· 妇幼保健 ·

阴道分娩初产妇盆腔器官脱垂的预测模型构建

王超，张路平，陈梦宇，花霞，王静

邯郸市第一医院，河北 邯郸 056000

摘要：目的 构建阴道分娩初产妇盆腔器官脱垂（POP）预测模型，为POP早期筛查和预防提供依据。**方法** 选择2022年1月—2025年1月在邯郸市第一医院阴道分娩初产妇为研究对象，收集年龄、居住地等基本资料和新生儿出生体重、产钳助产等临床特征。依据《盆腔器官脱垂中国诊治指南（2020年版）》诊断POP。采用LASSO回归和多因素logistic回归模型分析筛选阴道分娩初产妇POP的独立预测因素，构建列线图预测模型。采用受试者操作特征（ROC）曲线下面积（AUC）、灵敏度、特异度、准确率、校准曲线、Hosmer-Lemeshow检验、Brier分数和决策曲线分析评估列线图预测模型的预测效能。**结果** 纳入阴道分娩初产妇200人，<35岁169人，占84.50%。孕前体质指数（BMI）<24 kg/m² 149人，占74.50%。发生POP 53例，发生率为26.50%。多因素logistic回归分析结果显示，年龄（≥35岁，*OR*=5.300，95%*CI*：1.824~15.399）、孕前BMI（≥24 kg/m²，*OR*=4.371，95%*CI*：1.862~10.263）、产钳助产（*OR*=5.001，95%*CI*：1.847~13.536）、第二产程时间延长（*OR*=3.659，95%*CI*：1.415~9.464）和新生儿出生体重（*OR*=4.695，95%*CI*：2.332~9.450）是阴道分娩初产妇POP的独立预测因素。构建的列线图预测模型*AUC*值为0.902（95%*CI*：0.842~0.962），灵敏度为0.811，特异度0.912，准确率为0.885，区分度良好；校准曲线、Hosmer-Lemeshow检验（*P*>0.05）和Brier分数（0.081）显示模型校准度良好；决策曲线分析结果显示，风险阈值概率为0.12~0.70时，净收益较高。**结论** 本研究构建的POP列线图预测模型有较好的区分度、校准度和临床实用性，对阴道分娩初产妇POP风险有一定预测价值。

关键词：盆腔器官脱垂；阴道分娩；初产妇；列线图

中图分类号：R71 **文献标识码：**A **文章编号：**2096-5087（2026）04-0423-06

Construction of a prediction model for pelvic organ prolapse among primiparous women after vaginal delivery

WANG Chao, ZHANG Luping, CHEN Mengyu, HUA Xia, WANG Jing

Handan First Hospital, Handan, Hebei 056000, China

Abstract: Objective To construct a prediction model for pelvic organ prolapse (POP) among primiparous women after vaginal delivery, so as to provide a basis for early screening and prevention of POP. **Methods** Primiparous women after vaginal delivery at the First Hospital of Handan City from January 2022 to January 2025 were selected as study participants. Basic information including age and residence, as well as clinical characteristics including neonatal birth weight and forceps-assisted delivery, were collected. POP was diagnosed according to the Chinese Guidelines for the *Diagnosis and Treatment of Pelvic Organ Prolapse (2020 Edition)*. LASSO regression and multivariable logistic regression model were used to analyze and screen independent predictors of POP among primiparous women after vaginal delivery, and a nomogram prediction model was constructed. The predictive performance of the nomogram prediction model was evaluated using the area under the receiver operating characteristic curve (AUC), sensitivity, specificity, accuracy, calibration curve, Hosmer-Lemeshow test, Brier score, and decision curve analysis. **Results** A total of 200 primiparous women after vaginal delivery were included, of whom 169 (84.50%) were aged <35 years and 149 (74.50%) had a preconception body mass index (BMI) <24 kg/m². POP occurred in 53 cases, with an incidence of 26.50%. Multivariable logistic

