

# 剖宫产腰麻后低血压的防治措施

党朵朵

延安大学医学院, 陕西 延安

收稿日期: 2023年12月12日; 录用日期: 2024年1月7日; 发布日期: 2024年1月15日

## 摘要

椎管内麻醉具有简单、起效快、失败率低、药物剂量小以及手术期间肌肉松弛效果良好的优点, 已成为剖宫产手术的首选麻醉方式。但在进行椎管内麻醉时, 70%至80%的概率可能会发生产妇低血压。选择最有效的防治策略以实现剖宫产脊髓麻醉期间的血流动力学稳定仍然是产科麻醉学的主要挑战之一。已有多项研究探讨了容量预负荷、升压药、改变产妇体位、下肢加压等方法对预防产妇低血压反应的效果, 但是, 具体方法因麻醉实践的不同而有所不同。本研究的目的是总结用于预防和治疗低血压的各种方法, 选择最合适的策略以降低剖宫产腰麻期间低血压的发生率。

## 关键词

剖宫产, 腰麻, 低血压

# Prevention and Control Measures of Hypotension after Spinal Anesthesia in Cesarean Section

Duoduo Dang

Medical College, Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Dec. 12<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jan. 7<sup>th</sup>, 2024; published: Jan. 15<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Neuraxial anesthesia has the advantages of simplicity, rapid onset of action, low failure rate, small drug dose, and good muscle relaxation during surgery, and has become the preferred anesthesia method for cesarean section. However, maternal hypotension may occur with a 70% to 80% probability during neuraxial anesthesia. Selecting the most effective preventive and therapeutic strategies to achieve hemodynamic stabilization during spinal anesthesia for cesarean section

remains one of the major challenges in obstetric anesthesiology. Several studies have explored the effects of volume preloading, vasopressors, changes in maternal position, and lower limb compression in preventing maternal hypotensive reactions. However, specific methods vary depending on anesthesia practice. The purpose of this study was to summarize the various methods used to prevent and treat hypotension and to select the most appropriate strategy to reduce the incidence of hypotension during spinal anesthesia for cesarean section.

## Keywords

Caesarean Section, Spinal Anesthesia, Hypotension

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

产妇低血压是椎管内麻醉最常见的并发症。KlÖHR S [1]等人的研究中使用的两个最常见的低血压定义是动脉收缩压 SAP 降低至麻醉前测量的基线值的 80%，或两个标准的组合，即 SAP 降至 100 mmHg 或更低，或降至基线的 80%或更低。未经治疗的严重低血压会对母体(意识不清、肺误吸、呼吸暂停，甚至心脏骤停)和胎儿(胎盘灌注受损导致缺氧、胎儿酸中毒和神经损伤)造成严重风险，仰卧位低血压综合征发生率可高达 56% [2]。因此，有效预防孕产妇低血压至关重要。目前关于低血压防治措施的选择存在诸多争议，现就此作简要概述。

## 2. 体位干预法

产妇行椎管内麻醉后，由于腹壁肌肉及子宫附属韧带松弛，对子宫的支托作用明显减弱或者消失，仰卧位时增大的妊娠子宫压迫下腔静脉，加之椎管内麻醉所致外周血管阻力降低，血液回流明显受阻，进而产妇出现胸闷气短、恶心呕吐等仰卧位低血压综合症状[2]。Sakata K 等[3]研究了 45 例产妇术前仰卧位、左侧卧位再仰卧位引起心率变异性的改变可以预测剖宫产腰麻期间发生低血压的风险，心率增加，血压有下降趋势。陈果等[4]选择 140 例产妇计算分析其麻醉前仰卧位与侧卧位平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)差值与低血压发生率之间的关系，结果显示随变换体位 MAP 差值升高其产妇低血压发生率持续升高。目前对足月剖宫产妇女的建议是在分娩前保持子宫向左侧倾斜，但是具体的倾斜角度说法各异。You J 等人[5]的研究结果表明，手术台向左倾斜 15°可以减少妊娠子宫对下腔静脉(IVC)的压迫，从而改善低血压的发生。因为下腔静脉的直径与腹内压的大小显著相关，腹内压升高时，IVC 直径明显减小，而仰卧位时腹内压明显高于左倾斜位，静脉回流明显受阻；其次，仰卧位时子宫重力直接作用于下腔静脉，而在手术台向左倾斜 15°的位置时，可以分散部分重力，使子宫稍微远离 IVC，减轻压迫。此外，与非肌肉松弛状态相比，肌肉松弛状态可能导致子宫侧向移位并更大程度地减少 IVC 压迫。然而 Hasanin A 等人[6]发现 SBP 和 HR 在手术台向左倾斜 15°时没有明显变化，他们还发现手术台向左倾斜 15°时心输出量增加。夏玲等人[7]研究了“左倾 15° + 中凹卧位”的体位，抬高头胸部，有利于保持气道通畅，改善缺氧症状，抬高下肢，可促进静脉血回流，再者中凹体位使躯干和下肢形成夹角，对妊娠子宫起支撑作用，从而减轻了对下腔静脉的压迫，有利于下腔静脉血回流增加心输出量而缓解低血压症状。邹学军等人[8]认为保持产妇水平位的前提下使手术床左倾 30°最佳，但此种体位仅能缓解子宫对下腔静脉的压迫，无法使血液回流加快，并且存在单侧阻滞不全的可能，还会使手术操作困难，产妇感到不适，

