

# 高龄产妇椎管内阻滞术后脊神经损伤影响因素的列线图预测模型构建

石钰<sup>1</sup> 岳修勤<sup>2</sup> 王震<sup>1</sup>

(1 驻马店市中心医院麻醉科,河南 驻马店 463000; 2 新乡医学院麻醉学院)

**[摘要]** **目的** 建立预测高龄产妇椎管内阻滞术后脊神经损伤影响因素的列线图模型。**方法** 选取 2019 年 2 月—2021 年 12 月进入我院分娩行椎管内阻滞的高龄产妇 480 例,采用 Lasso 回归分析筛选高龄产妇椎管内阻滞术后脊神经损伤的影响因素,采用 logistic 回归分析构建高龄产妇椎管内阻滞术后脊神经损伤影响因素的预测模型,用 R 软件将模型可视化,并对高龄产妇椎管内阻滞术后脊神经损伤影响因素的列线图模型进行验证。**结果** 480 例高龄产妇中,62 例椎管内阻滞术后发生脊神经损伤,脊神经损伤发生率为 12.92%。Lasso 回归分析结果显示,麻醉穿刺过程是否顺利、麻醉方式、分娩期间阴道出血量、麻醉时蛛网膜下腔有无异物感、有无高血压及有无糖尿病是椎管内阻滞术后脊神经损伤的影响因素。由上述因素构建预测模型,模型的 C-index 为 0.754,AUC 为 0.736,校正曲线显示实际值与预测值拟合度良好,决策曲线显示阈值概率在 4%~67% 时,采用列线图预测高龄产妇椎管内阻滞术后脊神经损伤具有较高的净获益值。**结论** 麻醉穿刺异常、腰硬联合麻醉、分娩期间阴道出血量 $\geq 300$  mL、麻醉时蛛网膜下腔异物感、高血压及糖尿病等是高龄产妇椎管内阻滞术后脊神经损伤的危险因素,基于以上 6 项预测因素建立的列线图有利于筛查高龄产妇中椎管内阻滞术后脊神经损伤高风险者,并提前制定科学的防治措施。

**[关键词]** 孕产妇健康;麻醉;产科;麻醉;脊椎;周围神经损伤;预测;列线图

**[中图分类号]** R614.41

**[文献标志码]** A

**Construction of a nomogram prediction model for the influencing factors for spinal nerve injury in elderly parturients after intraspinal block** SHI Yu, YUE Xiuqin, WANG Zhen (Department of Anesthesiology, Zhumadian Central Hospital, Zhumadian 463000, China)

**[ABSTRACT]** **Objective** To establish a nomogram model for predicting the influence factors for spinal nerve injury in elderly parturients after intraspinal block. **Methods** A total of 480 elderly parturients who received intraspinal block for delivery in our hospital from February 2019 to December 2021 were enrolled. The Lasso regression analysis was used to identify the influencing factors for spinal nerve injury after intraspinal block in elderly parturients, and the logistic regression analysis was used to construct a predictive model for the influencing factors for spinal nerve injury caused by intraspinal block in elderly parturients. R software was used to visualize the model and validate the nomogram model for the influencing factors for spinal nerve injury caused by intraspinal block in elderly parturients. **Results** Among the 480 elderly parturients, 62 experienced spinal nerve injury due to intraspinal block, and the incidence rate of spinal nerve injury was 12.92%. The Lasso regression analysis showed that whether the puncture process for anesthesia was smooth, anesthesia method, the amount of vaginal bleeding during delivery, the presence or absence of foreign body sensation in subarachnoid space during anesthesia, and the presence or absence of hypertension and diabetes were influencing factors for spinal nerve injury after intraspinal block. A prediction model was constructed based on the above factors, with a C-index of 0.754 and an AUC of 0.736. The calibration curve showed a good degree of fitness between the actual value and the predicted value, and the decision curve showed that at the threshold probability of 4%–67%, the nomogram model had a higher net benefit value in predicting spinal nerve injury after intraspinal block in elderly parturients. **Conclusion** Abnormal anesthesia puncture, combined spinal-epidural analgesia, vaginal bleeding  $\geq 300$  mL during delivery, foreign body sensation in subarachnoid space during anesthesia, hypertension, and diabetes are influencing factors for spinal nerve injury after intraspinal block in elderly parturients. The nomogram model based on the above 6 predictive factors can help to identify the elderly parturients at a high risk of spinal nerve injury due to intraspinal block and formulate scientific prevention and control measures in advance.

