

· 临床研究 ·

基于肛提肌剪切波弹性成像参数的列线图模型预测初产妇发生盆腔脏器脱垂的临床价值

赵津艺 张玉玲 胥卉苹 刘 婷 李 蔚 周江英

摘 要 **目的** 基于肛提肌剪切波弹性成像(SWE)参数构建列线图模型,探讨其预测初产妇发生盆腔脏器脱垂(POP)的临床应用价值。**方法** 选取我院产后 42 d 经阴道分娩的初产妇 107 例,以盆腔脏器脱垂定量分期法(POP-Q)评分作为 POP 诊断依据,将其分为 POP 阳性组 65 例和 POP 阴性组 42 例,应用 SWE 测量两组静息状态下右侧和左侧耻骨直肠肌杨氏模量值(rE1 和 rE2)、右侧和左侧髂尾肌杨氏模量值(rE3 和 rE4),以及缩肛状态下右侧和左侧耻骨直肠肌杨氏模量值(cE1 和 cE2)、右侧和左侧髂尾肌杨氏模量值(cE3 和 cE4),并计算两种状态下右侧和左侧耻骨直肠肌杨氏模量差值($\Delta E1$ 和 $\Delta E2$)、右侧和左侧髂尾肌杨氏模量差值($\Delta E3$ 和 $\Delta E4$),比较两组上述各参数的差异。应用二元 Logistic 回归分析筛选预测初产妇发生 POP 的独立影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各独立影响因素预测初产妇发生 POP 的诊断效能,选取其中曲线下面积(AUC)>0.850 的参数作为优选参数,并基于优选参数构建预测初产妇发生 POP 的列线图模型。绘制 ROC 曲线分析列线图模型预测初产妇发生 POP 的诊断效能,并采用 Bootstrap 法对该模型进行内部验证;采用 C-index 评价模型的区分度;校准曲线评价模型的校准度。**结果** POP 阳性组 rE1、rE2、rE3、rE4、cE1、cE2、cE3、cE4、 $\Delta E1$ 、 $\Delta E2$ 、 $\Delta E3$ 、 $\Delta E4$ 均小于 POP 阴性组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。二元 Logistic 回归分析显示, rE3、cE1、cE4、 $\Delta E1$ 、 $\Delta E2$ 、 $\Delta E4$ 均为预测初产妇发生 POP 的独立影响因素($OR=0.855, 0.796, 0.797, 0.845, 0.682, 0.669$, 均 $P<0.05$)。ROC 曲线分析显示,当 rE3、cE1、cE4、 $\Delta E1$ 、 $\Delta E2$ 、 $\Delta E4$ 截断值分别为 26.35 kPa、51.70 kPa、47.10 kPa、25.65 kPa、24.35 kPa、22.30 kPa 时,预测初产妇发生 POP 的灵敏度分别为 61.5%、89.2%、83.1%、83.1%、90.8%、72.3%,特异度分别为 81.0%、73.8%、81.0%、61.9%、71.4%、92.9%,曲线下面积分别为 0.764(95% 可信区间:0.671~0.857)、0.864(95% 可信区间:0.794~0.935)、0.866(95% 可信区间:0.797~0.936)、0.767(95% 可信区间:0.675~0.859)、0.860(95% 可信区间:0.786~0.934)、0.849(95% 可信区间:0.781~0.930);其中 cE1、cE4、 $\Delta E2$ 预测初产妇发生 POP 的 AUC 均>0.850,基于此 3 个参数建立初产妇发生 POP 的列线图模型。ROC 曲线分析显示,当列线图模型截断值为 0.48 时,预测初产妇发生 POP 的灵敏度和特异度分别为 93.8%、90.5%,AUC 为 0.952(95% 可信区间:0.910~0.993);采用 Bootstrap 法对列线图模型进行内部验证显示, C-index 为 0.952,提示该模型具有良好的区分度;校准曲线显示,列线图模型预测结果与真实结果之间符合度的平均绝对误差为 0.014,提示该模型校准度较好。**结论** 基于肛提肌 SWE 参数的列线图模型在预测初产妇发生 POP 中有一定的临床应用价值。

关键词 剪切波弹性成像;盆腔脏器脱垂;肛提肌;经阴道分娩;初产妇

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

Clinical value of nomogram model based on shear wave elastography parameters of levator ani muscle in predicting pelvic organ prolapse in primipara

ZHAO Jinyi, ZHANG Yuling, XU Huiping, LIU Ting, LI Wei, ZHOU Jiangying

Department of Ultrasound Medicine, the Wenjiang Hospital of Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610000, China

ABSTRACT Objective To explore the clinical application value of nomogram model based on shear wave elastography

基金项目:2023 年成都市卫健委医学科科研课题资助项目(2023442);2022 年成都市卫健委医学科科研课题资助项目(2022446)

作者单位:610000 成都市,四川省人民医院温江医院超声医学科(赵津艺、胥卉苹、刘婷、李蔚);成都医学院第一附属医院超声医学科(张玉玲、周江英)