不利于母婴安全。钟影等人[9]的研究采用术中保持手术床左侧倾斜 30°体位的基础上将床尾抬高 15°，目的是加快血液回流速度，可使产妇保持良好的心率和平均动脉压。石晓玲等[10]选择 86 例剖宫产产妇随机分为两组，麻醉后，对照组将手术床向左侧倾斜 30°，干预组将孕妇右侧臀部垫起 4~5 cm，结果显示干预组术中低血压综合征、单侧阻滞不全、低氧血症发生率均明显低于对照组。

### 3. 液体疗法

在临床实践中液体负荷是预防剖宫产妇女因脊髓麻醉引起低血压的公认措施之一。影响液体管理的变量主要有：液体输注类型、输注时机、输注速率以及输注容量等。临床中输注的液体类型主要有两种：晶体液和胶体液；输注时机也常分为两种：一种是在椎管内麻醉前输注，即预负荷；另一种是在椎管内麻醉鞘内注药即刻同时进行静脉液体输注，即共负荷。所以在临床中液体防治的方法通常有四种，即晶体液预负荷、晶体液共负荷、胶体液预负荷、胶体液共负荷。

#### 3.1. 晶体液预负荷

优化静脉回流和预防产妇低血压的传统方法是晶体预负荷，然而由于晶体在生物体内的快速重新分布，在脊髓麻醉后血管舒张时仅一小部分输注液体保留在血管内空间中，且输入大量晶体液会加重心脏负荷、引起肺水肿等并发症，对肾功能形成一定的损害[11]。Ouerghi 等[12]在一项随机对照研究中发现，在椎管内麻醉前预负荷 20 ml/kg 的乳酸林格氏液进行扩容，与未扩容组相比，低血压发生率以及麻黄碱使用剂量差异无统计学意义。Loubert C. [13]也认为应采用晶体液预负荷以外的容量负荷方案。很多研究结果得出同样的结论，所以目前对于晶体液预负荷方案不作为主流推荐。

#### 3.2. 晶体液共负荷

Oh A Y 等人[14]的一项前瞻性对照研究中，60 名产妇被随机分配在鞘内注射药物进行腰麻之前(预负荷组)或之后(共负荷组)接受 15 ml/kg 晶体液，结果发现共负荷组低血压发生率及恶心发生率均显著低于预负荷组。Ni H F 等人[15]纳入了 10 项研究，共 824 例的一项网络荟萃分析结果表明对于剖宫产腰麻中接受晶体负荷的产妇，共同负荷策略减少了产妇术中低血压的发生率和血管加压药的需求。Dyer R A 等人[16]也得出了类似的结论。总的来说，目前的文献研究大部分认为晶体液共负荷更优于预负荷。然而并不是所有学者都这么认为，因为这还与液体输注容量和速率有关。

