

基于白质纤维束保护的幕上高血压性脑出血手术治疗专家共识(2024 版)

中国医师协会神经外科医师分会 中华医学会神经外科学分会 中国卒中学会脑出血微创治疗分会 重庆市医学会卒中分会

通信作者:冯华,陆军军医大学全军神经外科研究所,重庆 400038, Email: fenghua8888@vip.163.com; 胡荣,陆军军医大学第一附属医院神经外科,重庆 400038, Email: huchrong@tmmu.edu.cn

【摘要】 高血压性脑出血是国人致死和致残的主要原因之一。手术治疗可降低脑出血患者的病死率但不能改善功能预后,促进存活患者的功能恢复是高血压性脑出血的救治核心。皮质脊髓束是维持运动功能的主要下行白质纤维束,其完整性决定运动功能恢复程度。因此,减轻皮质脊髓束损伤有望改善幕上深部脑出血患者的运动功能障碍。规范白质纤维束旁入路的微创手术治疗的适应证、手术策略以及操作规范等细节,实现最大限度地血肿清除和最小程度的纤维束干扰,有利于促进白质纤维束的恢复,改善神经功能预后。中国医师协会神经外科医师分会、中华医学会神经外科学分会、中国卒中学会脑出血微创治疗分会和重庆市医学会卒中分会共同组织国内相关的专家,通过系统查询和评价现有相关的研究证据,参考国际相关共识和指南内容,结合国情和国内需求,针对基于白质纤维束保护的高血压性脑出血手术治疗的术前检查、手术指征、术中定位、手术方式、止血技术和围手术期管理等方面共形成 31 条推荐意见,希望为脑出血的手术治疗提供重要参考。

【关键词】 脑出血; 高血压性脑出血; 皮质脊髓束; 白质纤维束旁入路; 微创治疗; 共识

基金项目:重庆市科卫联合医学科研攻关项目(2023GGXM003);重庆市科卫联合医学科研重点项目(2023ZDXM030)

实践指南注册:国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2023CN259)

Chinese expert consensus on surgical treatment of hypertensive intracerebral hemorrhage based on parafascicular approach(2024 edition)

Chinese Congress of Neurological Surgeons of Chinese Medical Doctor Association; Neurosurgery Branch of the Chinese Medical Association; Intracerebral Hemorrhage Minimally Invasive Surgical Treatment Branch of the Chinese Stroke Association; Stroke Branch of the Chongqing Medical Association

Corresponding authors: Feng Hua, Institute of Neurosurgery of Chinese People's Liberation Army, Army Medical University, Chongqing 400038, China, Email: fenghua8888@vip.163.com; Hu Rong, Department of Neurosurgery, the First Affiliated Hospital, Army Medical University, Chongqing 400038, China, Email: huchrong@tmmu.edu.cn

【Abstract】 Hypertensive intracerebral hemorrhage (HICH) is one of the main causes of death and disability in Chinese people. Surgical treatment can reduce the mortality rate of patients

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20240306-00498

收稿日期 2024-03-06 本文编辑 朱瑶

引用本文:中国医师协会神经外科医师分会,中华医学会神经外科学分会,中国卒中学会脑出血微创治疗分会,等.基于白质纤维束保护的幕上高血压性脑出血手术治疗专家共识(2024 版)[J].中华医学杂志, 2024, 104(33): 3096-3109. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20240306-00498.