**[KEY WORDS]** Maternal health; Anesthesia, obstetrical; Anesthesia, spinal; Peripheral nerve injuries; Forecasting; Nomograms

高龄产妇是指妊娠年龄不低于 35 岁的产妇<sup>[1]</sup>,由于女性生育观念的转变、女性文化水平的提升、我

国二胎政策的放开及避孕措施的普及,我国产妇中高龄产妇所占比重正在逐年增高<sup>[2]</sup>。产妇分娩过程中,子宫收缩及胎儿对软组织的压迫引起的痛感经常发生,如果痛感一直持续将会严重影响产程的进展<sup>[3-4]</sup>。因此,在产妇分娩过程中,临床常选择麻醉

**[收稿日期]** 2024-01-27; **[修订日期]** 2024-04-12

**[基金项目]** 河南省高等学校重点科研项目(20B320134)

**[通讯作者]** 岳修勤,Email:zmdxzyymzsy@163.com

药物进行镇痛以便于确保产程顺利进行<sup>[5]</sup>。椎管内阻滞是将麻醉药物注入椎管的硬膜外腔或蛛网膜下腔阻滞脊神经根而产生麻醉的作用,主要包括腰硬联合麻醉、硬膜外阻滞及蛛网膜下腔麻醉等<sup>[6]</sup>,椎管内阻滞对产妇和胎儿的呼吸抑制效应较小,镇痛效果良好,目前已成为分娩镇痛较常用的手段<sup>[7-9]</sup>。然而椎管内阻滞可能会引起产妇脊神经损伤,尤其高龄产妇风险更大。而目前临床尚无治疗椎管内阻滞后脊神经损伤的有效手段,且高龄产妇一旦发生脊神经损伤可能会造成严重后果<sup>[10-12]</sup>。因此,确定高龄产妇椎管内阻滞后脊神经损伤的影响因素并尽早进行合理干预,对高龄产妇分娩镇痛具有重要意义。本研究通过构建预测高龄产妇椎管内阻滞后脊神经损伤影响因素的风险列线图模型,以期为该病的防治提供理论依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2019 年 2 月—2021 年 12 月于我院分娩行椎管内阻滞的高龄产妇。纳入标准:①年龄 $\geq 35$ 岁者;②美国麻醉医师协会(ASA)的麻醉分级<sup>[13]</sup>I~II 级者;③行椎管内阻滞者;④临床资料完整者;⑤无神经损伤病史者。排除标准:凝血功能障碍者、有腰椎病史者、有精神疾病者、有恶性肿瘤疾病者、合并全身感染性疾病<sup>[14-16]</sup>。根据样本量计算公式抽样估算样本量为 192 例,考虑 10% 的脱落率,则应接触样本量为 214 例。本研究终纳入 480 例行椎管内阻滞的高龄产妇,根据椎管内阻滞后脊神经损伤的发生情况(脊髓神经损伤判定标准为肢体麻木无力,可伴有疼痛,肌电图检查或磁共振检查提示脊髓神经损伤<sup>[17]</sup>),将产妇分为脊神经损伤组(62 例)和无脊神经损伤组(418 例)。

### 1.2 研究方法

收集并比较产妇的年龄、户籍、文化程度、体质指数(BMI)、有无高血压及糖尿病、孕产次、孕龄、胎盘附着位置、胎儿数量、麻醉穿刺过程是否顺利、麻醉药物应用剂量、麻醉药物种类、麻醉方式、分娩方式、是否巨大儿、分娩期间阴道出血量、人工流产史、麻醉时蛛网膜下腔有无异物感等资料。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行数据分析。计数资料以例(率)表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验或 Fisher 精确概率法;采用 Lasso 分析筛选高龄产妇椎管内阻滞后神经损伤的影响因素,采用 logistic 回归分析构

建高龄产妇椎管内阻滞后神经损伤影响因素的预测模型。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。采用 R 4.1.3 软件将模型可视化,Bootstrap 法验证模型,计算一致性指数(C-index),并绘制校正曲线、受试者工作特征(ROC)曲线和决策曲线。