#### 3.3. 胶体液预负荷

胶体已广泛应用于手术中，因为它可以更快的使血管空间内体积扩张，且胶体在血管内空间中的停留时间比晶体更长，目前大多数研究认为，胶体液对于低血压的预防效果更优于晶体液。Melchor J R 等人[17]的一项系统回顾和网络荟萃分析结果表明，与晶体相比，使用胶体液后脊髓麻醉相关的低血压发生率显著降低( $P = 0.01$ )，但是晶体液和胶体液在术中恶心和呕吐的风险方面没有差异( $P = 0.33$ )。Siddik S M 等人[18]将 500 mL 10%羟乙基淀粉(HES)与 1 L 乳酸林格氏液(LR)的预负荷效果进行比较发现，预负荷 500 mL 10% HES 更能降低脊髓性低血压的发生率和严重程度。同样，在另一项研究中也得出了类似的结论，Romdhani C 等人[19]比较了 6%羟乙基淀粉(HES)和 9%生理盐水两种预负荷方案预防剖宫产腰麻后低血压的效果，结果表明预负荷 500 mL HES 130/0.4 后低血压发生率低于预负荷 1500 mL 9%盐水溶液。Teoh W H L 等人[20]的一项研究结果显示胶体预负荷可以增加产妇心输出量。Tawfik M M 等人[21]进行了一项随机双盲研究，210 名计划在腰麻下行择期剖宫产的患者被随机分配接受腰麻前 6%羟乙基淀粉 130/0.4 500 mL (胶体预负荷)或醋酸林格氏溶液 1000 mL 鞘内注射(晶体共负荷)，结果表明使用 1000 mL 晶体共同负荷与 500 mL 胶体预负荷在降低择期剖宫产腰麻后低血压发生率方面具有相似的效果。然而也

有少数研究结果显示胶体液并不能完全避免低血压的发生。Gong R S 等人[22]的一项涉及 871 名患者的网络荟萃分析结果表明胶体预负荷并不能显著降低择期剖宫产中与腰麻相关的低血压发生率。

### 3.4. 胶体液共负荷

目前的研究认为胶体液预负荷与共负荷在预防剖宫产腰麻后低血压方面同样有效。Siddik-Sayyid S M 等人[23]将 178 名择期剖宫产腰麻患者随机分配接受 500 mL 羟乙基淀粉预负荷或共负荷, 结果表明两组低血压发生率无显著性差异, 各组之间恶心和/或呕吐的发生率或新生儿结局没有差异。Nishikawa K 等人[24]也得出了类似的结论。

## 4. 血管活性药的应用

由于上述非药物措施对于剖宫产腰麻后低血压的防治效果均有一定的局限性, 所以我们需要选择一种效果更好的血管活性药, 产科麻醉领域理想的升压药不仅能维持产妇血流动力学稳定, 预防恶心、呕吐等产妇并发症, 而且对子宫胎盘血流和新生儿临床结局的不利影响最小。然而, 理想的血管升压药一直是争议的话题, 目前对于血管活性药物的选择和最佳用药方式以及用药剂量存在一定的争议性。

### 4.1. 麻黄碱

麻黄碱是一种拟交感胺, 具有多种肾上腺素作用, 其主要作用机制依赖于其直接的肾上腺素作用以及通过促进肾上腺素能神经末梢释放去甲肾上腺素从而激动肾上腺素受体的间接作用, 对  $\alpha$  和  $\beta$  受体均有激动作用。该药进入人体后使心肌收缩力加强, 心输出量增加, 同时收缩外周血管如皮肤黏膜血管, 舒张冠状动脉以及大脑血管, 使血流量增加, 血压升高。在整体情况下, 由于血压升高, 反射性兴奋迷走神经, 抵消了它的直接加速心率作用, 故心率变化不大[25] [26]。

在对怀孕母羊进行的一项早期研究中发现, 与其它血管升压药相比, 麻黄碱可以更好地改善子宫胎盘血供[27], 因此, 麻黄碱曾一直是治疗大多数产科患者低血压的首选血管升压药[28]。有研究证实, 腰麻前 10 分钟预防性肌内注射麻黄碱 0.5 mg/kg 可在术中提供更好的血流动力学稳定性, 且不会显著增加不良反应的发生率[29]。于铎等人[30]的一项研究结果显示, 单次静脉注射麻黄碱治疗腰麻剖宫产术中低血压的 ED50 是 4 mg 和 ED95 为 10.6 mg。Loughrey J P R 等人[31]认为, 与单独静脉注射相比, 在鞘内阻滞同时静脉注射麻黄碱 12 mg 预防性推注, 可以降低剖宫产腰麻后低血压的发生率。

近年来, 有学者研究证实, 尽管麻黄碱可以很好地控制收缩压并增加心输出量, 但它可以透过胎盘屏障, 与胎儿酸中毒发生率的显著增加相关[32]。麻黄碱还有一个缺点就是短期内反复使用可产生快速耐药性, 不宜静脉滴注。因此, 目前麻黄碱已不作为产科麻醉首选升压药。