通讯作者:周江英, Email: lamei0975@sina.com

(SWE) parameters of levator ani muscle in predicting pelvic organ prolapse (POP) in primipara. **Methods** A total of 107 primipara who delivered vaginally in 42 d postpartum period in our hospital were selected and divided into two groups according to the quantitative evaluation of pelvic organ prolapse (POP-Q) as the diagnostic criterion for POP, with 65 cases in the POP-positive group and 42 cases in the POP-negative group. SWE was used to measure the Young's modulus values of the right and left puborectalis muscle (rE1 and rE2) and piriformis muscle (rE3 and rE4) under the resting state. The Young's modulus values of the right and left puborectalis muscles (cE1 and cE2) and piriformis muscles (cE3 and cE4) were measured under the contracted state. The differences value in Young's modulus of the right and left puborectalis muscle ($\Delta E1$ and $\Delta E2$) and the differences value in Young's modulus of the right and left piriformis muscle ($\Delta E3$ and $\Delta E4$) were calculated under two states. All the above parameters were compared between the two groups. Binary Logistic regression analysis was used to screen the independent influencing factors for predicting the occurrence of POP in primipara. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficiency of each independent influencing factor for predicting the occurrence of POP in primipara. The parameters with an area under the curve (AUC) higher than 0.850 were selected as the preferred parameters, and a nomogram model was established based on multiple preferred parameters for predicting the occurrence of POP in primipara. ROC curve was drawn to analyze the diagnostic efficacy of the nomogram model in predicting the occurrence of POP in primipara, and the nomogram model was internally validated by Bootstrap method, and the discriminatory ability was evaluated by C-index. The calibration curve was used to evaluate the calibration degree of the nomogram model. **Results** In the POP-positive group, the rE1, rE2, rE3, rE4, cE1, cE2, cE3, cE4, $\Delta E1$, $\Delta E2$, $\Delta E3$ and $\Delta E4$ were all significantly lower than those in the POP-negative group (all $P < 0.05$). Binary Logistic regression analysis showed that rE3, cE1, cE4, $\Delta E1$, $\Delta E2$ and $\Delta E4$ were independent influencing factors for predicting the occurrence of POP in primipara ($OR = 0.855, 0.796, 0.797, 0.845, 0.682, 0.669$, all $P < 0.05$). ROC curve analysis showed that when the cut-off values of rE3, cE1, cE4, $\Delta E1$, $\Delta E2$ and $\Delta E4$ were 26.35 kPa, 51.70 kPa, 47.10 kPa, 25.65 kPa, 24.35 kPa and 22.30 kPa, respectively, the sensitivity were 61.5%, 89.2%, 83.1%, 83.1%, 90.8%, 72.3% for predicting the occurrence of POP in primipara, the specificity were 81.0%, 73.8%, 81.0%, 61.9%, 71.4%, 92.9%, and the AUC were 0.764 (95% confidence interval: 0.671~0.857), 0.864 (95% confidence interval: 0.794~0.935), 0.866 (95% confidence interval: 0.797~0.936), 0.767 (95% confidence interval: 0.675~0.859), 0.860 (95% confidence interval: 0.786~0.934), 0.856 (95% confidence interval: 0.781~0.930), respectively. The AUC of cE1, cE4, and $\Delta E2$ for predicting the occurrence of POP in primipara all higher than 0.850. A nomogram model was established based on above these three parameters. The nomogram model had a cut-off value of 0.48, with a sensitivity and specificity of 93.8% and 90.5%, respectively. The AUC was 0.952 (95% confidence interval: 0.910~0.993). The nomogram model was internally validated by the Bootstrap method, a C-index was 0.952, with excellent discriminatory ability. The calibration curve showed an average absolute error of 0.014 between predicted and actual values, with a strong calibration performance of the model. **Conclusion** The nomogram based on the SWE parameters of levator ani muscle has certain clinical value in predicting POP in primipara.

KEY WORDS Shear wave elastography; Pelvic organ prolapse; Levator ani muscle; Vaginal delivery; Primipara

肛提肌是女性盆底最主要的支撑结构,主要包括耻骨直肠肌、髂尾肌和耻骨尾骨肌,其中耻骨直肠肌和髂尾肌在肛提肌中最为重要,且通过超声检查易于识别。研究^[1-3]显示分娩是肛提肌损伤的主要影响因素,会导致女性发生盆腔脏器脱垂 (pelvic organ prolapse, POP),严重影响其生活质量和身心健康,产后 42 d 是其高发期,因此早期诊断和治疗至关重要。超声作为盆底的常规检查方法,虽然可以清晰显示受检者肛提肌的解剖形态、内部回声,动态评估其形态变化,但无法量化肛提肌的弹性^[4]。剪切波弹性成像 (shear wave elastography, SWE) 通过高速成像和彩色

编码技术获取组织的杨氏模量值,可准确反映组织弹性。本研究应用 SWE 检测经阴道分娩的初产妇肛提肌弹性,通过二元 Logistic 回归分析和受试者工作特征 (ROC) 曲线筛选预测初产妇发生 POP 的优选参数,并基于此构建列线图模型,旨在探讨 SWE 预测初产妇发生 POP 的临床应用价值。