## 2 结果

### 2.1 两组产妇一般资料比较

480 例行椎管内阻滞的高龄产妇中,有 62 例发生脊神经损伤,脊神经损伤发生率为 12.92%。脊神经损伤组和无脊神经损伤组产妇的麻醉穿刺过程是否顺利、麻醉方式、分娩期间阴道出血量、麻醉时蛛网膜下腔有无异物感、有无高血压及有无糖尿病等指标存在显著差异( $\chi^2 = 9.355 \sim 11.044, P < 0.01$ )。见表 1。

### 2.2 高龄产妇椎管内阻滞后脊神经损伤的影响因素筛选

对两组产妇的临床资料进行 Lasso 回归分析,结果显示麻醉穿刺过程是否顺利、麻醉方式、分娩期间阴道出血量、麻醉时蛛网膜下腔有无异物感、有无高血压及有无糖尿病是椎管内阻滞后脊神经损伤系数不为零的影响因素。见图 1。

### 2.3 高龄产妇椎管内阻滞后脊神经损伤影响因素的预测模型的建立

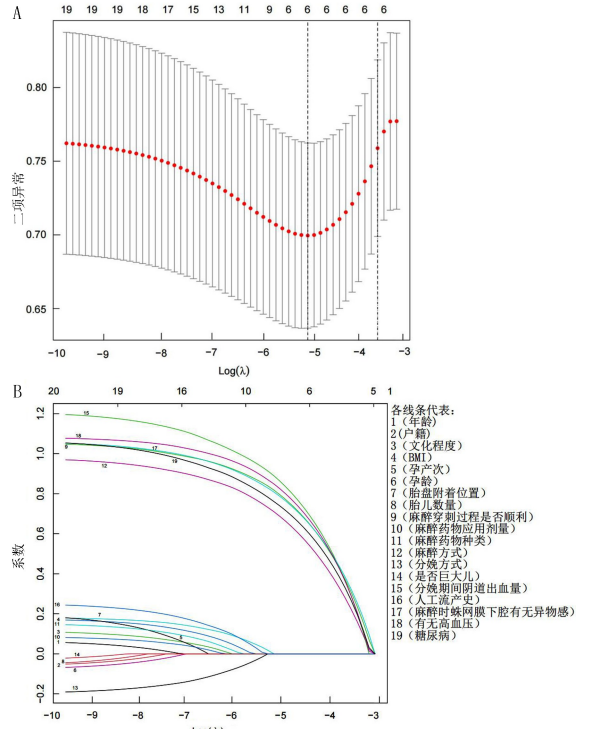
将麻醉穿刺过程是否顺利(顺利=0,异常=1),麻醉方式(硬膜外阻滞麻醉=0,腰硬联合麻醉=1),分娩期间阴道出血量( $< 300 \text{ mL} = 0, \geq 300 \text{ mL} = 1$ ),麻醉时蛛网膜下腔有无异物感(无=0,有=1),高血压(=0,有=1)及糖尿病(无=0,有=1)等纳入 logistic 回归方程,结果显示麻醉穿刺过程异常、腰硬联合麻醉、分娩期间阴道出血量 $\geq 300 \text{ mL}$ 、麻醉时蛛网膜下腔有异物感、患有高血压及患有糖尿病均为高龄产妇椎管内阻滞后脊神经损伤的危险因素( $P < 0.05$ )。根据回归系数分配自变量评分,并且将结果以列线图的形式显示,总分为 108~410 分,对应的高龄产妇椎管内阻滞后脊神经损伤的概率为 0.1~0.8,见图 2。预测模型的 C-index 为 0.754 (95%CI=0.719~0.789),AUC 为 0.736,校正曲线的内部验证显示实际值与预测值的拟合度良好。

### 2.4 临床实用性评价

决策曲线显示,阈值概率在 4%~67% 时列线图预测高龄产妇椎管内阻滞后脊神经损伤具有较高的净获益值(图 3),说明高龄产妇椎管内阻滞后脊神经损伤预测列线图的临床效用较好。

表 1 两组产妇一般资料比较[例(χ/%)]