### 4.2. 去甲肾上腺素

去甲肾上腺素为肾上腺素受体激动药, 是强烈的  $\alpha$  受体激动药, 同时合并微弱的  $\beta$  受体激动作用。通过  $\alpha$  受体激动, 可引起血管极度收缩, 使血压升高, 冠状动脉血流增加; 通过  $\beta$  受体的激动, 使心肌收缩加强, 心排出量增加。所以, 去甲肾上腺素在升高血压的同时, 增加心输出量, 从而降低心动过缓的发生率, 这一优势使得近年来临床上逐渐尝试采用去甲肾上腺素代替去氧肾上腺素作为产科麻醉中的优选升压药。

多项研究证实去甲肾上腺素与去氧肾上腺素均可预防剖宫产腰麻后低血压的发生, 但前者更能显著降低心动过缓的发生率[33] [34]。多数学者推荐 0.05  $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{min}$  的速率持续泵注去甲肾上腺素来预防剖宫产腰麻后低血压的发生[35] [36]。Chen Y 等人[37]的推荐速率为 0.05 或 0.075  $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{min}$ , 与上述推荐速率接近。然而, 巩彦丰等人[38]比较了腰麻后同时接受生理盐水、0.025、0.05、0.075 和 0.1  $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{min}$  的

去甲肾上腺素持续输注,结果显示各组低血压的发生率分别为 85%、70%、35%、15%、5%,因此此研究建议以 0.1  $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{min}$  为最佳输注速率。这可能与腰麻液的配比以及输注前是否给予负荷量有关系。静脉推注也可以有效预防剖宫产腰麻后低血压的发生。沈婷等人[39]的研究结果显示单次静脉推注去甲肾上腺素 11  $\mu\text{g}$  可预防产妇腰麻后低血压的发生。国外的一项研究认为 8  $\mu\text{g}$  去甲肾上腺素预防性推注可有效预防 90%剖宫产患者的腰麻后低血压[40]。目前并没有研究直接比较静脉推注和以固定速率输注血管活性药物的优劣性。

### 4.3. 间羟胺

间羟胺主要作用于  $\alpha$  受体,直接兴奋  $\alpha$  受体,较去甲肾上腺素作用为若但较持久,对心血管的作用与去甲肾上腺素相似。能收缩血管,持续地升高收缩压和舒张压,也可增强心肌收缩力,正常人心输出量变化不大,对心率的兴奋不很显著,很少引起心律失常。

有研究发现,在防治剖宫产腰麻后低血压发生率方面,间羟胺的疗效及安全性显著高于麻黄碱。程博等人[41]比较了在腰麻后即刻静脉预注间羟胺 0.3 mg,或麻黄碱 10 mg,结果显示,间羟胺组低血压、恶心呕吐、寒战高热等不良反应发生率,以及胎儿娩出时间、乳酸值均显著低于麻黄碱组( $P < 0.05$ )。张峰[42]的研究也得出了类似的结论。还有学者推荐腰麻鞘内注药同时以 1.5  $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  的速率泵注间羟胺为预防剖宫产腰麻后低血压的适宜剂量[43]。

### 4.4. 多巴胺

多巴胺具有  $\beta$  受体激动作用,也有一定的  $\alpha$  受体激动作用,能增强心肌收缩力,增加心排血量,对周围血管有轻度收缩作用,升高动脉压,加快心率作用较轻微。

关于多巴胺的使用剂量及方法说法各异。骆建宁等人[44]推荐静注多巴胺 10~12  $\mu\text{g}/\text{kg}$  治疗腰麻剖宫产术中的低血压起效快,疗效佳,可控性强,体内代谢快,对产妇和胎儿影响少。有学者研究了在腰麻后立即静注 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  多巴胺,然后以 3  $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  或 5  $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  的速度持续泵注,结果显示可以有效预防剖宫产腰麻后低血压,且 3  $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  的并发症更少[45]。另一项研究发现,以 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  间隔 5 min 规律静脉预注同样可以有效减少低血压的发生率,术中追加药物次数少,不良反应少[46]。然而,也有学者认为多巴胺预泵注较静注能更有效防治腰麻剖宫产低血压的发生[47]。总之,具体使用方法应根据产妇及具体麻醉情况来选择。