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.04.022

基金项目：2025年度河北省医学科学研究课题计划项目（20251290）

作者简介：王超，本科，主治医师，主要从事妇产超声工作，

E-mail：nb6092@sina.com

regression analysis showed that age (≥35 years, *OR*=5.300, 95%*CI*: 1.824-15.399), preconception BMI (≥24 kg/m^2, *OR*=4.371, 95%*CI*: 1.862-10.263), forceps-assisted delivery (*OR*=5.001, 95%*CI*: 1.847-13.536), prolonged duration of the second stage of labor (*OR*=3.659, 95%*CI*: 1.415-9.464), and neonatal birth weight (*OR*=4.695, 95%*CI*: 2.332-9.450) were independent predictors of POP among primiparous women after vaginal delivery. The constructed nomogram prediction model achieved an *AUC* of 0.902 (95%*CI*: 0.842-0.962), a sensitivity of 0.811, a specificity of 0.912, and an accuracy of 0.885, indicating good discrimination. The calibration curve, Hosmer-Lemeshow test (*P*>0.05), and Brier score (0.081) demonstrated good calibration. Decision curve analysis showed that when the risk threshold probability ranged from 0.12 to 0.70, the net benefit was relatively high. **Conclusion** The nomogram prediction model for POP constructed in this study exhibits good discrimination, calibration, and clinical utility, and has certain predictive value for POP risk among primiparous women after vaginal delivery.

Keywords: pelvic organ prolapse; vaginal delivery; primiparous women; nomogram

盆腔器官脱垂（pelvic organ prolapse，POP）指由于盆底支持结构缺陷、损伤或功能障碍，导致一个或多个盆腔器官从其正常解剖位置向下移位，甚至脱出阴道口的一种临床综合征[1]。其典型临床表现包括阴道松弛、压力性尿失禁（stress urinary incontinence，SUI）、排便及性功能障碍和盆腔疼痛等，严重影响患者的身心健康、社交功能和生活质量，并增加经济负担[2-4]。阴道分娩是导致 POP 发生的重要危险因素，初产妇首次经历分娩，其盆底组织需承受较高强度的牵拉与损伤，且缺乏既往分娩经历对盆底功能的代偿与适应[2]，POP 发生风险更高。既往研究报道 POP 风险与年龄、产次、肥胖、新生儿出生体重过大等有关[5-6]。然而，临床实践对 POP 的筛查与诊断仍主要依赖于主观症状评估及体格检查，缺乏客观、量化的早期预警工具。传统风险评估多基于单一因素或临床经验，难以实现个体发病风险的精准量化。因此，构建整合多维度临床指标的预测模型，对于实现 POP 个体化防治具有重要意义。列线图作为一种直观的决策工具，可将复杂的回归方程转化为可视化的评分系统，便于临床医生快速评估个体发病风险。本研究收集2022—2025 年邯郸市第一医院阴道分娩初产妇的相关资料，构建并验证阴道分娩初产妇 POP 列线图预测模型，为 POP 早期筛查和预防提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选择 2022 年 1 月—2025 年 1 月在邯郸市第一医院进行阴道分娩的初产妇为研究对象，纳入标准：（1）单胎妊娠；（2）年龄 18~45 岁；（3）依从性好，配合随访。排除标准：（1）有严重泌尿系统感染；（2）有大便失禁史；（3）有严重子宫畸形；（4）有神经系统疾病或功能障碍；（5）有恶性肿瘤。依据盆腔器官脱垂中国诊治指南（2020 年版）[7] 诊断 POP，以产后 42 d 的 POP 发生情况将研究对象分为无 POP 组和 POP 组。本研究通过邯郸市第一医院医学伦理委员会审查（2025-K-146）。

1.2 方法

1.2.1 资料收集

通过医院电子病历系统收集年龄、居住地、文化程度、孕前体质指数（BMI）和孕期 BMI 增加值等基本信息，以及慢性咳嗽、高血压、高脂血症、自然流产史、孕前 SUI、孕次、孕期久坐时长、分娩孕周（早产为 28~＜37 周，足月为 37~＜42 周，过期妊娠为≥42 周）、产钳助产、会阴裂伤、第二产程时间延长（超过 3 h）和新生儿出生体重等临床特征。

