

动脉瘤性蛛网膜下腔出血围手术期血压管理综述

唐思豪, 孙晓川*

重庆医科大学附属第一医院神经外科, 重庆

收稿日期: 2026年5月2日; 录用日期: 2026年5月26日; 发布日期: 2026年6月4日

摘要

蛛网膜下腔出血(Subarachnoid Hemorrhage, SAH)是一种严重的临床综合征, 具有较高的致残率和死亡率, 其中动脉瘤性蛛网膜下腔出血(Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage, aSAH)为最主要的类型。aSAH围手术期血压管理对于改善患者预后至关重要。本文综述了aSAH围手术期血压管理的当前研究进展, 包括血aSAH相关病理生理机制、血压管理的目标、血压管理方法以及不同血压管理策略的效果等方面。通过对现有研究的综合分析, 探讨合理的血压管理策略及其对患者预后的影响, 寻求未来进一步研究方向, 为临床医生在蛛网膜下腔出血围手术期的血压管理提供参考。

关键词

动脉瘤性蛛网膜下腔出血, 围手术期, 血压管理, 研究进展

Review of Perioperative Blood Pressure Management in Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage

Sihao Tang, Xiaochuan Sun*

Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: May 2, 2026; accepted: May 26, 2026; published: June 4, 2026

Abstract

Subarachnoid hemorrhage (SAH) is a severe clinical syndrome characterized by high disability and mortality rates, with aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH) being the predominant subtype.

*通讯作者。

Perioperative blood pressure management in aSAH is critical for improving patient outcomes. This review summarizes current research advances in perioperative blood pressure management for aSAH, covering its pathophysiological mechanisms, management objectives, therapeutic approaches, and the efficacy of various strategies. Through a comprehensive analysis of existing studies, this article explores optimal blood pressure management strategies and their impact on patient prognosis, while identifying future research directions. The findings provide valuable insights for clinicians managing perioperative blood pressure in subarachnoid hemorrhage cases.

Keywords

Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage, Perioperative Period, Blood Pressure Management, Research Progress

Copyright © 2026 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

蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SAH)是指脑底部或脑表面的病变血管破裂,血液直接流入蛛网膜下腔引起的一种临床综合征。其病因主要包括动脉瘤破裂、动静脉畸形、高血压、脑外伤等,其中颅内动脉瘤破裂是导致蛛网膜下腔出血最主要的原因,可占到所有病因中的85% [1]。动脉瘤性蛛网膜下腔出血(aSAH)发病急骤,病情凶险,可导致严重的神经功能障碍甚至死亡,死亡率高达50% [2]。而部分存活的aSAH患者,会遗留认知功能、运动功能或其他功能性的障碍,其中的认知功能障碍以记忆、执行能力、语言功能缺陷为主,对患者后续的日常生活、工作、学习等均带来影响[3]。

aSAH围手术期的优质化管理对于减少并发症、提高手术成功率,改善预后具有重要意义[4]。而在围手术期管理中,血压的控制尤为关键,因为不稳定的血压会增加再次出血和脑缺血等风险[5]。既往大样本前瞻性研究指出,对比于颅内动脉瘤的形成风险,高收缩压对颅内动脉瘤破裂的风险的影响更为显著[6]。因此围手术期血压管理是aSAH综合治疗的重要组成部分,合理的血压控制可以减少动脉瘤再破裂出血风险、改善脑灌注、减轻脑水肿,从而提高患者的生存率和生活质量[7]。

2. aSAH的流行病学

动脉瘤性蛛网膜下腔出血具有相对较低的发病率和较高的致残率及死亡率[8]。且与性别、年龄、地区及种族等因素相关联。

2.1. 发病率

流行病学数据显示,aSAH的年发病率约为每年每10万人中2~16例。在全球范围内,它约占所有脑卒中的8% (5%~10%) [9]。

2.2. 性别和年龄分布

aSAH发病年龄多在40~60岁之间,发病年龄的中位数约为55岁,且aSAH发病具有显著的性别差异,女性的发病率高于男性,尤其是在50岁以上的人群中,这一差距更为明显。原因可能与女性更易发生动脉瘤、激素变化以及其他心血管疾病的危险因素有关[10]。

2.3. 地区和种族差异

aSAH 的发病率在不同地区和种族中存在显著差异。亚洲、芬兰的发病率明显高于世界其他地区, 约为每 10 万人中 20~25 例, 而北美、澳大利亚和欧洲某些地区的发病率较低, 通常为每 10 万人中 6~8 例左右[11]。遗传背景、环境因素以及生活方式可能共同导致了这些差异[12]。

2.4. 病死率和致残率

尽管现代医学在早期诊断和治疗方面取得了显著进展, SAH 的病死率仍然很高。未及时接受治疗的患者, 病死率可能高达 50% [13]。即使在经过积极治疗的患者中, 约 30% 的患者仍然会在早期(发病后一个月内)死亡。此外, 约三分之一的幸存者会留下严重的神经功能缺损, 导致长期的残疾或生活质量下降[14]。

3. aSAH 的病理生理机制

aSAH 发生的病理生理机制复杂, 主要包括颅内动脉瘤破裂导致的急性出血、血肿压迫及炎症反应等过程。出血后, 血液进入蛛网膜下腔, 引发局部炎症和脑水肿, 导致颅内压升高。继发性脑损伤包括缺血性损伤、血管痉挛和脑积水等[15]。这些病理变化对血压的调节产生了重要影响, 特别是与脑血管自我调节功能的改变有关。