## 5. 其它措施

### 5.1. 下肢加压

下肢加压的常用方法有弹力绷带、弹力袜、顺序加压装置及其它加压方式。其原理是通过给产妇产下肢体施加一定的压力,减少血液在双下肢静脉系统的淤积,增加回心血量,不至于腰麻后引起相对血量锐减,从而可以在一定程度上预防低血压的发生。

目前已有研究证实下肢加压可有效预防产妇腰麻后低血压的发生,但缺乏高质量证据,在临床上还未推广使用。国外的一项关于下肢加压的网络荟萃分析结果显示,与弹力袜和顺序加压机械装置相比,缠腿可能更有效地预防低血压,且不影响新生儿的结局[48]。腿部压迫作为一种简单、非药物且经济有效的干预措施,可单独或与升压药联合用于预防剖宫产腰麻引起的低血压。

### 5.2. 子宫托举装置

子宫托举装置近年来被广泛应用于妇产科中。其特点是在于提供一种辅助器械,代替人工干预或/和

药物治疗, 在进行剖宫产手术时, 使用此装置, 将子宫进行托举, 避免压迫下腔静脉, 改善静脉血回流[49]。有研究发现使用子宫托举装置可有效预防产妇腰麻后低血压的发生[50][51]。

### 5.3. 穴位刺激

最新的研究表明, 经皮穴位电刺激(transcutaneous electrical acupoint stimulation, TEAS)内关穴具有调节血管压力和心血管交感系统的作用。谷秋寒[52]研究发现, 采用高频疏密波(10/50 Hz)电刺激内关穴 + 足三里穴或单纯刺激内关穴均可有效降低低血压的发生率, 且配合刺激内关穴与足三里穴预防效果更佳。作者认为该效应可能与经皮穴位电刺激引起的去甲肾上腺素水平增高而产生的交感兴奋性改变相关。赵莎[53]、周维德[54]等人的研究也得出了相同的结论。

## 6. 结论

基于现有的发现和大量的临床经验, 我们预防和治疗低血压的方法是多模式的。传统的物理疗法虽有一定效果, 但可能会增加心脏负荷, 存在风险, 而且效果不确切, 仍需结合升压药来维持血压。关于升压药的选择一直是产科麻醉的争议焦点, 药物具有潜在的不良反应, 此外, 这些药物和/或设备(例如输液泵)并不总是容易获得, 具体如何选择需要结合产妇自身情况以及其他诸多因素。任何单独一项措施都不能完全避免术中低血压的发生, 我们需要多项措施联合应用, 同时还要不断探索, 寻找更为简单有效, 安全可靠的方法来预防剖宫产腰麻后低血压的发生。

## 参考文献

- [1] Klöhr, S., Roth, R., Hofmann, T., *et al.* (2010) Definitions of Hypotension after Spinal Anaesthesia for Caesarean Section: Literature Search and Application to Parturients. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **54**, 909-921. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2010.02239.x>
- [2] 孙明艳. 妊娠足月剖宫产仰卧位低血压综合征的临床探讨[J]. 中国现代药物应用, 2018, 12(19): 68-69. <https://doi.org/10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2018.19.039>
- [3] Sakata, K., Yoshimura, N., Tanabe, K., *et al.* (2017) Prediction of Hypotension during Spinal Anesthesia for Elective Cesarean Section by Altered Heart Rate Variability Induced by Postural Change. *International Journal of Obstetric Anesthesia*, **29**, 34-38. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2016.09.004>
- [4] 陈果, 胡丰登, 陈晓丽, 等. 变换体位平均动脉压差对剖宫产腰硬联合麻醉术中仰卧位低血压综合征的预测价值[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(7): 1694-1696. <https://doi.org/10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2021.07.074>
- [5] You, J., Li, M., Fan, W., *et al.* (2022) Effect of Different Position on Inferior Vena Cava Dimensions and Its Influence On Hemodynamics during Cesarean Section under Combined Spinal-Epidural Anesthesia: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, **48**, 3103-3110. <https://doi.org/10.1111/jog.15420>
- [6] Hasanin, A., Aiyad, A., Elsakka, A., *et al.* (2017) Leg Elevation Decreases the Incidence of Post-Spinal Hypotension in Cesarean Section: A Randomized Controlled Trial. *BMC Anesthesiology*, **17**, Article No. 60. <https://doi.org/10.1186/s12871-017-0349-8>
- [7] 夏玲, 万梅. 三种体位预防剖宫产术中仰卧位低血压综合征的对比研究[J]. 当代护士(下旬刊), 2018, 25(2): 135-137.
- [8] 邹学军, 佟华丽, 简道林. 体位干预对不同剂量重比重布比卡因腰麻剖宫产手术产妇血流动力学的影响[J]. 重庆医学, 2012, 41(4): 375-377.
- [9] 钟影, 汤琼瑶, 薛祥庆. 腰硬联合麻醉下剖宫产术中产妇不同体位干预的效果观察[J]. 现代临床护理, 2018, 17(7): 45-48.
- [10] 石晓玲, 徐萌, 张瑾, 等. 体位干预防治剖宫产产妇仰卧位低血压综合征的效果[J]. 临床医学研究与实践, 2021, 6(6): 134-136. <https://doi.org/10.19347/j.cnki.2096-1413.202106048>
- [11] 黄格, 谭冠先. 椎管内麻醉后低血压及预防研究进展[J]. 广西医学, 2010, 32(6): 718-721.
- [12] Ouerghi, S., Bougacha, M.A., Frikha, N., *et al.* (2010) Combined Use of Crystalloid Preload and Low Dose Spinal Anesthesia for Preventing Hypotension in Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery: A Randomized Controlled Trial. *Middle East Journal of Anaesthesiology*, **20**, 667-672.