指标	脊神经损伤组 (n=62)	无脊神经损伤组 (n=418)	χ <sup>2</sup>	P
年龄			0.386	0.535
≥40 岁	7(11.3)	37( 8.9)		
<40 岁	55(88.7)	381(91.1)		
户籍			0.217	0.642
城市	34(54.8)	216(51.7)		
农村	28(45.2)	202(48.3)		
文化程度			0.369	0.544
初中及以下	15(24.2)	87(20.8)		
初中以上	47(75.8)	331(79.2)		
BMI			0.146	0.703
<25 kg/m <sup>2</sup>	25(40.3)	158(37.8)		
≥25 kg/m <sup>2</sup>	37(59.7)	260(62.2)		
孕产次			0.166	0.683
经产妇	14(22.6)	85(20.3)		
初产妇	48(77.4)	333(79.7)		
孕龄			0.114	0.736
<270 d	20(32.3)	126(30.1)		
≥270 d	42(67.7)	292(69.9)		
胎盘附着位置			0.363	0.547
子宫后壁	7(11.3)	59(14.1)		
其他位置	55(88.7)	359(85.9)		
胎儿数量			0.022	0.881
双胎妊娠	6( 9.7)	38( 9.1)		
单胎妊娠	56(90.3)	380(90.9)		
麻醉穿刺过程是否顺利			10.422	0.001
异常	19(30.6)	60(14.4)		
顺利	43(69.4)	358(85.6)		
麻醉药物应用剂量			0.383	0.536
≥12.4 mg	24(38.7)	145(34.7)		
<12.4 mg	38(61.3)	273(65.3)		
麻醉药物种类			0.119	0.730
罗哌卡因	41(66.1)	267(63.9)		
布比卡因	21(33.9)	151(36.1)		
麻醉方式			9.681	0.002
腰硬联合麻醉	36(58.1)	156(37.3)		
硬膜外阻滞麻醉	26(41.9)	262(62.7)		
分娩方式			0.382	0.537
无痛分娩	25(40.3)	186(44.5)		
剖宫产	37(59.7)	232(55.5)		
巨大儿			0.422	0.516
是	5( 8.1)	45(10.8)		
否	57(91.9)	373(89.2)		
分娩期间阴道出血量			9.155	0.002
≥300 mL	14(22.6)	40( 9.6)		
<300 mL	48(77.4)	378(90.4)		
人工流产史			0.265	0.607
有	9(14.5)	51(12.2)		
无	53(85.5)	367(87.8)		
麻醉时蛛网膜下腔有无异物感			11.044	0.001
有	22(35.5)	73(17.5)		
无	40(64.5)	345(82.5)		
高血压			9.355	0.002
是	15(24.2)	44(10.5)		
否	47(75.8)	374(89.5)		
糖尿病			9.707	0.002
是	18(29.0)	57(13.6)		
否	44(71.0)	361(86.4)		