3.1. 颅内动脉瘤破裂后的急性病理生理反应

颅内动脉瘤破裂后, 脑血流动力学发生剧烈变化, 颅内压急剧升高, 导致脑灌注压(CPP)下降, 从而影响脑血流供应。这一过程会引发交感神经系统的激活, 导致全身性血压升高。这种代偿性升高的血压一方面有助于维持脑灌注, 另一方面也可能加重出血。因此, 如何在维持脑灌注的同时, 控制血压避免二次出血, 是血压管理中的一个重要难题[16]。

3.2. 脑血管自我调节功能的改变

正常情况下, 脑血管具有自我调节功能, 能够通过调节血管收缩和舒张来维持相对稳定的脑血流。然而, aSAH 发生后, 脑血管的自我调节功能受损, 使得血压波动直接影响脑血流的变化。特别是在围手术期, 血压的剧烈波动可能导致脑缺血或动脉瘤再次破裂出血, 增加术后不良预后风险[17]。

4. aSAH 围手术期血压管理的理论基础

围手术期的血压管理主要基于以下几个理论基础: 预防再出血、维持脑灌注避免低血压引发的脑缺血损伤以及预防血管痉挛。

4.1. 预防再出血

aSAH 患者在发病初期再出血的风险较高, 尤其是在起病后的 72 h 之内, 特别是在动脉瘤未处理的情况下[18]。既往研究表明, 血压升高是再出血的重要危险因素之一[19], 因此在围手术期控制血压是预防再出血的关键措施, 特别是在动脉瘤手术前, 血压的严格控制有助于降低再出血的发生率。目前的研究通常建议将收缩压控制在 160 mmHg 或 140 mmHg 以下[20]; 但是, 有研究表明, 过度降低血压可能导致脑灌注不足, 从而增加缺血性并发症的风险。因此, 血压控制需要在降低再出血风险和维持足够的脑灌注之间找到平衡[21]。

4.2. 维持脑灌注

aSAH 患者的脑灌注压(Cerebral Perfusion Pressure, CPP)受到颅内压(Intracranial Pressure, ICP)和自身

血压的共同影响[22]。在 aSAH 发生后, 由于颅内压升高和脑血管自我调节功能受损, 脑灌注随之受到影响。当颅内压升高时, 必须维持足够的血压, 以确保脑部血液供应。围手术期低血压会进一步降低脑灌注, 增加缺血性损伤的风险[23]。因此, 血压管理必须维持足够的脑灌注压, 以避免术后脑缺血并发症的发生[24]。

4.3. 预防血管痉挛

脑血管痉挛(Cerebrovascular Spasm, CVS)是 aSAH 患者常见且严重的并发症, 通常发生在出血后的第 3 至 14 天。血管痉挛会导致继发性脑缺血甚至脑梗死, 其发生与血压波动密切相关[25]。研究表明, 虽然高血压可能增加再出血的风险, 但在动脉瘤手术治疗后, 适度升高血压可以增加脑灌注, 有助于减轻脑血管痉挛引发的缺血性损伤。因此, 在防止脑血管痉挛时, 血压的管理需要灵活调整, 适当的血压管理有助于减轻血管痉挛的程度, 提高患者的神经功能预后。当前的临床实践通常建议在手术后通过“高血压 - 高血容量 - 血液稀释疗法”(HHH 疗法)[26]来应对脑血管痉挛, 维持收缩压在 160~180 mmHg [27]。但 HHH 疗法具有一定的危险性, 可并发心肌梗死, 心律失常、脑水肿、再出血等, 因此以往更多的方案主张采用 NNN 疗法, 即正常血压 - 正常血容量 - 正常红细胞比容疗法。

迟发性脑缺血(Delayed Cerebral Ischemia, DCI)是 aSAH 发生后的严重并发症之一, 是目前对于 aSAH 围手术期低灌注风险的重要研究对象, 脑灌注不足以及脑血管痉挛均可导致 DCI 的发生。DCI 表现为延迟性的神经功能损伤, 如局灶性神经功能受损、意识水平下降等, 但需要和 aSAH 患者发病后自身其他原因导致的神经功能损害相区分。因此, 目前的研究将 DCI 定义为出现如失语、偏瘫、偏盲等表现的持续的局灶性神经损伤或 GCS 评分下降 ≥ 2 , 且持续 1 小时以上, 在动脉瘤手术后并不立刻表现, 并且排除了其他可能性的其他原因[28]。但对于 DCI 的诊断仍需要通过全面性的临床检查来明确。过去的研究认为脑血管痉挛是引起 DCI 的主要原因, 但已有研究中指出, aSAH 发生后约 70% 的患者出现脑血管痉挛, 但出现 DCI 相关表现的仅 30%, 因此 DCI 的可能的原因可能是来自多方面的, 包括微循环功能、大脑自动调节功能受损等。此外, 有研究表明, 采取针对脑梗死进行的治疗改善 DCI 发生率的效果比干预脑血管痉挛更加有效, 因此血压的控制与管理在 DCI 的预防中也起到十分重要的作用[29]。