- [13] Loubert, C. (2012) Fluid and Vasopressor Management for Cesarean Delivery under Spinal Anesthesia: Continuing Professional Development. *Canadian Journal of Anaesthesia*, **59**, 604-619. <https://doi.org/10.1007/s12630-012-9705-9>
- [14] Oh, A.Y., Hwang, J.W., Song, I.A., et al. (2014) Influence of the Timing of Administration of Crystalloid on Maternal Hypotension during Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery: Preload versus Coload. *BMC Anesthesiology*, **14**, Article No. 36. <https://doi.org/10.1186/1471-2253-14-36>
- [15] Ni, H.F., Liu, H., Zhang, J., et al. (2017) Crystalloid Coload Reduced the Incidence of Hypotension in Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery, When Compared to Crystalloid Preload: A Meta-Analysis. *BioMed Research International*, **2017**, Article ID: 3462529. <https://doi.org/10.1155/2017/3462529>
- [16] Dyer, R.A., Farina, Z., Joubert, I.A., et al. (2004) Crystalloid Preload versus Rapid Crystalloid Administration after Induction of Spinal Anaesthesia (Coload) for Elective Caesarean Section. *Anaesthesia and Intensive Care*, **32**, 351-357. <https://doi.org/10.1177/0310057X0403200308>
- [17] Melchor, J.R., Espinosa, Á., Hurtado, E.M., et al. (2015) Colloids versus Crystalloids in the Prevention of Hypotension Induced by Spinal Anesthesia in Elective Cesarean Section. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Minerva Anestesiologica*, **81**, 1019-1030.
- [18] Siddik, S.M., Aouad, M.T., Kai, G.E., et al. (2000) Hydroxyethylstarch 10% Is Superior to Ringer's Solution for Preloading before Spinal Anesthesia for Cesarean Section. *Canadian Journal of Anaesthesia*, **47**, 616-621. <https://doi.org/10.1007/BF03018992>
- [19] Romdhani, C., Trabelsi, W., Lebbi, A., et al. (2014) Lower Incidence of Hypotension Following Spinal Anesthesia with 6% Hydroxyethyl Starch Preload Compared to 9% Saline Solution in Caesarean Delivery. *La Tunisie Médicale*, **92**, 406-410.
- [20] Teoh, W.H.L. and Sia, A.T.H. (2009) Colloid Preload versus Coload for Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery: The Effects on Maternal Cardiac Output. *Anesthesia & Analgesia*, **108**, 1592-1598. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e31819e016d>
- [21] Tawfik, M.M., Hayes, S.M., Jacoub, F.Y., et al. (2014) Comparison between Colloid Preload and Crystalloid Co-Load in Cesarean Section under Spinal Anesthesia: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Obstetric Anesthesia*, **23**, 317-323. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2014.06.006>