A:最优参数值 λ=0.011 时绘制垂直线,选取 6 个变量关系图;  
B:调整参数 λ 后,各个临床特征系数与 log(λ) 的关系图

图 1 Lasso 回归分析筛选椎管内阻滞后备神经损伤预测因素

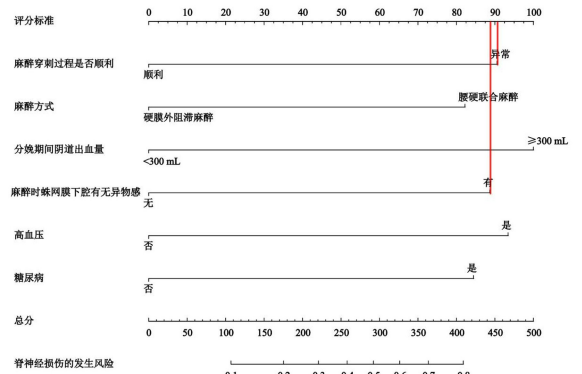


图 2 预测高龄产妇椎管内阻滞后备神经损伤的风险列线图模型

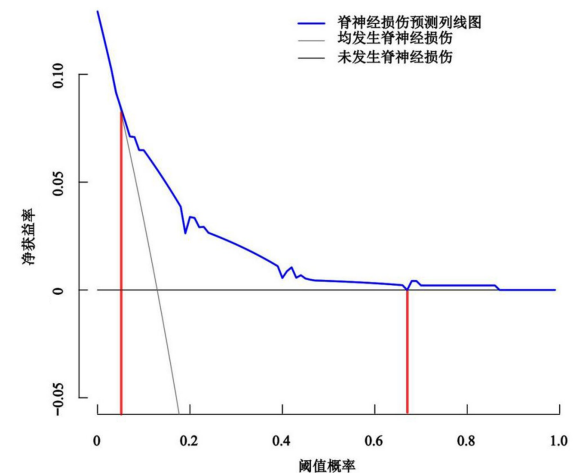


图 3 模型的决策曲线

### 3 讨论

当今社会,随着人民生活水平的提高及思想观念的转变,产妇对于医疗服务的要求逐渐提高,理想的麻醉方式对产妇的生产过程及产后恢复具有极为重要的影响,麻醉相关并发症的预防也成为妇产科麻醉医生工作中的重要环节<sup>[14-16]</sup>。麻醉医生需要了解各种麻醉技术及药物对产妇及胎儿造成的影响,以选择对产妇影响最小的麻醉方式<sup>[17-19]</sup>。椎管内阻滞由于镇痛效果好,对产妇和胎儿影响较小,已经成为顺产及剖宫产镇痛中应用最多的麻醉方式<sup>[20]</sup>。然而,对于高龄产妇而言,椎管内阻滞更易造成脊神经损伤。俞书盼等<sup>[21]</sup>研究报道产妇进行椎管内麻醉后脊神经损伤发生率为 2.40%,本研究中脊神经损伤发生率为 12.92%,与上述研究相比,本研究中脊神经损伤发生率较高,考虑可能由于区域医疗水平影响所致。另外,本研究对上述脊神经损伤患者术后以地塞米松 10 mg 静脉注射(1 次/d,连用 2~3 d)治疗,同时给予患者心理疏导,缓解患者的恐惧和紧张心理。所有脊神经损伤患者,治疗过程中未出现不良反应,治疗后所有脊髓神经损伤患者神经功能恢复正常。

本研究结果显示,麻醉穿刺过程异常、腰硬联合麻醉、分娩期间阴道出血量 $\geq 300$  mL、麻醉时蛛网膜下腔有异物感、高血压及糖尿病等是高龄产妇椎管内阻滞脊神经损伤的危险因素。谢林碧<sup>[22]</sup>的研究显示,糖尿病与麻醉穿刺过程异常是产妇椎管内阻滞脊神经损伤的危险因素;余伶俐<sup>[23]</sup>的研究则表明,麻醉时蛛网膜下腔有异物感是产妇椎管内阻滞脊神经损伤的危险因素,麻醉时蛛网膜下腔的异物感通常是由麻醉针头误伤脊髓或脊神经根所致;其次,腰硬联合麻醉镇痛在注射麻醉药物时可能会损伤周围血管,导致脊髓血液供应减少,因而增加了脊神经损伤发生风险<sup>[24]</sup>;分娩期间阴道出血量 $\geq 300$  mL 的高龄产妇脊神经损伤的发生风险较高,可能由于出血较多促进全身炎症反应发生,进而导致脊神经损伤;另外,长期的高血压将损伤血管壁并形成动脉硬化,使供应脊髓的血管阻塞或者狭窄,导致脊髓缺血,麻醉后脊髓的血供进一步减少,将加重脊神经损伤<sup>[25]</sup>。

列线图模型是将复杂数据化为可视化图形的数据分析方式,可直观体现预测模型中各变量间关系,目前列线图在医学研究中已经被广泛应用<sup>[26-27]</sup>。本研究建立了高龄产妇椎管内阻滞脊神经损伤影响

因素的风险预测列线图模型,该模型的 C-index 为 0.754,校正曲线显示实际值与预测值的拟合度良好,说明列线图一致性较好,准确度良好,模型的 AUC 为 0.736 则说明列线图预测效能较好。决策曲线显示,阈值概率在 4%~67% 时,采用列线图预测高龄产妇椎管内阻滞脊神经损伤具有较高净获益值,列线图的临床效用较好。

综上所述,麻醉穿刺过程异常、腰硬联合麻醉、分娩期间阴道出血量 $\geq 300$  mL、麻醉时蛛网膜下腔有异物感、高血压及糖尿病等是高龄产妇椎管内阻滞脊神经损伤的危险因素。本研究构建的高龄产妇椎管内阻滞脊神经损伤影响因素的列线图预测模型准确性和临床应用价值较高,能够对高龄产妇椎管内阻滞脊神经损伤高风险人群的筛查和防治措施的制定起到积极作用。另外本研究存在一定局限性,如本研究为回归性、单中心研究,可能存在一定的信息偏倚,且本研究只进行了内部验证,并没有进行外部验证,模型的应用可能会存在一定限制。下一步我们将扩大样本量,并进行外部验证。