资料与方法

一、研究对象

前瞻性选取 2021 年 11 月至 2023 年 1 月于我院分娩的初产妇 107 例,以盆腔脏器脱垂定量分期法

(POP-Q)评分作为诊断POP标准,将其分为POP阳性组和POP阴性组,其中POP阳性组65例,平均年龄(28.0±2.6)岁,平均身高(160.80±4.54)cm,平均孕前体质量指数(20.92±1.78)kg/m²,平均产后体质量指数(25.83±2.10)kg/m²,平均新生儿出生体质量(3.32±3.34)kg;POP阴性组42例,平均年龄(28.0±2.2)岁,平均身高(161.17±4.16)cm,平均孕前体质量指数(20.34±1.83)kg/m²,平均产后体质量指数(25.03±2.01)kg/m²,平均新生儿出生体质量(3.22±2.66)kg;两组一般资料比较差异均无统计学意义。纳入标准:①POP-Q评分参考《盆腔器官脱垂的中国诊治指南》^[5],由同一经验丰富的妇产科副主任医师独立完成;②产后42 d经阴道分娩的初产妇,正常产程,足月单胎;③缩肛动作有效者(超声观察盆腔脏器向头侧移动持续时间≥3 s)。排除标准:①盆腔病理性包块史;②既往盆腔区手术史、尿失禁者;③先天性盆腔畸形者。本研究经我院医学伦理委员会批准(批准号:伦审2021年第002号),所有研究对象均签署知情同意书。

二、仪器与方法

使用法国声科 Aixplorer 彩色多普勒超声诊断仪,SE12-3腔内探头,频率3~12 MHz。于受检者阴道外口放置腔内超声探头获取盆底正中矢状切面显示肛直肠角,然后将探头分别顺时针、逆时针旋转,旋转角度约30°,获取盆底左、右旁矢状切面超声图像,可显示均匀分布线状高回声的粗大耻骨直肠肌,置耻骨直肠肌长轴与声束方向垂直,排除肌肉的各向异性伪像,进入SWE模式,弹性范围设定为180 kPa,感兴趣区(ROI)为直径为5 mm的圆形,使取样框覆盖耻骨直肠肌前部(尿道水平),待图像稳定后分别测量静息状态下右侧和左侧耻骨直肠肌杨氏模量值(rE1和rE2)、缩肛状态下右侧和左侧耻骨直肠肌杨氏模量值(cE1和cE2),并计算两种状态下右侧和左侧耻骨直肠肌杨氏模量差值(ΔE1和ΔE2),具体公式为:ΔE1=cE1-rE1;ΔE2=cE2-rE2。在显示耻骨直肠肌的基础上探头再向

外后倾斜,可见三角形的稀疏高回声髂尾肌,尖端指向尾部,排除肌肉的各向异性伪像,进入SWE模式,弹性范围及ROI设定同上,使取样框覆盖髂尾肌前部(肛提肌腱弓后部水平),待图像稳定后分别测量静息状态下右侧和左侧髂尾肌杨氏模量值(rE3和rE4)、缩肛状态下右侧和左侧髂尾肌杨氏模量值(cE3和cE4),并计算两种状态下右侧和左侧髂尾肌杨氏模量差值(ΔE3和ΔE4),具体公式为:ΔE3=cE3-rE3;ΔE4=cE4-rE4。以上操作均由2名盆底超声亚专业副主任医师完成,采用双盲法测量所有SWE参数,其中一名医师连续测量2次,另一名医师测量1次,取3次测值的平均值。

三、统计学处理

应用SPSS 25.0统计软件和R 4.0.3语言,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较采用独立样本 t 检验。应用二元Logistic回归分析筛选预测初产妇发生POP的独立影响因素;绘制ROC曲线分析各独立影响因素预测初产妇发生POP的诊断效能,选取其中曲线下面积(AUC)>0.850的参数作为优选参数^[6],并基于优选参数构建预测初产妇发生POP的列线图模型。绘制ROC曲线分析列线图模型预测初产妇发生POP的诊断效能,并采用Bootstrap法对列线图模型进行内部验证;采用C-index评价列线图模型的区分度,C-index≥0.7提示具有较好的区分度;校准曲线评价列线图模型的校准度。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组SWE参数比较

POP阳性组rE1、rE2、rE3、rE4、cE1、cE2、cE3、cE4、ΔE1、ΔE2、ΔE3、ΔE4均小于POP阴性组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表1和图1~4。

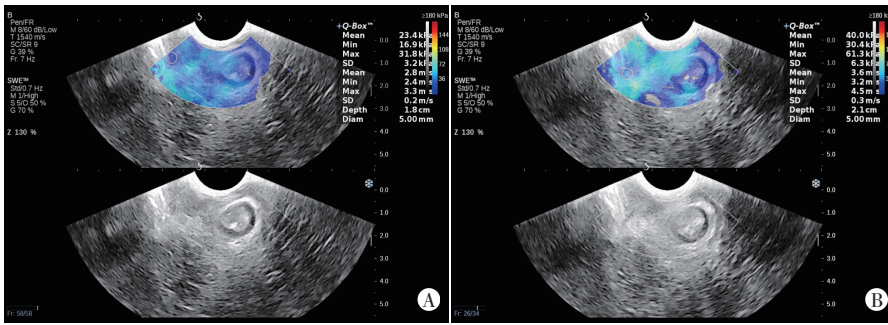
二、二元Logistic回归分析

将上述差异有统计学意义的参数纳入二元Logistic回归分析,结果显示rE3、cE1、cE4、ΔE1、ΔE2、

表1 两组SWE参数比较($\bar{x} \pm s$)