- [22] Gong, R.S., Liu, X.W., Li, W.X., et al. (2021) Effects of Colloid Preload on the Incidence of Hypotension in Spinal Anesthesia for Cesarean Section: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Chinese Medical Journal*, **134**, 1043-1051. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000001477>
- [23] Siddik-Sayyid, S.M., Nasr, V.G., Taha, S.K., et al. (2009) A Randomized Trial Comparing Colloid Preload to Coload during Spinal Anesthesia for Elective Cesarean Delivery. *Anesthesia & Analgesia*, **109**, 1219-1224. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e3181b2bd6b>
- [24] Nishikawa, K., Yokoyama, N., Saito, S., et al. (2007) Comparison of Effects of Rapid Colloid Loading before and after Spinal Anesthesia on Maternal Hemodynamics and Neonatal Outcomes in Cesarean Section. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, **21**, 125-129. <https://doi.org/10.1007/s10877-006-9066-4>
- [25] Stohs, S.J., Shara, M. and Ray, S.D. (2020) P-Synephrine, Ephedrine, p-Octopamine and m-Synephrine: Comparative mechanistic, Physiological and Pharmacological Properties. *Phytotherapy Research*, **34**, 1838-1846. <https://doi.org/10.1002/ptr.6649>
- [26] Gad, M.Z., Azab, S.S., Khattab, A.R., et al. (2021) Over a Century since Ephedrine Discovery: An Updated Revisit to Its Pharmacological Aspects, Functionality and Toxicity in Comparison to Its Herbal Extracts. *Food & Function*, **12**, 9563-9582. <https://doi.org/10.1039/D1FO02093E>
- [27] Ralston, D.H., Shnider, S.M. and deLorimier, A.A. (1974) Effects of Equipotent Ephedrine, Metaraminol, Mephentermine, and Methoxamine on Uterine Blood Flow in the Pregnant Ewe. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, **40**, 354-370. <https://doi.org/10.1097/00000542-197404000-00009>
- [28] McGrath, J.M., Chestnut, D.H., Vincent, R.D., et al. (1994) Ephedrine Remains the Vasopressor of Choice for Treatment of Hypotension during Ritodrine Infusion and Epidural Anesthesia. *Anesthesiology*, **80**, 1073-1081. <https://doi.org/10.1097/00000542-199405000-00016>
- [29] Bhar, D., Bharati, S., Sarathi Halder, P., et al. (2011) Efficacy of Prophylactic Intramuscular Ephedrine in Prevention of Hypotension during Cesarean Section under Spinal Anaesthesia: A Comparative Study. *Journal of the Indian Medical Association*, **109**, 300.
- [30] 于铨, 时莉芳, 范静. 麻黄碱治疗椎管内麻醉剖宫产术中低血压的最佳有效剂量[J]. 河北医药, 2021, 43(22): 3434-3437.
- [31] Loughrey, J.P.R., Walsh, F. and Gardiner, J. (2002) Prophylactic Intravenous Bolus Ephedrine for Elective Caesarean Section under Spinal Anaesthesia. *European Journal of Anaesthesiology*, **19**, 63-68. <https://doi.org/10.1017/S0265021502000108>