4.4. 平均动脉压(MAP)与 aSAH

在 aSAH 围手术期管理中, 与临床常规运用广泛的收缩压/舒张压相同, 平均动脉压(Mean Arterial Pressure, MAP)也是决定脑灌注的关键指标, 维持合适的 MAP 对于减少脑血管痉挛和再出血风险、改善脑部供血至关重要。近年来, 针对 MAP 管理的研究逐渐增加, 重点集中在以下几个方面: 合理的 MAP 范围、MAP 波动对预后的影响等。

4.5. MAP 目标范围的确立

与上述围手术期血压的管理策略描述一致, 围手术期的 MAP 管理目标因患者的病情阶段和个体差异而有所不同。动脉瘤未行手术前, 过高的 MAP 可能增加动脉瘤再次破裂的风险, 因此大部分临床指南建议将 MAP 控制在较低的范围, 以减少再出血的发生。然而, 这一目标并不是固定不变的, 因为对于部分患者, 特别是合并脑血管痉挛的患者, 过度降低 MAP 可能会加剧脑缺血, 从而增加病情恶化的风险。既往存在研究表明, MAP 低于 100 mmHg 可降低再出血风险, 低于 60 mmHg 则可增加 DCI 风险[21]。但在该研究中, 此结论与 aSAH 发病处于的时间窗相关。

手术后的 MAP 管理则更加复杂。术后脑血管痉挛的发生率较高, 此时需要维持足够的脑灌注压以确保脑组织获得充分的血液供应[21]。为此, 术后 MAP 的管理通常需要更高的目标, 特别是在脑血管痉挛高发期, 维持较高的 MAP 有助于减轻缺血性脑损伤。研究显示, 适度升高 MAP, 配合高血压 - 高血容

量 - 血液稀释疗法(HHH 疗法), 有助于缓解脑血管痉挛, 提高脑血流量。

4.6. MAP 波动与预后关系

MAP 的稳定性对 aSAH 患者的预后影响显著。研究表明, 术中或术后 MAP 的剧烈波动, 尤其是突发性下降, 可能导致脑灌注不足, 增加缺血性脑损伤的风险。特别是在动脉瘤手术后, 过度的血压下降容易引发脑组织供血不足, 导致 DCI 等缺血性损伤, 甚至导致永久性神经功能缺损。

临床观察发现, 术后 MAP 波动较大的患者, 其预后往往较差, 且并发症发生率较高。因此, 如何减少围手术期 MAP 的剧烈波动成为研究的一个重点。使用持续血压监测装置能够帮助医护人员在早期识别并干预不稳定的血流动力学状态, 减少 MAP 波动对患者的负面影响[16]。

5. aSAH 围手术期血压管理策略

在临床实践中, aSAH 围手术期血压管理策略因手术时机、患者个体情况和并发症风险而有所不同。

5.1. 阶段性管理策略

aSAH 围手术期的血压管理通常为节段性管理, 可以将其分为术前、术中和术后三个阶段, 每个阶段的血压管理策略各不相同。

5.2. 术前血压管理

术前血压管理的主要目标是防止再出血[30], 同时为手术提供相对稳定的血流动力学环境。破裂动脉瘤在未行手术治疗前, 高血压会显著增加再破裂出血的风险。既往研究指出, aSAH 术前收缩压大于 160 mmHg, 发生动脉瘤再破裂出血的比例更高, 为了降低这一风险, 术前通常建议将收缩压控制在 140 mmHg 以下[16][31], 同时, 也存在证据支持对于轻中度高血压患者, 控制收缩压低于 160 mmHg 是合理的[2], 但对于最佳的术前血压控制范围仍无确定的规范, 有研究指出术前患者最大收缩压 < 118 mmHg 与患者的良好预后相关[32], 同时也存在研究表明收缩压 > 160 mmHg 与再出血风险相关[33]。因此有些患者可能需要使用降压药物, 如 β 受体阻滞剂、钙通道阻滞剂或血管扩张剂等来实现目标血压水平。

然而, 术前过度降低血压也可能引发潜在的缺血性损伤, 特别是对于那些伴有脑血管痉挛的患者。因此, 血压管理应个体化, 既要防止再出血, 又要尽量避免脑缺血[21]。

5.3. 术中血压管理

在 aSAH 手术过程中, 麻醉药物的使用对血压产生显著影响。术中血压的控制主要取决于麻醉深度、血容量状态以及手术操作。麻醉团队应密切监测患者的血压波动, 特别是在动脉瘤处理阶段, 避免突然的血压升高导致的动脉瘤破裂或再出血。同时需避免过低的血压暴露导致 DCI 等缺血性并发症发生。

目前的研究建议术中维持中等水平的血压, 既要防止再出血, 也要保证足够的脑灌注压。对大多数患者而言, 术中收缩压应维持在 120~160 mmHg 的范围内。此外, 麻醉团队还应注意避免血压的剧烈波动, 因为快速升高或降低血压都可能引发不良后果。

除了 aSAH 自身的对机体的打击, 在疾病治疗过程中同样需重视如心血管等方面的影响。在既往回顾性研究中发现, 进行手术的 aSAH 患者, 术后重大不良心血管事件的发生率很高, 且与 MAP < 75 mmHg 显著相关。因此, 基于对心血管的保护, 该研究团队建议 aSAH 术中保持 MAP > 75 mmHg 以降低重大心血管不良事件风险[34]。