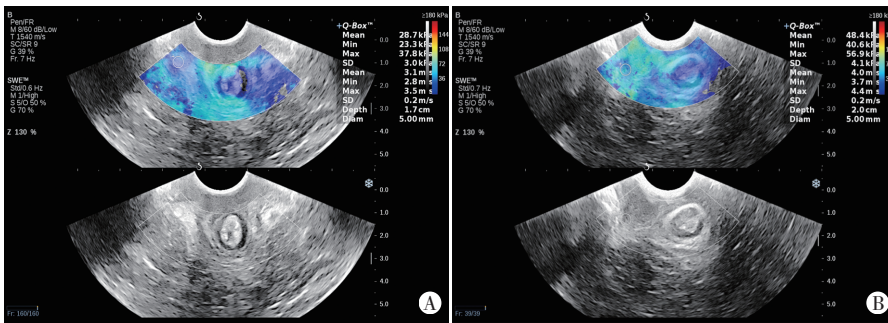
组别	rE1	cE1	ΔE1	rE2	cE2	ΔE2	rE3	cE3	ΔE3	rE4	cE4	ΔE4
POP阳性组	25.37±4.46	47.06±5.33	22.01±4.02	20.90±4.14	41.92±5.78	20.86±3.30	24.61±5.04	45.44±5.66	20.84±4.39	21.68±4.0	43.02±4.72	21.46±2.90
POP阴性组	28.48±4.95	54.65±4.31	26.69±4.71	23.16±4.32	49.17±5.13	26.01±3.51	29.26±4.78	52.77±5.70	23.30±4.09	24.21±4.13	50.26±4.74	26.05±3.23
t 值	0.978	0.521	2.341	0.055	0.827	0.047	0.403	0.001	0.919	0.117	0.099	0.961
P 值	0.001	<0.001	<0.001	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001

rE1、rE2:静息状态下右、左侧耻骨直肠肌杨氏模量值;rE3、rE4:静息状态下右、左侧髂尾肌杨氏模量值;cE1、cE2:缩肛状态下右、左侧耻骨直肠肌杨氏模量值;cE3、cE4:缩肛状态下右、左侧髂尾肌杨氏模量值;ΔE1、ΔE2:缩肛状态与静息状态下右、左侧耻骨直肠肌杨氏模量差值;ΔE3、ΔE4:缩肛状态与静息状态下右、左侧髂尾肌杨氏模量差值



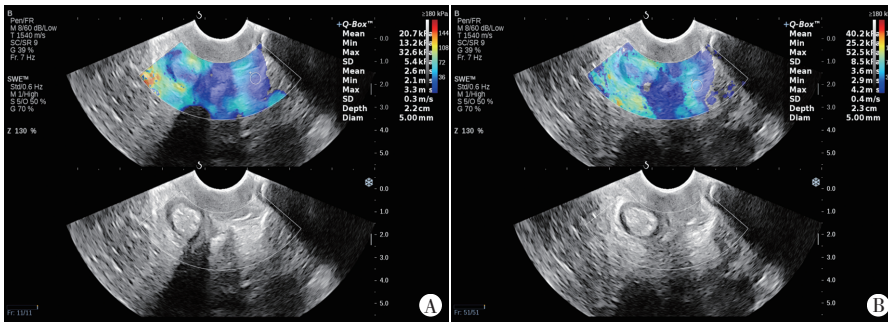
A: rE1为23.4 kPa; B: cE1为40.0 kPa

图1 POP阳性组一产妇(30岁)右侧耻骨直肌静息状态和缩肛状态下SWE图



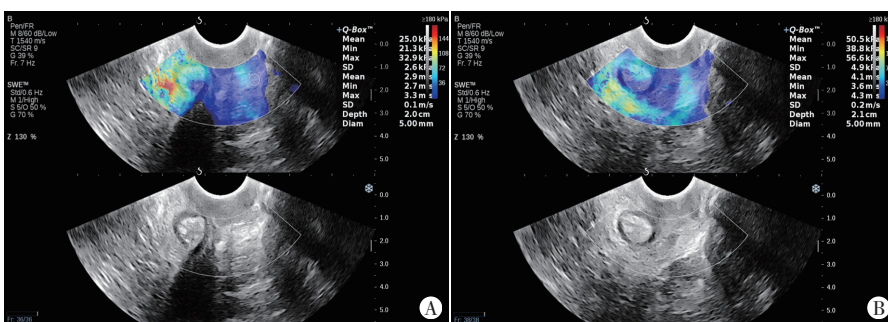
A: rE1为28.7 kPa; B: cE1为48.4 kPa

图2 POP阴性组一产妇(29岁)右侧耻骨直肌静息状态和缩肛状态下SWE图



A: rE4为20.7 kPa; B: cE4为40.2 kPa

图3 POP阳性组一产妇(30岁)左侧髂尾肌静息状态和缩肛状态下SWE图



A: rE4为25.0 kPa; B: cE4为50.5 kPa

图4 POP阴性组一产妇(29岁)左侧髂尾肌静息状态和缩肛状态下SWE图

$\Delta E4$ 均为预测初产妇发生POP的独立影响因素($OR=0.855、0.796、0.797、0.845、0.682、0.669$, 均 $P<0.05$)。见表2。

