of the normal uterus using shear wave elastography: an initial experience[J]. J Ultrasound Med, 2019, 38(12): 3183-3189.
- [12] Du L, Lin MF, Wu LH, et al. Quantitative elastography of cervical stiffness during the three trimesters of pregnancy with a semiautomatic measurement program: a longitudinal prospective pilot study[J]. J Obstet Gynaecol Res, 2020, 46(2): 237-248.
- [13] 张 敏. 超声弹性成像及阴道超声检查在子宫颈占位性病变诊断中的对比研究[J]. 蚌埠医学院学报, 2011, 36(4): 398-400, 404.
Zhang M. Comparative study of real-time elastography and transvaginal ultrasonography in diagnosis of cervical occupied lesions[J]. J Bengbu Med Coll, 2011, 36(4): 398-400, 404.
- [14] 郑 璇,杨 斌,石 楠. 宫颈组织剪切波弹性成像技术对流产及早产的预测价值[J]. 中国超声医学杂志, 2022, 38(1): 99-102.
Zheng X, Yang C, Shi N. Study on the predictive value of cervical tissue shear-wave elastic imaging for abortion and premature delivery[J]. Chin J Ultrasound Med, 2022, 38(1): 99-102.

(责任编辑:周一青)