1.2.2 POP 预测因素筛选

参考文献［5-6］及项目可用变量，本研究选择基本信息和临床特征 17 个变量作为候选预测因素。将 POP 组和无 POP 组差异有统计学意义的变量纳入最小绝对收缩和选择算子（least absolute shrinkage and selection operator，LASSO）回归筛选预测因素，采用十折交叉验证在最优误差内的最大 λ 值作为筛选标准。将 LASSO 回归筛选的预测因素纳入多因素 logistic 回归模型，筛选独立预测因素。

1.2.3 POP 列线图预测模型构建及验证

采用独立预测因素构建列线图预测模型。列线图中每个因素按比例分配 0~100 分，100 分对应最高回归系数，通过累加各因素得分获得个体风险总分，总分可转换为预测概率。采用灵敏度、特异度和受试者操作特征（receiver operating characteristic，ROC）曲线下面积（area under the curve，AUC）评估模型区分度；采用校准曲线、Hosmer-Lemeshow 检验和 Brier 分数评估模型校准度；采用决策曲线分析评估预测模型的净收益和临床实用性。

1.3 统计分析

采用 SPSS 25.0 软件和 R 4.3.1 软件统计分析。定量资料服从正态分布的采用均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）描述，组间比较采用 t 检验；定性资料采用相对数描述，组间比较采用 χ^2 或校正 χ^2 检验。LASSO 回归分析采用 glmnet 程序包，列线图、ROC 曲线、校准曲线和决策曲线绘制分别采用 rms、pROC、rms 和 rmda 程序包。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基本特征

纳入阴道分娩初产妇 200 人，<35 岁 169 人，占 84.50%。居住在城市 119 人，占 59.50%。大学及以上文化程度 81 人，占 40.50%。孕前 BMI<24 kg/m² 149 人，占 74.50%。孕期 BMI 增加值为（5.88±1.71）kg/m²。

2.2 POP 组和无 POP 组特征比较

发生 POP 53 例，发生率为 26.50%。POP 组和无 POP 组年龄、文化程度、孕前 BMI、慢性咳嗽、孕前 SUI、孕期久坐时长、产钳助产、会阴裂伤、第二产程时间延长比较，差异有统计学意义（均 $P<0.05$）；POP 组孕期 BMI 增加值、新生儿出生体重高于无 POP 组（均 $P<0.05$）。见表 1。

2.3 阴道分娩初产妇 POP 预测因素分析

以阴道分娩初产妇 POP 发生为因变量（0=无，1=有），将表 1 中差异有统计学意义的候选预测因素纳入 LASSO 回归，λ 值为 0.035 时模型最优，筛选出 5 个预测因素，包括年龄、孕前 BMI、产钳助产、第二产程时间延长和新生儿出生体重；以筛选出的 5 个预测因素为自变量进行多因素 logistic 回归分析。结果显示，年龄、孕前 BMI、产钳助产、第二产程时间延长和新生儿出生体重是阴道分娩初产妇 POP 的独立预测因素。见表 2。

表 1 阴道分娩初产妇 POP 组和无 POP 组基本特征比较

Table 1 Comparison of basic characteristics between POP and non-POP groups among primiparous women after vaginal delivery

项目	POP组（n=53）	无POP组（n=147）	χ^2/t值	P值	项目	POP组（n=53）	无POP组（n=147）	χ^2/t值	P值
年龄/岁			15.126	<0.001	无	42（79.25）	122（82.99）		
<35	36（67.92）	133（90.48）			孕前SUI			13.529	<0.001
≥35	17（32.08）	14（9.52）			有	15（28.30）	12（8.16）		
居住地			1.331	0.249	无	38（71.70）	135（91.84）		
城市	28（52.83）	91（61.90）			孕次/次			1.314	0.252
农村	25（47.17）	56（38.10）			0	46（86.79）	137（93.20）		
文化程度			13.467	0.001	≥1	7（13.21）	10（6.80）		
小学及以下	23（43.40）	30（20.41）			孕期久坐时长/（h/d）			15.795	<0.001
初中及高中	18（33.96）	48（32.65）			<2	10（18.87）	45（30.61）		
大学及以上	12（22.64）	69（46.94）			2~6	18（33.96）	64（43.54）		
孕前BMI/（kg/m²）			17.824	<0.001	>6	25（47.17）	38（25.85）		
<24	28（52.83）	121（82.31）			产钳助产			17.967	<0.001
≥24	25（47.17）	26（17.69）			有	17（32.08）	12（8.16）		
孕期BMI增加值/（kg/m²）	6.32±1.75	5.72±1.68	2.205①	0.029	无	36（67.92）	135（91.84）		
慢性咳嗽			4.390	0.036	会阴裂伤			7.265	0.007
有	6（11.32）	4（2.72）			有	17（32.08）	22（14.97）		
无	47（88.68）	143（97.28）			无	36（67.92）	125（85.03）		
高血压			0.793	0.373	分娩孕周			0.641	0.726
有	5（9.43）	7（4.76）			早产	5（9.43）	14（9.52）		
无	48（90.57）	140（95.24）			足月	46（86.79）	123（83.67）		
高脂血症			1.314	0.252	过期妊娠	2（3.77）	10（6.80）		
有	7（13.21）	10（6.80）			第二产程时间延长			18.157	<0.001
无	46（86.79）	137（93.20）			有	19（35.85）	15（10.20）		
自然流产史			0.371	0.543	无	34（64.15）	132（89.80）		
有	11（20.75）	25（17.01）			新生儿出生体重/kg	3.81±0.70	3.06±0.64	7.133①	<0.001