三、列线图模型的构建

ROC曲线分析显示,当rE3、cE1、cE4、 $\Delta E1$ 、 $\Delta E2$ 、 $\Delta E4$ 截断值分别为26.35 kPa、51.70 kPa、47.10 kPa、25.65 kPa、24.35 kPa、22.30 kPa时,预测初产妇发生POP的曲线下面积(AUC)分别为0.764(95%可信区间:0.671~0.857)、0.864(95%可信区间:0.794~0.935)、0.866(95%可信区间:0.797~0.936)、0.767(95%可信区间:0.675~0.859)、0.860(95%可信区间:0.786~0.934)、0.849(95%可信区间:0.781~0.930),其中cE1、cE4、 $\Delta E2$ 预测初产妇POP的AUC均 >0.850 。见表3。基于此3个SWE参数构建预测初产妇发生POP的列线图模型,见图5。

四、列线图模型的验证及评估

1. ROC曲线分析显示,当列线图模型截断值为0.48时,预测初产妇发生POP的灵敏度和特异度分别为93.8%、90.5%,AUC为0.952(95%可信区间:0.910~0.993)。见图6。列线图模型经过2000次Bootstrap自助重复抽样后,C-index为0.952,提示该模型具有较好的区分度。

2. 校准曲线显示,列线图模型的预测结果与真实结果之间符合度的平均绝对误差为0.014,校准曲线趋近理想曲线,提示该模型校准度较好。见图7。

讨论

肛提肌是盆底最主要的支撑结构,经阴道分娩是造成肛提肌损伤最常见的原因,肛提肌损伤通常伴随POP^[7]。既往研究^[8]证实分娩会损伤肛提肌的弹性,且经阴道分娩对肛提肌弹性的损伤较剖宫产更为严重,分析原因为经阴道分娩时胎头直接作用于肛提肌,肛提肌的被动扩张会造成弹性纤维的破坏,再者肛提肌受到损伤时,肌肉胶原蛋白的含量降低,对机械应变的抵抗力也会减弱^[9]。目前临床主要通过阴道

表2 二元Logistic回归分析结果

变量	β 值	标准误	Wald χ^2 值	OR值及其95%可信区间	P值
rE1	-0.080	0.056	2.075	0.923(0.827~1.029)	0.150
rE2	-0.067	0.059	1.259	0.936(0.833~1.051)	0.262
rE3	-0.157	0.056	7.788	0.855(0.765~0.954)	0.005
rE4	-0.056	0.061	0.839	0.946(0.840~1.066)	0.360
cE1	-0.228	0.083	7.469	0.796(0.676~0.938)	0.006
cE2	-0.089	0.066	1.833	0.915(0.804~1.041)	0.176
cE3	-0.091	0.062	2.141	0.913(0.809~1.031)	0.143
cE4	-0.227	0.073	9.722	0.797(0.691~0.919)	0.002
Δ E1	-0.168	0.085	3.912	0.845(0.716~0.998)	0.048
Δ E2	-0.383	0.102	14.010	0.682(0.558~0.833)	<0.001
Δ E3	0.005	0.089	0.003	1.005(0.845~1.196)	0.953
Δ E4	-0.402	0.109	13.563	0.669(0.541~0.829)	<0.001
常数项	23.923	4.323	20.236	2.451(-)	<0.001

表3 ROC曲线分析SWE参数预测初产妇发生POP的诊断效能

参数	AUC及其95%可信区间	P值	截断值	灵敏度(%)	特异度(%)
rE3	0.764(0.671~0.857)	<0.001	26.35 kPa	61.5	81.0
cE1	0.864(0.794~0.935)	<0.001	51.70 kPa	89.2	73.8
cE4	0.866(0.797~0.936)	0.005	47.10 kPa	83.1	81.0
Δ E1	0.767(0.675~0.859)	<0.001	25.65 kPa	83.1	61.9
Δ E2	0.860(0.786~0.934)	<0.001	24.35 kPa	90.8	71.4
Δ E4	0.849(0.781~0.930)	0.005	22.30 kPa	72.3	92.9