5.4. 术后血压管理

aSAH 术后血压管理的主要目的是预防脑血管痉挛和继发性脑损伤, 同时维持足够的脑灌注压, 避免

迟发性脑缺血的发生。在动脉瘤已行手术治疗的情况下, 再破裂的风险较术前显著降低, 因此术后的血压的管理更加灵活, 尤其是在脑血管痉挛高发期。术后早期建议维持血压相对平稳, 一般不建议进行剧烈的血压波动。对于有血管痉挛风险的患者, 通常在术后使用尼莫地平(nimodipine)等药物预防[25][35], 并结合血压控制减少痉挛的发生。存在研究表明临床上常采用 HHH 或 NNN 疗法, 以增加脑血流, 减少缺血性并发症[36]。既往研究表明, 术后收缩压一般可维持在 160~180 mmHg, 特别是在脑血管痉挛的高风险期[37]。然而近年来, 越来越多的研究建议将术后血压控制在相对较低水平, 如收缩压不超过 140 mmHg, 以减少并发症发生率。值得注意的是, 对于有心脏并发症或严重高血压的患者, 术后血压的升高可能带来心血管事件的风险。因此, 血压的升高幅度和维持时间应根据患者的具体情况来调整[17]。

5.5. 个体化管理策略

个体化血压管理的理念逐渐在 aSAH 治疗中受到关注。每位 aSAH 患者的病情不同, 不同患者的病理生理特点和并发症风险也各异, 血压调节机制也存在差异, 因此固定的血压目标值并不适用于所有患者[38]。近年来的研究主张根据患者的基础血压水平、脑血管状况及并发症风险, 制定个体化的血压管理方案[38]。例如, 对于存在严重脑血管痉挛的患者, 可以适当提高 MAP 目标值, 而对于存在较高再出血风险的患者, 则应优先考虑更为保守的血压控制策略。

有研究提出, 基于个体化血压管理的动态监测和干预手段, 可以有效减少再出血及缺血性脑损伤的发生, 提高患者术后的神经功能恢复。这种个体化管理模式通常结合先进的血流动力学监测技术, 如脑灌注压力监测、多普勒超声检查、颅内压监测等, 以精确调整血压, 确保脑组织获得最佳的血流供应。但个体化的血压管理所执行的难度也是更大的, 对血压的调控需要更加精准与平稳。

6. 血压控制药物的选择

aSAH 围手术期血压的管理, 需要药物的支持。不同类型的降压药物对 aSAH 患者的效果不同, 临床实践中应根据患者的病情和血流动力学状态来选择合适的药物。

6.1. 钙通道阻滞剂

钙通道阻滞剂(如尼莫地平)在 aSAH 患者中的应用较为广泛, 主要用于预防和治疗脑血管痉挛。尼莫地平不仅能够降低血压, 还能通过其对脑血管平滑肌的直接作用来缓解痉挛, 提高脑灌注, 具有起效迅速, 作用平稳, 易于调节等特点[39]。尼莫地平被认为是可降低 DCI 发生风险的唯一有效药物[1]。基于尼莫地平的双重作用机制, 临床实践中会根据患者血压的情况调整尼莫地平的使用剂量, 既往存在研究指出, 由于 MAP 下降而下调尼莫地平用量甚至停用尼莫地平可能与预后不良结局相关[40]。但同时也有研究指出, 尼莫地平本身的降血压作用可能导致患者血压低于自我调节限度, 也与 aSAH 预后不良结局相关[41]。因此如何平衡尼莫地平缓解血管痉挛与调控血压的效果, 是我们临床应用中的重中之重。

6.2. β 受体阻滞剂

β 受体阻滞剂(如拉贝洛尔)可以有效降低心率和血压, 适用于术前和术中血压的稳定控制。这类药物尤其适合那些因交感神经过度兴奋而导致的高血压患者。

6.3. 血管扩张剂

硝普钠等血管扩张剂可迅速降低血压, 属于强效降压药, 因此使用时需谨慎, 避免过度降低血压, 导致脑灌注不足, 且其同时可能引起反射性心率增快和反跳性高血压。此类药物主要在术中短时间内使用, 以应对急性血压升高。

6.4. 血管加压药

对于术后需要维持较高血压以防止脑血管痉挛的患者, 血管加压药(如去甲肾上腺素)可用于提高系统性血压, 增加脑血流。但需定期监测患者的血压和心功能, 以防止并发症[36]。

7. 血压管理对 aSAH 患者预后的影响

血压管理对 aSAH 患者的预后有着重要影响。研究表明, 合理的血压控制能够显著减少再出血、脑血管痉挛及缺血性脑损伤的发生率, 从而提高手术成功率和长期生存率。反之, 不当的血压管理则可能导致严重的并发症, 甚至危及生命。

7.1. 再出血率的降低

通过术前血压的严格控制, 可以显著减少动脉瘤手术前再出血的发生[42]。这对于病情严重、手术风险高的患者尤为重要。

7.2. 脑血管痉挛及脑缺血的预防

术后血压的适当提升可有效预防和缓解脑血管痉挛, 减少因痉挛引发的继发性脑缺血。大量临床数据支持 HHH 疗法对减少脑血管痉挛的有效性, 但该疗法的具体实施需要综合考虑患者的整体状况。