注：①为t值，同列其他项为χ^2值。

表 2　阴道分娩初产妇 POP 影响因素的多因素 logistic 回归分析

Table 2　Multivariable logistic regression analysis of factors affecting POP among primiparous women after vaginal delivery

变量	参照组	β	$s_{\bar{x}}$	Wald χ^2	*P*值	*OR*值	95%*CI*
年龄/岁							
≥35	<35	1.668	0.544	9.388	0.002	5.300	1.824~15.399
孕前BMI/（kg/m²）							
≥24	<24	1.457	0.435	11.475	0.001	4.371	1.862~10.263
产钳助产							
有	无	1.610	0.508	10.036	0.002	5.001	1.847~13.536
第二产程时间延长							
有	无	1.297	0.485	7.160	0.007	3.659	1.415~9.464
新生儿出生体重		1.546	0.357	18.773	<0.001	4.695	2.332~9.450
常量		−7.644	1.328	33.132	<0.001	<0.001	

2.4　阴道分娩初产妇 POP 列线图预测模型构建与评价

采用阴道分娩初产妇 POP 的独立预测因素构建列线图预测模型。每个预测因素对应一个分数权重系数，计算每位初产妇的总分，列线图预测概率轴对应的值即为阴道分娩初产妇 POP 风险。见图 1。预测模型 *AUC* 值为 0.902（95%*CI*：0.842~0.962），最佳截断值为 129 分，灵敏度为 0.811，特异度 0.912，准确率为 0.885，模型区分度良好。校准曲线、Hosmer-Lemeshow 检验（χ^2=7.644，*P*=0.266）和 Brier 分数（0.081）显示模型校准度良好。决策曲线分析结果显示，风险阈值概率为 0.12~0.70 时，对 POP 预测风险高于阈值的个体实施干预措施，相较于“对所有人进行干预”或“完全不进行干预”可带来更大的净收益。例如，将阈值概率设定为 0.40（即 POP 风险预测概率 > 0.40 的个体采取健康干预措施），净收益为 0.25，表示在 100 名风险人群中可减少 25 人发生。