- [32] Mon, W., Stewart, A., Fernando, R., *et al.* (2017) Cardiac Output Changes with Phenylephrine and Ephedrine Infusions during Spinal Anesthesia for Cesarean Section: A Randomized, Double-Blind Trial. *Journal of Clinical Anesthesia*, **37**, 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.11.001>
- [33] 张秀双, 李晓光, 曹秀玲, 等. 去甲肾上腺素和去氧肾上腺素输注预防蛛网膜下腔阻滞所致剖宫产术后低血压的效果观察[J]. 中国医刊, 2023, 58(6): 657-660.
- [34] Theodoraki, K., Hadzilia, S., Valsamidis, D., *et al.* (2020) Prevention of Hypotension during Elective Cesarean Section with a Fixed-Rate Norepinephrine Infusion versus a Fixed-Rate Phenylephrine Infusion. A Double-Blinded Randomized Controlled Trial. *International Journal of Surgery*, **84**, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.10.006>
- [35] 王宏, 张惠曼, 脱立雄, 等. 不同剂量去甲肾上腺素对剖宫产术中胎盘血管阻力与腰麻后低血压的影响[J]. 中国处方药, 2021, 19(7): 92-94.
- [36] 魏国华, 曹小飞, 丁正年, 等. 去甲肾上腺素不同泵注速率对剖宫产低血压母婴的影响[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2019, 39(12): 1834-1836.
- [37] Chen, Y., Zou, L., Li, Z., *et al.* (2021) Prophylactic Norepinephrine Infusion for Postspinal Anesthesia Hypotension in Patients Undergoing Cesarean Section: A Randomized, Controlled, Dose-Finding Trial. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*, **41**, 370-378. <https://doi.org/10.1002/phar.2514>
- [38] 巩彦丰, 章荣庆, 陈健, 等. 去甲肾上腺素预防剖宫产蛛网膜下腔阻滞麻醉诱导后低血压的量效关系[J]. 中国计划生育和妇产科, 2022, 14(12): 77-80+114.
- [39] 沈婷, 徐韬, 郑静, 等. 去甲肾上腺素预防剖宫产腰硬联合麻醉后低血压的 90%有效剂量的临床研究[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2020, 40(11): 1495-1499.
- [40] Guo, L., Xu, X., Qin, R., *et al.* (2023) Prophylactic Norepinephrine and Phenylephrine Boluses to Prevent Postspinal Anesthesia Hypotension during Cesarean Section: A Randomized Sequential Allocation Dose-Finding Study. *Drug Design, Development and Therapy*, **17**, 1547-1555. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S406671>
- [41] 程博, 王双兵, 吕言. 预注麻黄碱与间羟胺在剖宫产手术腰麻中的效果及安全性对比[J]. 实用中西医结合临床, 2023, 23(8): 26-29. <https://doi.org/10.13638/j.issn.1671-4040.2023.08.008>
- [42] 张峰. 间羟胺预先注射对剖宫产腰麻产妇血流动力学与低血压的影响分析[J]. 福建医药杂志, 2020, 42(4): 106-108.
- [43] 庄汉宏, 郑洪, 杨林, 等. 不同剂量间羟胺输注预防剖宫产腰麻后低血压的有效性[J]. 中国新药与临床杂志, 2020, 39(1): 22-26. <https://doi.org/10.14109/j.cnki.xyylc.2020.01.05>
- [44] 骆建宁, 张燕武, 金纯纳, 等. 静注多巴胺治疗腰麻剖宫产中低血压有效剂量的探讨[J]. 中国实用医药, 2012, 7(14): 157-159. <https://doi.org/10.14163/j.cnki.11-5547/r.2012.14.155>
- [45] 吴颀, 李宇琴, 谢焕龙, 等. ERAS 理念下多巴胺输注预防剖宫产腰麻后低血压的临床运用[J]. 中国现代药物应用, 2022, 16(1): 4-9. <https://doi.org/10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2022.01.002>
- [46] 岳书玉, 宋正亮, 赵新民, 等. 多巴胺规律间断静脉预注在剖宫产术中的应用[J]. 临床合理用药杂志, 2017, 10(16): 96-97. <https://doi.org/10.15887/j.cnki.13-1389/r.2017.16.054>
- [47] 李向前, 西诺, 让巴. 预先泵注多巴胺对剖宫产腰麻后低血压的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2021, 37(4): 416-418.
- [48] Wan, L., Shen, P.Y., Zhang, S.X., *et al.* (2022) Leg Compression versus Control for Prevention of Spinal Anesthesia Induced Hypotension in Elective Cesarean Delivery: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, **37**, 501-508. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2021.10.011>
- [49] 孙建斌. 子宫托举装置用于防治剖宫产术中仰卧位低血压综合征的临床研究[Z]. 湖北省黄冈市第三人民医院, 2019-07-03.
- [50] 武辉, 陈素娟, 刘恒, 等. 子宫托举装置用于防治剖宫产术中仰卧位低血压综合征的临床效果[J]. 保健医学研究与实践, 2022, 19(6): 18-21.
- [51] 孙建斌, 陶朝慧, 程海涛, 等. 子宫托举装置用于防治剖宫产术中仰卧位低血压综合征的临床观察[J]. 重庆医学, 2020, 49(3): 477-480.
- [52] 谷秋寒. 经皮穴位电刺激防治剖宫产术椎管内麻醉后低血压作用: 随机、对照临床研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 第四军医大学, 2015.
- [53] 赵莎, 王强, 高巍, 等. 经皮穴位电刺激对剖宫产产妇蛛网膜下腔阻滞低血压的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2022, 38(2): 130-133.
- [54] 周维德, 宗雨, 杨歆璐, 等. 术前双侧内关穴经皮电刺激对剖宫产产妇恶心呕吐及血浆胃泌素的影响[J]. 重庆医学, 2021, 50(16): 2770-2773.