7.3. 长期神经功能的恢复

适当的血压管理能够降低急性期并发症的发生率, 从而为患者的长期康复打下基础。与不稳定的血压相比, 维持适当的血流动力学状态有助于改善患者的神经功能恢复[16]。在长期的康复中, 需要重视的是患者的认知功能, 有研究表明, 即使是在预后良好结局的患者中, 部分患者也存在认知功能的减退[43]。这更加强了 aSAH 患者在康复过程中需重视功能恢复与锻炼的重要性。

8. 争议与挑战

尽管大量的研究用于探索在 aSAH 围手术期的血压管理, 获得许多关于血压管理与预后结局相关性的证据, 但在临床实践中, 由于面临的实际情况更加复杂与多变, 在实际应用当中仍存在诸多难点, 需要反复衡量与斟酌。

8.1. 术前血压控制与脑缺血风险

aSAH 患者在行颅内动脉瘤手术之前, 动脉瘤存在再次破裂出血的风险, 因此我们对于再出血风险的控制较为严格, 但术前血压过低带来的低灌注同样可能导致脑缺血的发生。目前的证据中, 对于早期血压的管理, 部分主张严格控制收缩压 < 140 mmHg 甚至更低[16][31][32], 此观点多来源于回顾性研究及 Meta 分析等, 多为观察性研究。同时存在其他证据观点建议控制收缩压 < 160 mmHg [2], 该观点来源于部分指南与专家共识当中, 证据等级相对较高, 但 160 mmHg 作为阈值, 在 aSAH 术前的血压控制上并不积极, 增加了脑灌注降低了脑缺血风险, 但未能最大程度地降低再出血风险, 缺乏更多的随机对照试验(RCT)证据来验证。此外也有证据强调应在血压控制上重视个体化, 但实际施行的难度大。

基于现有证据, 可提出合理的临床推论: aSAH 患者在颅内动脉瘤手术前, 应优先避免 SBP > 160 mmHg 的情况, 并力争将 SBP 控制在 140~160 mmHg, 根据患者具体病情, 如出血量、入院 GCS 评分等, 评估是否需将 SBP 控制在 140 mmHg 以下, 而不是盲目追求低于 140 mmHg。对于基础血压不稳定或临床状况不稳定的患者, 可考虑更个体化的血压目标。

8.2. HHH 疗法的“兴衰”与术后血压目标

在这一方面, 核心矛盾在于提升血压以防治 DCI 和升高血压带来的心血管事件、脑水肿及再出血风险之间。高血压 - 高血容量 - 血液稀释疗法基于增加侧枝循环血流的逻辑, 被广泛推荐, 设定术后血压目标 SBP 位于 160~180 mmHg 甚至更高[27]。但存在 HIMALAIA 研究显示诱导性高血压能改善 DCI 患者的预后的科学证据不足, 反而增加了心血管和脑部的相关不良事件风险[22]。因此在临床中的应用受到质疑。目前支持术后积极升压(160 mmHg)的证据等级不高, 主要为专家意见和观察性研究, 但同时反对过度升压(<140 mmHg)的证据也很有限。因此, 我们在临床实践中, 要明确区分 aSAH 的病情阶段, 在动脉瘤未行手术前, 严禁为预防 DCI 而升压。升压治疗仅适用于动脉瘤已安全处理(术后)且临床或影像学已明确 DCI 迹象的患者。同时, 我们可以重新将 HHH 疗法定义为一种针对明确 DCI 的补救性治疗, 而非预防性常规手段, 其核心是“诱导性高血压”, 而不强调高血容量和血液稀释。根据证据级别, 对于无 DCI 迹象的术后患者, 维持正常血压或轻度升高(如 SBP 位于 140~160 mmHg)是更安全、证据相对更可接受的策略, 目前没有充分证据支持常规将 SBP 升至>160 mmHg 来预防 DCI。

8.3. 平均动脉压的核心地位与目标缺失

目前临床上对于 aSAH 患者的血压管理, 广泛讨论 SBP 与 DBP, 但生理上直接与脑灌注相关的是 MAP。但在目前的指南和研究中, 对于 aSAH 患者围手术期的 MAP 目标值模糊。上述内容已指出, 既往研究指出, MAP < 75 mmHg 与术后心肌损伤和不良预后相关[34], 且 MAP < 60 mmHg 与 DCI 发生风险相关联, MAP < 100 mmHg 可降低再出血风险[21]。然而, 对 aSAH 患者来说, MAP 的最佳上限暂无定论。临床实践中, 若需对患者进行个体化血压管理时, 可将 MAP 作为核心监测指标。