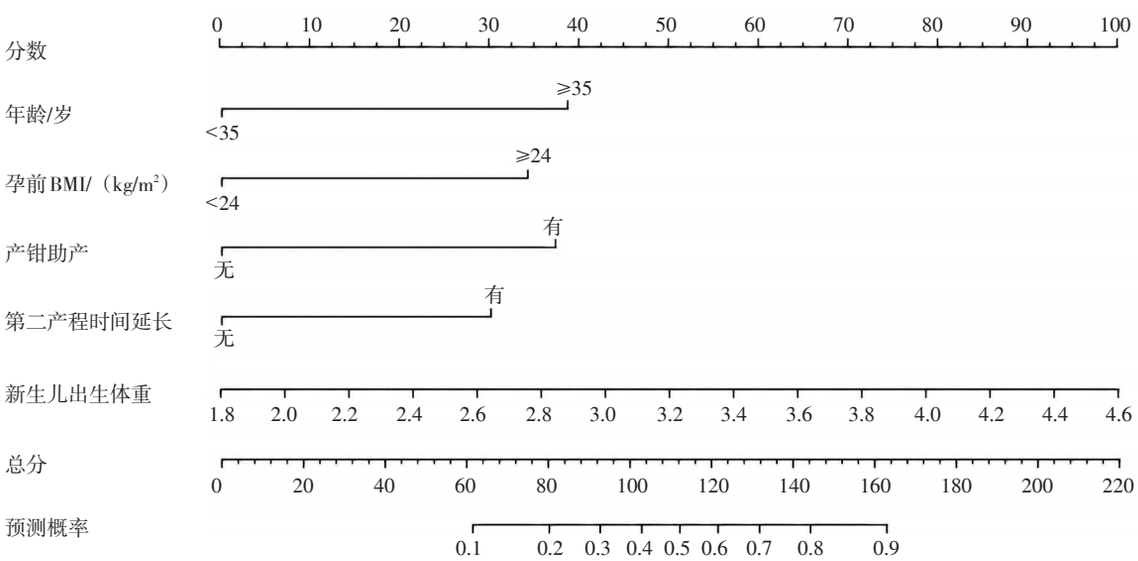


图 1　阴道分娩初产妇 POP 风险预测列线图

Figure 1　Nomogram for predicting POP risk among primiparous women after vaginal delivery

3　讨　论

本研究选择 200 名阴道分娩初产妇为研究对象，采用 LASSO 回归和多因素 logistic 回归模型筛选 POP 风险预测因素，构建列线图预测模型。结果显示，以年龄、孕前 BMI、产钳助产、第二产程时间延长和新生儿出生体重为预测因素构建的阴道分娩初产妇 POP 列线图预测模型，*AUC* 值为 0.902（95%*CI*：0.842~0.962），灵敏度为 0.811，特异度为 0.912，准确率为 0.885，模型校准度较好；校准曲线、Hosmer-Lemeshow 检验和 Brier 分数显示模型校准度良好；决策曲线分析结果显示，POP 阈值概率

为 0.12~0.70 时，净收益较高。提示本研究构建的列线图预测模型对阴道分娩初产妇 POP 风险有一定预测价值。

多因素 logistic 回归分析结果发现，年龄、孕前 BMI、产钳助产、第二产程时间延长和新生儿出生体重是阴道分娩初产妇 POP 的独立预测因素。既往研究发现，高龄、肥胖是女性 POP 发生的关键危险因素[8-10]。本研究对象均为阴道分娩初产妇，其盆底组织首次经历分娩创伤。随着年龄增长，卵巢功能减退所致盆底结缔组织弹性下降，可能导致高龄初产妇在阴道分娩过程中盆底支持结构更易受损，从而增加 POP 风险[8, 10]。孕前 BMI 是 POP 的独立预测因素，其潜在的病理生理机制可能与孕前高 BMI 孕妇常伴有子宫过度膨大，易导致宫缩乏力及产程延长，进而加重分娩时盆底肌肉的损伤，最终诱发 POP[11]。

COSTA 等[12] 和 DA SILVA 等[13] 的研究结果显示，新生儿出生体重较重增加 POP 风险，与本研究结果一致。新生儿出生体重增大会显著增加其对盆底的压迫强度及对阴道周围组织的牵拉程度，这种过度负荷可能对盆底组织造成不可逆性影响，从而增加 POP 风险[12]。产钳助产是导致初产妇 POP 的另一独立危险因素。可能是由于在产钳助产过程中，器械的介入使得盆底组织在短时间内承受超出生理限度的机械性扩张，这种快速且持续的张力极易导致盆底支持结构的损伤，进而诱发 POP[14]。第二产程时间延长对 POP 发生具有独立预测作用。相较于经产妇，初产妇宫口扩张速度较慢，第二产程时间相对较长。长时间的胎头压迫可导致盆底肌肉及神经的过度伸展甚至缺血性损伤，造成产后盆底张力难以恢复，从而增加 POP 的发生概率[15]。