AUC:曲线下面积

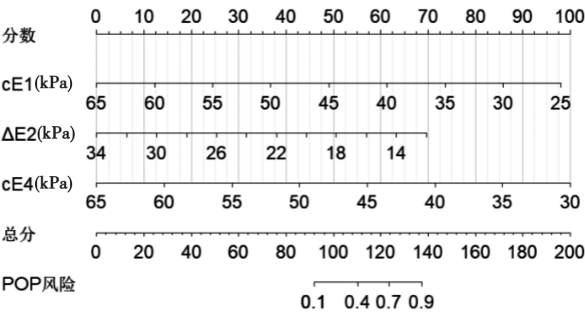


图5 预测初产妇发生POP的列线图

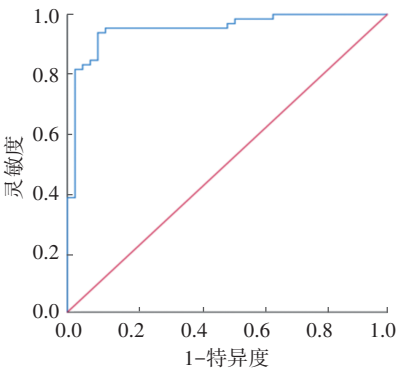


图6 列线图模型预测初产妇发生POP的ROC曲线图

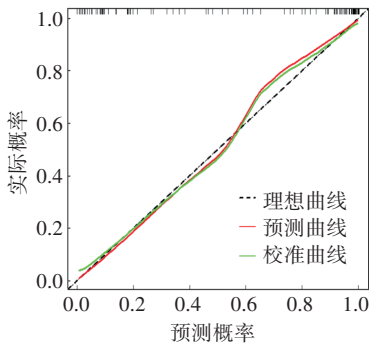


图7 列线图模型预测初产妇发生POP的校准曲线图

触诊对肛提肌弹性进行评估,但受医师经验及主观性的影响,诊断准确率低。SWE通过测量组织的杨氏模量值来反映其弹性,杨氏模量值越大表明组织弹性越好,肌肉的伸缩功能就越强^[10-11],且其可以同步双幅对比观察,便于显示和多点测量。本研究应用SWE评估经阴道分娩对初产妇肛提肌弹性的影响,并基于SWE参数构建预测初产妇POP的列线图模型,旨在为临床预测初产妇发生POP提供影像学依据。

肛提肌是由一对封闭骨盆出口的薄扁肌组成,耻骨直肠肌和髂尾肌是其主要组成部分,超声可较清晰地显示左、右两侧耻骨直肠肌和髂尾肌肌纤维沿盆壁内侧围绕着尿道、阴道、直肠肛管等盆腔脏器走行,以便固定、支撑盆腔脏器^[12]。缩肛状态下肛提肌可将阴道、会阴体及直肠肛管拉向耻骨并收缩肛提肌裂孔防止POP的发生。本研究结果显示,POP阳性组rE1、rE2、rE3、rE4、cE1、cE2、cE3、cE4、 Δ E1、 Δ E2、 Δ E3、 Δ E4均小于POP阴性组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),与Tang等^[11]研究结果一致;提示POP发生与肛提肌弹性变化有关,分析原因为:①分娩时胎头压迫肛提肌使其松弛、断裂,均会破坏肛提肌的弹性纤维及胶原蛋白;②妊娠期女性体内雌激素水平下降导致盆底肌结缔组织和韧带韧度、弹性下降,张力降低,引起盆腔器官位置下移,促使POP的发生^[13],因此静息状态下发生POP的初产妇肛提肌杨氏模量值会降低,从静息状态到最大缩肛状态下肛提肌会逐渐拉伸,肌肉弹性随着拉伸程度的增加而增加,既往研究^[14]报道发生POP的初产妇肛提肌拉伸能力会减弱,因此缩肛状态下其杨氏模量值较正常初产妇降低;③POP发生机制与肛提肌因收缩力减弱无法对抗增加的腹内压、稳定盆腔脏器有关^[15],静息状态及缩肛状态下组织弹性变化可反映其收缩性,因此发生POP的初产妇两种状态下肛提肌的杨氏模量差值也会降低。

本研究应用二元Logistic回归分析筛选预测初产妇发生POP的独立影响因素,结果显示rE3、cE1、cE4、

$\Delta E1$ 、 $\Delta E2$ 、 $\Delta E4$ 均为预测初产妇发生 POP 的独立影响因素 ($OR=0.855$ 、 0.796 、 0.797 、 0.845 、 0.682 、 0.669 , 均 $P<0.05$), 上述 SWE 参数的 AUC 均 >0.700 , 表明其在预测初产妇发生 POP 方面有一定的诊断效能; 其中 $cE1$ 、 $cE4$ 、 $\Delta E2$ 预测 POP 的 AUC 均 >0.850 , 预测效能均较高, 分析原因为: ①与初产妇妊娠期体位重心变化有关, 妊娠期子宫重心及胎头先露部位可能倾向于压迫双侧耻骨直肠肌及左侧髂尾肌, 造成其机械性受压、导致肌肉缺血缺氧、伸缩功能损伤^[16], 最终可引发 POP。叶艳艳等^[17]研究表明缩肛状态下肛提肌杨氏模量值、缩肛状态与静息状态下肛提肌杨氏模量差值降低可反映肛提肌伸缩功能下降, 本研究结果与之一致, 提示 $cE1$ 、 $cE4$ 、 $\Delta E2$ 降低可引发 POP; ②既往文献^[18]报道会阴侧切会损伤肛提肌, 其次侧切愈合后因瘢痕组织增生也可能对产后盆底肛提肌收缩功能恢复造成影响, 本研究纳入的初产妇会阴侧切主要位于左侧, 对左侧耻骨直肠肌及髂尾肌可能造成损伤, 侧切后瘢痕形成也会影响其收缩功能恢复, 导致 $cE4$ 、 $\Delta E2$ 均降低, 从而引发 POP。既往文献^[6]报道 AUC >0.850 的预测参数可作为联合预测模型的优选参数, 因此本研究基于上述 3 个优选参数构建预测初产妇发生 POP 的列线图模型; ROC 曲线分析显示, 当列线图模型截断值为 0.48 时, 预测初产妇发生 POP 的灵敏度和特异度分别为 93.8%、90.5%, AUC 为 0.952 (95% 可信区间: 0.910~0.993), 均高于 $cE1$ 、 $cE4$ 、 $\Delta E2$ 预测初产妇发生 POP 的 AUC [0.864 (95% 可信区间: 0.794~0.935)、0.866 (95% 可信区间: 0.797~0.936)、0.860 (95% 可信区间: 0.786~0.934)], 表明多参数联合显著提高了预测初产妇发生 POP 的诊断效能。本研究通过 Bootstrap 法 2000 次重复抽样对列线图模型进行内部验证, 结果显示 C-index 为 0.952, 提示该模型预测 POP 发生风险的区分度较好; 校准曲线显示, 该模型的预测结果与实际结果之间符合度的平均绝对误差为 0.014, 校准曲线趋近理想曲线, 提示该模型校准度较好, 能够真实反映初产妇发生 POP 的风险, 证实该模型在临床实际应用中具有可靠性和有效性。