9. 未来研究方向

尽管已有多项研究探讨了蛛网膜下腔出血患者的血压管理, 但仍有许多问题有待进一步研究。当前并未对 aSAH 围手术期的血压控制给出一个公认的标准, 以及不同患者的最佳血压范围仍不明确, 对于再出血以及 DCI 风险的平衡也并未明确。未来的研究, 首先基于临床实际应用, 应进一步研究 aSAH 患者术前术后的不同血压管理方针, 例如对于 aSAH 术后患者, 控制收缩压位于 160~180 mmHg、140~160 mmHg 和 <140 mmHg 相比, 能否降低患者 DCI 的发生率从而改善患者预后。基于与脑灌注的直接关联性, 我们可选择使用 MAP 作为血压核心指标进行探索研究。同时, 研究同样应集中于确定不同患者群体的最佳血压范围, 并评估个体化血压管理在改善长期预后中的作用[44], 血压管理对远期预后的影响机制也需要更多的临床数据支持。例如, 通过入院 GCS 评分、Hunt-Hess 评分以及改良 Fisher 评分, 可将 aSAH 患者的入院病情严重程度进行划分, 采用相同的或不同的血压管理方案对其出院后 3 月或 6 月的 MRS 评分是否存在不同的影响。此外, 新型降压药物的开发以及个体化血压管理策略的优化将成为未来研究的重点。进一步优化血压控制方案, 可能会为降低 aSAH 患者的死亡率和致残率提供更多的证据。

10. 结论

动脉瘤性蛛网膜下腔出血围手术期的血压管理对降低再出血率、预防脑血管痉挛、维持脑灌注以及减少继发性脑损伤具有重要意义。当前的研究总体表明, 在 aSAH 围手术期, 术前收缩压 > 160 mmHg 与动脉瘤再破裂出血相关, 控制收缩压 \leq 140 mmHg, 可减少再出血。aSAH 术后, 存在研究建议将收缩压控制在 160~180 mmHg, 以避免脑缺血等情况, 但对于术后最佳的血压控制范围, 仍存在争议以及需要更多的研究去证明; 对于围手术期平均动脉压的管理范围, 尚无明确的建议。因此尽管目前的临床指南提供了一些建议, 但血压管理的策略需要根据患者的具体情况进行个体化调整, 个体化、精准化的血压

管理将是未来的发展趋势。未来的研究应进一步明确最佳的血压控制目标, 致力于优化血压控制方案及优化降压药物的选择和使用方案, 以进一步改善 aSAH 者的预后, 同时要确保血压控制的有效性和安全性。并通过更多高质量的临床研究为临床实践提供更有力的证据。因此, 对于 aSAH 围手术期的血压管理目前仍处于一个持续发展和探索阶段, 仍需要不断研究。

参考文献

- [1] Macdonald, R.L. and Schweizer, T.A. (2017) Spontaneous Subarachnoid Haemorrhage. *The Lancet*, **389**, 655-666. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)30668-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)30668-7)
- [2] Society of Neurosurgery of Chinese Medical Association, et al. (2024) Chinese Guideline for the Clinical Management of Patients with Ruptured Intracranial Aneurysms (2024). *National Medical Journal of China*, **104**, 1940-1971.
- [3] Al-Khindi, T., Macdonald, R.L. and Schweizer, T.A. (2010) Cognitive and Functional Outcome after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Stroke*, **41**, e519-e536. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.110.581975>
- [4] Wang, H., Song, J., Gao, F., Duan, X., Gao, X., Wang, Y., et al. (2019) Outcomes of Microsurgical Clipping vs Coil Embolization for Ruptured Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Multicenter Real-World Analysis of 583 Patients in China. *Medicine*, **98**, e16821. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000016821>
- [5] Ascanio, L.C., Enriquez-Marulanda, A., Maragos, G.A., Salem, M.M., Alturki, A.Y., Ravindran, K., et al. (2020) Effect of Blood Pressure Variability during the Acute Period of Subarachnoid Hemorrhage on Functional Outcomes. *Neurosurgery*, **87**, 779-787. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyaa019>
- [6] Müller, T.B., Vik, A., Romundstad, P.R. and Sandvei, M.S. (2019) Risk Factors for Unruptured Intracranial Aneurysms and Subarachnoid Hemorrhage in a Prospective Population-Based Study. *Stroke*, **50**, 2952-2955. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.119.025951>
- [7] Sharma, D. (2020) Perioperative Management of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Anesthesiology*, **133**, 1283-1305. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000003558>
- [8] Darkwah Oppong, M., Steinwasser, L., Rieß, C., Wrede, K.H., Dinger, T.F., Ahmadipour, Y., et al. (2022) Blood Pressure and Outcome after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Scientific Reports*, **12**, Article No. 8006. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11903-4>
- [9] 徐跃峤, 石广志, 魏俊吉, 等. 重症动脉瘤性蛛网膜下腔出血管理专家共识(2023) [J]. 中国脑血管病杂志, 2023, 20(2): 126-145.
- [10] (2022) National Institute for Health and Care Excellence: Guidelines, in Subarachnoid Haemorrhage Caused by a Ruptured Aneurysm: Diagnosis and Management. National Institute for Health and Care Excellence (NICE) Copyright© NICE 2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK588910/>
- [11] Etmnan, N., Chang, H., Hackenberg, K., de Rooij, N.K., Vergouwen, M.D.I., Rinkel, G.J.E., et al. (2019) Worldwide Incidence of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage According to Region, Time Period, Blood Pressure, and Smoking Prevalence in the Population: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Neurology*, **76**, 588-597. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.0006>
- [12] Lv, B., Lan, J., Si, Y., Ren, Y., Li, M., Guo, F., et al. (2024) Epidemiological Trends of Subarachnoid Hemorrhage at Global, Regional, and National Level: A Trend Analysis Study from 1990 to 2021. *Military Medical Research*, **11**, Article No. 46. <https://doi.org/10.1186/s40779-024-00551-6>
- [13] Song, J., Ni, W., Gu, Y., Zhu, W., Chen, L., Xu, B., et al. (2017) Epidemiological Features of Nontraumatic Spontaneous Subarachnoid Hemorrhage in China: A Nationwide Hospital-Based Multicenter Study. *Chinese Medical Journal*, **130**, 776-781. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.202729>
- [14] Molyneux, A.J., Kerr, R.S., Yu, L., Clarke, M., Sneade, M., Yarnold, J.A., et al. (2005) International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of Neurosurgical Clipping versus Endovascular Coiling in 2143 Patients with Ruptured Intracranial Aneurysms: A Randomised Comparison of Effects on Survival, Dependency, Seizures, Rebleeding, Subgroups, and Aneurysm Occlusion. *The Lancet*, **366**, 809-817. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(05\)67214-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(05)67214-5)
- [15] Vivancos, J., Gil, F., Frutos, R., Maestre, J., García-Pastor, A., Quintana, F., et al. (2016) Guía de actuación clínica en la hemorragia subaracnoidea. Sistemática diagnóstica y tratamiento. *Neurología*, **31**, 649-650. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2014.10.002>
- [16] Hoh, B.L., Ko, N.U., Amin-Hanjani, S., Chou, S.H., Cruz-Flores, S., Dangayach, N.S., et al. (2023) 2023 Guideline for the Management of Patients with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Guideline from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, **54**, e314-e370. <https://doi.org/10.1161/str.0000000000000436>
- [17] Minhas, J.S., Moullaali, T.J., Rinkel, G.J.E. and Anderson, C.S. (2022) Blood Pressure Management after Intracerebral