**伦理批准和知情同意:**本研究涉及的所有试验均已通过驻马店市中心医院伦理委员会审批[文件号:驻医伦审(2018)第(026)号]。所有试验过程均遵照《临床试验质量管理规范》的条例进行。受试对象或其亲属已经签署知情同意书。

**作者声明:**石钰、王震参与了研究设计;石钰、岳修勤参与了论文的写作和修改。所有作者均阅读并同意发表该论文,且均声明不存在利益冲突。

### [参考文献]

- [1] WANG J, LEWIS J R, BYRNES E, et al. Serum Midkine, estimated glomerular filtration rate and chronic kidney disease-related events in elderly women: Perth Longitudinal Study of Aging Women[J]. *Sci Rep*, 2020,10(1):14499.
- [2] 李宁, 阙艳敏, 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):706-713.
- [3] VIERECK V, GAMPER M, WALSER C, et al. Combination therapy with botulinum toxin and bulking agent-An efficient, sustainable, and safe method to treat elderly women with mixed urinary incontinence[J]. *Neurourol Urodyn*, 2021,40(7):1820-1828.
- [4] BARRA M D, GON G, WOODE S, et al. Understanding infection prevention behaviour in maternity wards: A mixed-methods analysis of hand hygiene in Zanzibar[J]. *Soc Sci Med*, 2021,272:113543.
- [5] BAN L, ABDUL SULTAN A, WEST J, et al. External validation of a model to predict women most at risk of postpartum venous thromboembolism: Maternity clot risk[J]. *Thromb*

Res, 2021,208;202-210.

[6] TSATSARIS V, MARIAGGI A A, LAUNAY O, et al. SARS-COV-2 IgG antibody response in pregnant women at delivery[J]. J Gynecol Obstet Hum Reprod, 2021, 50 (7): 102041.

[7] GIRAULT A, BONNET C, GOFFINET F, et al. Association of oxytocin use and artificial rupture of membranes with cesarean delivery in France[J]. Obstet Gynecol, 2020, 135 (2): 436-443.

[8] 艾来提·塔来提,郭海,洪毅. 硬膜外分娩镇痛转行剖宫产术麻醉失败的相关因素分析[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2021, 7(6):605-609.

[9] 马丽媛,陆冰,邓学东,等. 盆底超声技术评估椎管内阻滞分娩镇痛对初产妇产后早期盆底功能的影响[J]. 广西医学, 2022, 44(4):403-406.

[10] ABRAMOWITZ L, MANDELBROT L, BOURGEOIS MOINE A, et al. Caesarean section in the second delivery to prevent anal incontinence after asymptomatic obstetric anal sphincter injury: The EPIC multicentre randomised trial[J]. BJOG, 2021,128(4):685-693.

[11] 石青青,苏湘川,屈献锋. 椎管内分娩镇痛对初产妇产后早期盆底功能的影响[J]. 广东医学, 2020,41(11):1178-1181.

[12] 王艳,肖哲曼,卢祖能,等. 肌电图在椎管内麻醉并发脊神经损害中的早期诊断价值[J]. 卒中与神经疾病, 2022,8(6):540-544.

[13] HEDENSTIERNA G, TOKICS L, SCARAMUZZO G, et al. Oxygenation impairment during anesthesia: Influence of age and body weight[J]. Anesthesiology, 2019,131(1):46-57.

[14] 周泓屹,曹忠,侯振环. 初产妇椎管内阻滞镇痛对产妇产血清 SP、NPY 等因子水平及阴道助产率的影响分析[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2020,17(4):167-169.

[15] 滕云,夏素华,徐丽屏,等. 高龄剖宫产妇产后出血影响因素及预防措施[J]. 中国现代药物应用, 2021,15(17):87-89.

[16] 胡珊珊,朱建国,费秀珍. 高龄初产妇产后出血危险因素分析

[J]. 中国病案, 2020,21(1):95-98.

[17] 李晶. 临床技术操作规范:物理医学与康复学分册[M].北京:人民军医出版社,2004:83-86.

[18] CHUCKPAIWONG B, HARNROONGROJ T, SIRIVANA-SANDHA B, et al. Local ketorolac injection vs popliteal sciatic nerve blockade as an adjuvant to a spinal block in hindfoot arthrodesis[J]. Foot Ankle Int, 2021,42(5):570-574.