本研究的局限性: ①为单中心研究, 且样本量小; ②SWE 检查会受到各向异性伪像等干扰; ③未探讨 $cE1$ 、 $cE4$ 、 $\Delta E2$ 与 POP 发生的具体机制; ④列线图模型仅进行了内部验证, 未进行外部验证。

综上所述, SWE 能够定量评估初产妇产后早期肛提肌弹性的变化; 基于肛提肌 SWE 参数的列线图模型

在预测初产妇发生 POP 中有一定的临床应用价值, 可为临床防治 POP 发生提供影像学依据。

参考文献

- [1] Collins S, Lewicky-Gaup C. Pelvic organ prolapse [J]. *Gastroenterol Clin North Am*, 2022, 51(1): 177-193.
- [2] Zhang H, Gou Y, Zhang J, et al. Analysis of pelvic floor electromyography in women screened 42 days postpartum: a cross-sectional study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(21): 33851.
- [3] 李元子, 杜丽娟. 剪切波弹性成像评估骨骼肌生物力学特征的应用进展 [J]. *临床超声医学杂志*, 2021, 23(7): 530-532.
- [4] 张利敏, 杨宗利, 郑学东. 经会阴盆底超声联合剪切波弹性成像测量肛提肌诊断女性压力性尿失禁 [J]. *中国医学影像技术*, 2021, 37(10): 1514-1519.
- [5] 中华医学会妇产科学分会妇科盆底学组. 盆腔器官脱垂的中国诊治指南 (2020 年版) [J]. *中华妇产科杂志*, 2020, 55(5): 300-306.
- [6] 李宁, 阚艳敏, 王艺桦, 等. 多模态超声定量评估高龄产妇产后早期盆底结构和功能变化及诊断压力性尿失禁的价值研究 [J]. *中国全科医学*, 2022, 25(6): 706-712.
- [7] Mou T, Warner K, Brown O. Prevalence of pelvic organ prolapse among US racial populations: a systematic review and Meta-analysis of population-based screening studies [J]. *Neurourol Urodyn*, 2021, 40(5): 675-686.
- [8] 应剑萍, 严映波, 杨春林, 等. 三维超声联合实时剪切波弹性成像对盆底功能障碍患者的诊断价值 [J]. *中国妇幼保健*, 2024, 39(11): 2105-2109.
- [9] Petros P. Bladder/urethral smooth muscle contraction is adjunctive to external striated muscle forces [J]. *Int Urogynecol J*, 2020, 31(4): 851-852.
- [10] Dietz HP, Lanzarone F. Levator trauma after vaginal delivery [J]. *Obstet Gynecol*, 2005, 106(4): 707-712.
- [11] Tang JH, Zhong C, Wen W, et al. Quantifying levator ani muscle elasticity under normal and prolapse conditions by shear wave elastography: a preliminary study [J]. *J Ultrasound Med*, 2020, 39(7): 1379-1388.
- [12] Gupta A, Cox C, Dunivan GC, et al. Desire for continued pessary use among women of Hispanic and non-Hispanic ethnic backgrounds for pelvic floor disorders [J]. *Female Pelvic Med Reconstr Surg*, 2019, 25(2): 172-177.
- [13] Ghroubi S, Jelassi O, Abidi S, et al. Association between isokinetic abdominal muscle strength, pelvic floor muscle strength and stress urinary incontinence severity [J]. *Prog Urol*, 2022, 32(11): 727-734.
- [14] 刘萍, 郭美红, 朱雯, 等. SWE 对不同分度中盆腔器官脱垂初产妇髂尾肌弹性的评估 [J]. *医学影像学杂志*, 2021, 31(10): 1735-1738.
- [15] Gachon B, Fritel X, Pierre F, et al. Transperineal ultrasound shear-wave elastography is a reliable tool for assessment of the elastic properties of the levator ani muscle in women [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 15532.
- [16] 张利敏, 杨宗利, 郑学东, 等. 经会阴盆底超声联合剪切波弹性成

像测量肛提肌诊断女性压力性尿失禁[J].中国医学影像技术, 2021,37(10):1514-1519.

[17] 叶艳艳,胡雯,王继伟,等.剪切波弹性成像评估盆腔器官脱垂患者肛提肌功能的应用价值[J].江西医药,2023,58(3):294-300.

[18] 赵莎挺,任祖华,陈莉莉,等.椎管内阻滞用于分娩镇痛对初产妇盆底功能障碍性疾病发生的影响[J].中国妇幼保健,2021,36(2):312-315.