- and Subarachnoid Hemorrhage: The Knowns and Known Unknowns. *Stroke*, **53**, 1065-1073.
<https://doi.org/10.1161/strokeaha.121.036139>
- [18] Onur, O.A., Fink, G.R., Kuramatsu, J.B. and Schwab, S. (2019) Aneurysmatic Subarachnoid Haemorrhage. *Neurological Research and Practice*, **1**, Article No. 15. <https://doi.org/10.1186/s42466-019-0015-3>
- [19] 熊性华. 蛛网膜下腔出血患者术后再出血的影响因素[J]. 河南医学研究, 2022, 31(23): 4297-4300.
- [20] Zhao, B., fan, Y., Xiong, Y., Yin, R., Zheng, K., Li, Z., et al. (2016) Aneurysm Rebleeding after Poor-Grade Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: Predictors and Impact on Clinical Outcomes. *Journal of the Neurological Sciences*, **371**, 62-66. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2016.10.020>
- [21] Gathier, C.S., Zijlstra, I.A.J., Rinkel, G.J.E., Groenhorst, T.K.J., Verbaan, D., Coert, B.A., et al. (2022) Blood Pressure and the Risk of Rebleeding and Delayed Cerebral Ischemia after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Journal of Critical Care*, **72**, Article ID: 154124. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2022.154124>
- [22] Gathier, C.S., van den Bergh, W.M. and Slooter, A.J.C. (2014) HIMALAIA (hypertension Induction in the Management of Aneurysmal Subarachnoid Haemorrhage with Secondary Ischaemia): A Randomized Single-Blind Controlled Trial of Induced Hypertension Vs. No Induced Hypertension in the Treatment of Delayed Cerebral Ischemia after Subarachnoid Hemorrhage. *International Journal of Stroke*, **9**, 375-380. <https://doi.org/10.1111/ijs.12055>
- [23] Gathier, C.S., van den Bergh, W.M., van der Jagt, M., Verweij, B.H., Dankbaar, J.W., Müller, M.C., et al. (2018) Induced Hypertension for Delayed Cerebral Ischemia after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Randomized Clinical Trial. *Stroke*, **49**, 76-83. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.117.017956>
- [24] Koenig, M.A. (2012) Management of Delayed Cerebral Ischemia after Subarachnoid Hemorrhage. *Continuum*, **18**, 579-597. <https://doi.org/10.1212/01.con.0000415429.99394.e8>
- [25] Öhman, J., Servo, A. and Heiskanen, O. (1991) Risks Factors for Cerebral Infarction in Good-Grade Patients after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage and Surgery: A Prospective Study. *Journal of Neurosurgery*, **74**, 14-20. <https://doi.org/10.3171/jns.1991.74.1.0014>
- [26] Togashi, K., Joffe, A.M., Sekhar, L., Kim, L., Lam, A., Yanez, D., et al. (2015) Randomized Pilot Trial of Intensive Management of Blood Pressure or Volume Expansion in Subarachnoid Hemorrhage (Improves). *Neurosurgery*, **76**, 125-135. <https://doi.org/10.1227/neu.0000000000000592>
- [27] Tawk, R.G., Hasan, T.F., D'Souza, C.E., Peel, J.B. and Freeman, W.D. (2021) Diagnosis and Treatment of Unruptured Intracranial Aneurysms and Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Mayo Clinic Proceedings*, **96**, 1970-2000. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2021.01.005>
- [28] Vergouwen, M.D.I., Vermeulen, M., van Gijn, J., Rinkel, G.J.E., Wijdicks, E.F., Muizelaar, J.P., et al. (2010) Definition of Delayed Cerebral Ischemia after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage as an Outcome Event in Clinical Trials and Observational Studies: Proposal of a Multidisciplinary Research Group. *Stroke*, **41**, 2391-2395. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.110.589275>
- [29] Abdulazim, A., Heilig, M., Rinkel, G. and Etminan, N. (2023) Diagnosis of Delayed Cerebral Ischemia in Patients with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage and Triggers for Intervention. *Neurocritical Care*, **39**, 311-319. <https://doi.org/10.1007/s12028-023-01812-3>
- [30] Tang, C., Zhang, T. and Zhou, L. (2014) Risk Factors for Rebleeding of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Meta-Analysis. *PLOS ONE*, **9**, e99536. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099536>
- [31] Calviere, L., Gathier, C.S., Rafiq, M., Koopman, I., Rousseau, V., Raposo, N., et al. (2022) Rebleeding after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage in Two Centers Using Different Blood Pressure Management Strategies. *Frontiers in Neurology*, **13**, Article 836268. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.836268>
- [32] Eagles, M.E., Veilleux, C., Riva-Cambria, J. and Macdonald, R.L. (2025) Blood Pressure Targets after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: Is Lower Better? *Neurosurgery*, **97**, 1316-1321. <https://doi.org/10.1227/neu.0000000000003556>
- [33] Doherty, R.J., Henry, J., Brennan, D. and Javadpour, M. (2022) Predictive Factors for Pre-Intervention Rebleeding in Aneurysmal Subarachnoid Haemorrhage: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosurgical Review*, **46**, Article No. 24. <https://doi.org/10.1007/s10143-022-01930-0>
- [34] Wang, J., Lin, F., Zeng, M., Liu, M., Zheng, M., Ren, Y., et al. (2024) Intraoperative Blood Pressure and Cardiac Complications after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Retrospective Cohort Study. *International Journal of Surgery*, **110**, 965-973. <https://doi.org/10.1097/js9.0000000000000928>
- [35] Neil-Dwyer, G., Mee, E., Dorrance, D. and Lowe, D. (1987) Early Intervention with Nimodipine in Subarachnoid Haemorrhage. *European Heart Journal*, **8**, 41-47. https://doi.org/10.1093/eurheartj/8.suppl_k.41
- [36] Maagaard, M., Karlsson, W.K., Ovesen, C., Gluud, C. and Jakobsen, J.C. (2021) Interventions for Altering Blood Pressure in People with Acute Subarachnoid Haemorrhage. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **11**, CD013096. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd013096.pub2>