本研究构建的预测模型 *AUC* 值为 0.902，高于 ZHANG 等[16] 构建的 POP 产后复发预测模型的 *AUC* 值（0.891）和 XIE 等[17] 构建的绝经后女性 POP 风险预测模型的 *AUC* 值（0.887），提示模型区分度较好。本研究纳入的预测变量（如新生儿出生体重、第二产程时间）直接反映了分娩过程中的机械性损伤，与初产妇 POP 的发生机制高度契合。此外，相较于经产妇或绝经后女性，初产妇的盆底组织尚未经历多次分娩或衰老的累积效应，因此其风险因素与结局之间的关系更为直接且显著。模型的校准曲线显示，POP 预测概率与实际概率之间具有良好的一致性，进一步证实了该模型的预测准确性和可靠性。决策曲线分析结果显示，当 POP 的风险阈值概率为 0.12~0.70 时，净收益较高。该结果表明，若临床医生对 POP 预防或干预措施的获益-风险权衡落在此区间内，本模型可为其提供量化依据，辅助识别高风险人群并制定个体化的干预方案，从而避免过度治疗或干预不足，具有重要的临床转化价值。

本研究存在一定局限性。第一，样本量相对有限可能影响模型的稳定性及外推性。第二，作为单中心回顾性研究，可能存在选择偏倚，未来需开展多中心前瞻性研究以提供更可靠证据。第三，本研究未对阴道分娩初产妇进行长期随访，未能评估其远期发病率，后续需延长随访周期以明确模型的长期预测价值。第四，尽管模型纳入了多项临床指标，但仍可能存在遗漏变量，如孕期羊水指数、椎管内麻醉、会阴裂伤及侧切等，且未充分探讨各因素间的复杂交互作用。综上所述，本研究构建的列线图模型临床推广需谨慎，后续将通过扩大样本量、开展前瞻性设计及多中心外部验证，进一步优化模型性能并探索其潜在机制。

参考文献

[1] HADIZADEH-TALASAZ Z, KHADIVZADEH T, MOHAJERI T, et al. Worldwide prevalence of pelvic organ prolapse: a systematic review and meta-analysis [J]. Iran J Public Health, 2024, 53 (3): 524-538.

[2] JEPPSON P C, BALGOBIN S, WHEELER T, et al. Impact of lifestyle modifications on the prevention and treatment of pelvic organ prolapse [J]. Int Urogynecol J, 2025, 36 (1): 59-69.

[3] 陈莉，侯涛，邓婷婷，等. 经阴道自然腔道内镜下阴道残端高位骶韧带悬吊术治疗中盆腔脱垂的临床效果分析 [J]. 实用妇产科杂志，2024，40 (6)：501-504.

[4] HWANG W Y, JEON M J, SUH D H. Minimally invasive sacrohysteropexy versus vaginal hysterectomy with uterosacral ligament suspension for pelvic organ prolapse: a prospective randomized non-inferiority trial [J]. J Minim Invasive Gynecol, 2024, 31 (5): 406-413.

[5] 肖雅，洪莉，李素廷，等盆腔器官脱垂发生发展相关危险因素及机制研究进展 [J]. 医学综述，2023，29 (4)：706-710.

[6] OBSA M S, WORJI T A, KEDIR N A, et al. Risk factors of pelvic organ prolapse at Asella Teaching and Referral Hospital: unmatched case control study [J/OL]. Front Glob Womens Health, 2022, 3 [2026-02-13]. http://doi.org/10.3389/fgwh.2022.833823.

[7] 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.

[8] SCHULTEN S F M, CLAAS-QUAX M J, WEEMHOFF M, et al. Risk factors for primary pelvic organ prolapse and prolapse recurrence: an updated systematic review and meta-analysis [J]. Am J Obstet Gynecol, 2022, 227 (2): 192-208.