(收稿日期:2023-08-14)

• 病例报道 •

Septicemia after ultrasound-guided percutaneous liver parenchymal puncture biopsy: a case report

超声引导下经皮肝实质穿刺活检后脓毒血症 1 例

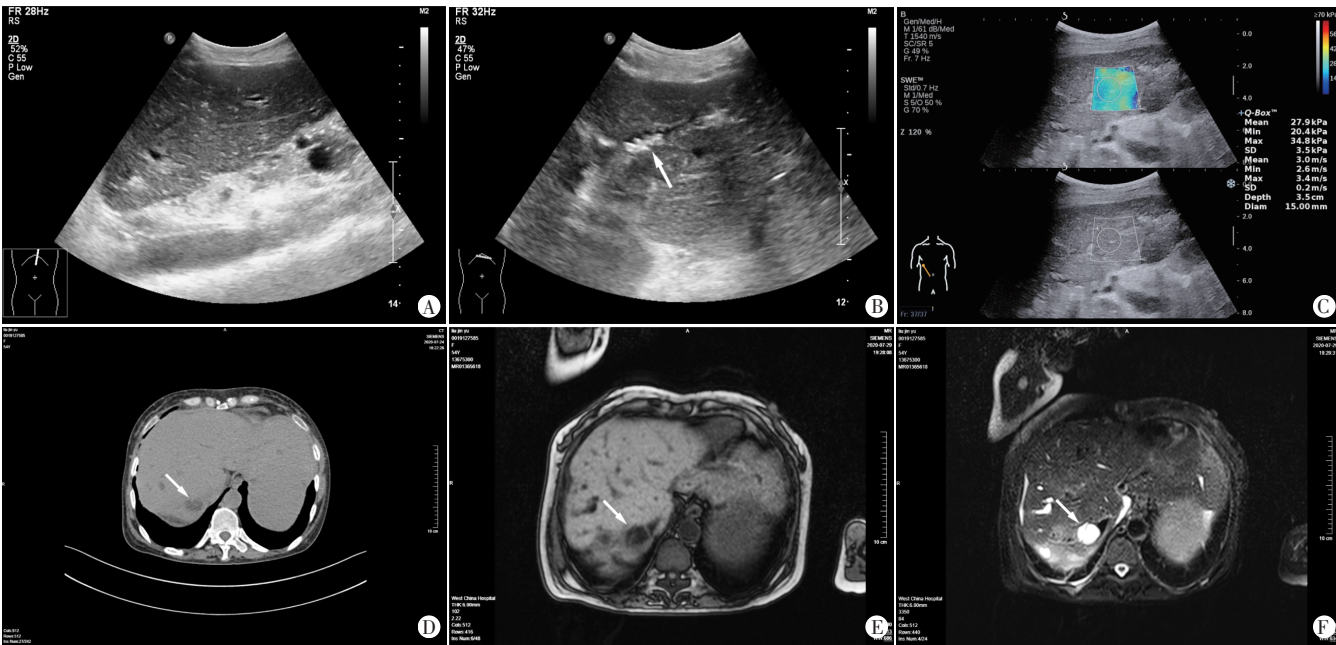
杨悦 曾柯宇 卢强

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]B

患者女,54岁,因“肝硬化失代偿期”入院。既往行肝门部胆管成形术、胆肠吻合术。现为明确肝硬化病因行超声引导下经皮肝实质穿刺活检。穿刺前实验室检查:门冬氨酸氨基转移酶升高(56 U/L),碱性磷酸酶升高(498 U/L),谷氨酰转肽酶升高(192 U/L),凝血酶原时间正常(12.0 s),降钙素原升高(0.47 ng/ml),乙肝两对半呈阴性。常规超声检查:肝内胆管扩张,三级支管径最粗约0.8 cm,内可见铸状结石;肝脏形态失常,实质回声粗糙、不均匀;脾大,肋间厚约6.3 cm,肋下可及;肝脏杨氏模量均值为27.9 kPa。见图1A~C。常规超声提示:肝硬化,脾大。CT

平扫检查:肝内胆管扩张伴多发结石,肝门部胆管显示欠佳,肝右叶胆管及肝门部胆管见少许积气,肝右后叶见片状稍低密度影。见图1D。CT平扫提示:肝右后叶病灶合并感染可能。MRI平扫检查:肝内胆管扩张伴多发结石、慢性炎性改变,肝门部胆管显示欠佳,肝右后叶上段异常信号。见图1E、F。MRI平扫提示:肝右后叶上段病灶系囊状扩张胆管伴感染可能。完善穿刺前准备后,患者行超声引导下肝实质穿刺活检(图2A),穿刺后即刻按压30 min后复查未见出血。穿刺后2 h患者无明显诱因出现心悸、呼吸困难,伴大汗、畏寒,无咳嗽、咳痰、胸痛等。



A: 常规超声示肝脏实质回声粗糙,不均匀;B: 常规超声示肝内胆管结石(箭头示)伴肝内胆管扩张;C: 剪切波弹性成像示肝脏杨氏模量均值为27.9 kPa;D: CT平扫示肝右后叶见片状稍低密度影(箭头示);E、F: MRI平扫示肝右后叶上段异常信号(箭头示)

图1 本例患者超声引导下经皮肝实质穿刺活检术前影像学图像

(下转第635页)

作者单位:610041 成都市,四川大学华西医院超声医学科

通讯作者:卢强,Email:luqiang@scu.edu.cn