-
- [37] Cho, W., Kim, J.E., Park, S.Q., Ko, J.K., Kim, D., Park, J.C., *et al.* (2018) Korean Clinical Practice Guidelines for Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, **61**, 127-166. <https://doi.org/10.3340/jkns.2017.0404.005>
- [38] Silverman, A., Kodali, S., Strander, S., Gilmore, E.J., Kimmel, A., Wang, A., *et al.* (2019) Deviation from Personalized Blood Pressure Targets Is Associated with Worse Outcome after Subarachnoid Hemorrhage. *Stroke*, **50**, 2729-2737. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.119.026282>
- [39] Öhman, J., Servo, A. and Heiskanen, O. (1991) Long-term Effects of Nimodipine on Cerebral Infarcts and Outcome after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage and Surgery. *Journal of Neurosurgery*, **74**, 8-13. <https://doi.org/10.3171/jns.1991.74.1.0008>
- [40] Sandow, N., Diesing, D., Sarrafzadeh, A., Vajkoczy, P. and Wolf, S. (2016) Nimodipine Dose Reductions in the Treatment of Patients with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Neurocritical Care*, **25**, 29-39. <https://doi.org/10.1007/s12028-015-0230-x>
- [41] Stoehr, K.A., Bartolome, D., Jayasundara, S., Thinzar, P., Vargas, D., Kim, J., *et al.* (2025) Impact of Nimodipine-Induced Blood Pressure Reductions on Cerebral Autoregulation and Functional Outcome after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Neurocritical Care*, **43**, 842-852. <https://doi.org/10.1007/s12028-025-02338-6>
- [42] Yang, M., Pan, X., Liang, Z., Huang, X., Duan, M., Cai, H., *et al.* (2019) Association between Blood Pressure Variability and the Short-Term Outcome in Patients with Acute Spontaneous Subarachnoid Hemorrhage. *Hypertension Research*, **42**, 1701-1707. <https://doi.org/10.1038/s41440-019-0274-y>
- [43] Busl, K.M., Bogossian, E.G., Claassen, J., Helbok, R., Provencio, J.J., Robba, C., *et al.* (2025) Beyond the Bleed: Complications after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. Pathophysiology, Clinical Implications, and Management Strategies: A Review. *Critical Care*, **29**, Article No. 414. <https://doi.org/10.1186/s13054-025-05640-z>
- [44] Mocco, J., Ransom, E.R., Komotar, R.J., Schmidt, J.M., Sciacca, R.R., Mayer, S.A., *et al.* (2006) Preoperative Prediction of Long-Term Outcome in Poor-Grade Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Neurosurgery*, **59**, 529-538. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000228680.22550.a2>