[9] ANDEBRHAN S B, CARON A T, SZLACHTA-MCGINN A, et al. Pelvic organ prolapse recurrence after pregnancy following uter-

ine-sparing prolapse repair: a systematic review and meta-analysis [J].Int Urogynecol J, 2023, 34 (2): 345-356.
[10] OLIVEIRA I K B, DA SILVA CALISTO S L, FERREIRA C W S, et al.Occult urinary incontinence, diabetes, obesity, prolapse severity, and type of surgical repair as risk factors for de novo stress urinary incontinence in women undergoing surgical repair of pelvic organ prolapse: a systematic review and meta-analysis [J]. Neurourol Urodyn, 2025, 44 (1): 194-206.
[11] 谭辉, 李小英, 吴晓艺, 等. 阴道分娩初产妇产后早期盆腔器官脱垂简易风险预测评分模型的构建与验证[J]. 医学理论与实践, 2023, 36 (9): 1460-1463.
[12] COSTA E SILVA C L, BORTOLINI M A T, BATISTA N C, et al.The rs2165241 polymorphism of the Loxl1 gene in postmenopausal women with pelvic organ prolapse [J].Climacteric, 2022, 25 (4): 407-412.
[13] DA SILVA R S P, BORTOLINI M A T, TEIXEIRA J B, et al.Association between the rs1036819 polymorphism of the ZFAT gene and pelvic organ prolapse: a case-control study [J].Int Urogynecol J, 2023, 34 (10): 2611-2617.
[14] 姚秀华, 刘凯, 于敬会. 初产妇盆腔器官脱垂现况及影响因素分析[J]. 中国妇幼卫生杂志, 2023, 14 (3): 7-11.
[15] VILA POUCA M C P, PARENTE M P L, NATAL JORGE R M, et al. Investigating the birth-related caudal maternal pelvic floor muscle injury: the consequences of low cycle fatigue damage [J/OL].J Mech Behav Biomed Mater, 2020, 110 [2026-02-13]. http://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103956.
[16] ZHANG P H, DU W J, GUO G, et al.Influencing factors of recurrence after pelvic organ prolapse surgery and construction of a nomogram risk prediction model [J/OL]. Rev Assoc Med Bras (1992), 2024, 70 (12) [2026-02-13].http://doi.org/10.1590/1806-9282.20240849.
[17] XIE X H, SHEN J J.Analysis of risk factors of pelvic organ prolapse in postmenopausal women and construction of prediction model [J].Altern Ther Health Med, 2024, 30 (1): 265-269.

收稿日期：2025-11-24 **修回日期**：2026-02-13 **本文编辑**：刘亚敏

(上接第422页)

的划分规定[Z].2023.
[11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 职业健康监护技术规范: GBZ 188—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
[12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 声学 测听方法 第1部分: 纯音气导和骨导测听法: GB/T 16296.1—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
[13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 声学 听阈与年龄关系的统计分布: GB/T 7582—2004[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
[14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 职业性噪声聋的诊断: GBZ 49—2014[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.
[15] 旷聃, 余艳艳, 杨媛, 等. 我国噪声暴露劳动者高频听力损失检出率的Meta分析[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2021, 39 (3): 184-189.
[16] CHEN K H, SU S B, CHEN K T. An overview of occupational noise-induced hearing loss among workers: epidemiology, pathogenesis, and preventive measures [J/OL]. Environ Health Prev Med, 2020, 25 (1) [2026-03-14]. http://doi.org/10.1186/s12199-020-00906-0.
[17] 胡崇民, 汪志宇, 张小双.2024年重庆市北碚区噪声作业人员高频听力损失及影响因素分析[J]. 现代医药卫生, 2026, 42 (1): 138-143.
[18] 于晶, 董一文, 徐晓东, 等. 某市县噪声作业人群听力损失及影响因素分析[J]. 工业卫生与职业病, 2025, 51 (4): 323-327.
[19] 佟卉, 刘思佳, 袁建国, 等. 北京市通州区噪声作业人群高频听力损失及影响因素[J]. 江苏预防医学, 2023, 34 (3): 354-355.
[20] 赖云, 钟豪翔, 张陆兵. 江西省涉尘用人单位职业卫生管理现状[J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41 (5): 575-580.
[21] 高美伶, 张永利, 易井萍. 舟山市噪声作业工人高频听力损失的影响因素分析[J]. 预防医学, 2020, 32 (8): 834-838.
[22] 周彩玲, 贾月芝, 胡应祖, 等. 噪声作业工人听力损失调查[J]. 预防医学, 2017, 29 (1): 91-92, 95.

收稿日期：2026-01-16 **修回日期**：2026-03-14 **本文编辑**：刘亚敏