[19] ZHANG J F, ZHANG W W, WANG J, et al. Distribution of the T12 erector spinal muscle plane block in the dorsal region guided by ultrasound[J]. J Orthop Surg Res, 2021,16(1):48.

[20] 单涛,韩流,葛德高,等. 超声引导下膝关节周围神经阻滞联合椎管内麻醉在老年患者全髋关节置换术中的应用[J]. 临床麻醉学杂志, 2021,37(5):458-461.

[21] 俞书盼,姜义铁,肖剑,等. 产妇进行椎管内麻醉后神经损伤的相关研究[J]. 中国妇幼保健研究, 2017,3(S1):338-339.

[22] 谢林碧. 妊娠期糖尿病产妇椎管内阻滞神经损伤的危险因素调查分析[D]. 广州:南方医科大学, 2018.

[23] 余伶俐. 产妇椎管内麻醉后发生神经损伤的影响因素分析[J]. 蚌埠医学院学报, 2016,41(7):877-878.

[24] BHATIA K, COLUMB M, WADSWORTH R, et al. Effect of rectus sheath block vs. spinal anaesthesia on time-to-readiness for hospital discharge after trans-peritoneal hand-assisted laparoscopic live donor nephrectomy: A randomised trial[J]. Eur J Anaesthesiol, 2021,38(4):374-382.

[25] 张静静,张绪东,嵇富海. 椎管内镇痛在臀位妊娠产妇行外倒转术的随机对照研究[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2023,9(2):174-178.

[26] 刘鹏,周春娅,朱会蓉,等. 盆腔子宫内膜异位症患者术后自然妊娠的影响因素分析及列线图模型构建[J]. 四川医学, 2024, 45(7):739-744.

[27] 贾钦尧,宋珊,程耀,等. 慢性阻塞性肺疾病患者合并肺结核的影响因素分析及其列线图预测模型的建立[J]. 中国感染与化疗杂志, 2023,23(1):47-52.

(本文编辑 范睿心 厉建强)

(上接第 537 页)

[10] 李钊硕,周腾飞,李强,等. ADAPT 技术治疗急性动脉粥样硬化性颅内大血管闭塞的疗效和安全性分析[J]. 中华神经医学杂志, 2019,18(11):1103-1108.

[11] 简能日,周轩,罗一纯,等. 对比直接抽吸一次性取栓与支架取栓治疗急性大脑中动脉闭塞的辐射剂量[J]. 中国介入影像与治疗学, 2020,17(11):646-649.

[12] LAPERGUE B, BLANC R, GUEDIN P, et al. A direct aspiration, first pass technique (ADAPT) versus stent retrievers for acute stroke therapy: An observational comparative study [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2016,37(10):1860-1865.

[13] LAPERGUE B, BLANC R, GORY B, et al. Effect of endovascular contact aspiration vs stent retriever on revascularization in patients with acute ischemic stroke and large vessel occlusion: The ASTER randomized clinical trial [J]. JAMA, 2017,318(5):443-452.

[14] 曲广枝,蒋波,孙秀丽,等. 不同时间窗静脉溶栓对急性缺血性

脑卒中患者临床疗效、血管再通和神经功能的影响[J]. 解放军医药杂志, 2021,33(3):91-94.

[15] KOWOLL A, WEBER A, MPOTSARIS A, et al. Direct aspiration first pass technique for the treatment of acute ischemic stroke: Initial experience at a European stroke center [J]. J NeuroIntervent Surg, 2016,8(3):230-234.

[16] 李元辉,李文波,严澎,等. 颅内血管栓塞取栓术前持续抽吸取栓在急性前循环大血管闭塞治疗中的应用[J]. 介入放射学杂志, 2020,29(7):654-658.

[17] 叶明炎,叶啸宇,郑影. 急性脑梗死抽吸取栓以及支架取栓对比研究[J]. 中国卫生标准管理, 2023,14(14):96-100.

[18] BERNSEN M L E, GOLDHOORN R B, VAN-OOSTENBRUGGE R J, et al. Equal performance of aspiration and stent retriever thrombectomy in daily stroke treatment [J]. J Neurointerv Surg, 2019,11(7):631-636.

(本文编辑 耿波)