with HICH, but cannot improve functional prognosis. Therefore, promoting the neurological function recovery of surviving patients has become the focus of treatment for HICH. The corticospinal tract (CST) is the main descending fiber bundle that maintains motor function, and its integrity determines the degree of motor function recovery. Therefore, reducing CST injury is expected to improve motor dysfunction in patients with supratentorial deep HICH. Standardizing the indications, surgical strategies, and operational procedures for minimally invasive surgical treatment via the parafascicular approach can achieve maximum hematoma clearance and minimal white fiber bundle damage, which is beneficial for promoting the recovery of white matter fibers and improving neurological function prognosis. The Chinese Congress of Neurological Surgeons of Chinese Medical Doctor Association, the Neurosurgery Branch of the Chinese Medical Association, the Intracerebral Hemorrhage Minimally Invasive Surgical Treatment Branch of the Chinese Stroke Association, and the Stroke Branch of the Chongqing Medical Association organized relevant domestic experts to systematically query and evaluate existing relevant research evidence, refer to relevant international consensus and guidelines, and combine national conditions and domestic needs. A total of 31 recommendations were formed for preoperative examination, surgical indications, intraoperative positioning, surgical methods, hemostasis techniques, and perioperative management for surgical treatment of HICH based on white matter fiber protection, hoping to provide important reference for the surgical treatment of HICH.

【Key words】 Cerebral hemorrhage; Hypertensive intracerebral hemorrhage; Corticospinal tract; Parafascicular approach; Minimally invasive surgery; Consensus

Fund program: Joint Medical Research Project of Health Commission and Science and Technology Bureau of Chongqing-Medical Science and Technology Innovation Project (2023GGXM003); Joint Medical Research Project of Health Commission and Science and Technology Bureau of Chongqing-Key Project (2023ZDXM030)

Practice guideline registration: International Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2023CN259)

高血压性脑出血 (hypertensive intracerebral hemorrhage, HICH) 是指长期的高血压引起颅内细、小动脉发生玻璃样变及纤维素样坏死, 血管壁的弹性降低, 血压骤升时血管破裂导致的脑实质出血^[1]。在中国, 脑出血占脑卒中的 19%~48%, 早期的病死率为 30%~40%, 6 个月末仍有 80% 左右的存活患者遗留残疾, 是患者致死和致残的主要原因之一^[1-4]。

目前循证医学证据表明手术治疗虽可降低脑出血患者病死率但不能改善神经功能预后^[1, 5-7]。促进存活患者的功能恢复已成为 HICH 的救治重心。基底节区包括基底神经核、内囊和丘脑等重要结构, 基底神经核包括豆状核、尾状核、杏仁核、尾状核和脚间核。皮质脊髓束 (corticospinal tract, CST) 是维持运动功能的主要下行白质纤维束, 其完整性决定运动功能恢复程度^[8-10]。出血后可因血肿压迫或直接破坏, 或其供血动脉受血肿压迫或损伤而引起缺血, 或血肿成分及其代谢产物引起继发损伤等因素导致 CST 损伤, 从而引起患者偏瘫。基底节区的皮质-基底核-丘脑-皮质通路在语言形成上发挥重要作用, 此通路 Broca 区联系, 优势侧大脑中动脉及其分支供应相关语言区域, 受损后可致

不同程度失语。因此, 术中减少对神经血管的损伤, 术后促进 CST 恢复是 HICH 后运动和语言功能康复的关键。如何能减少手术本身对周围脑组织的医源性损伤, 实现最大限度的血肿清除和最小程度的纤维束干扰或破坏是目前脑出血手术的特殊挑战。随着脑网络研究的深入, 神经导航技术、神经影像技术的不断应用推广, 基于白质纤维束, 尤其是 CST 保护的手术策略已被越来越多的神经外科医师认同, 并有望改善 HICH 患者的运动、语言功能障碍。所以, 规范白质纤维束旁入路的微创手术治疗的适应证、手术策略以及操作规范等, 有利于促进白质纤维束的恢复, 改善神经功能预后。

为此, 中国医师协会神经外科医师分会、中华医学会神经外科学分会、中国卒中学会脑出血微创治疗分会和重庆市医学会卒中分会共同组织国内相关专家, 通过系统查询和评价现有相关的研究证据, 参考国际相关共识和指南内容, 结合国情和国内需求, 对 HICH 手术治疗的相关内容和技術进行梳理, 经国内不同学科多位专家反复讨论后定稿, 提出了基于白质纤维束保护的 HICH 手术治疗的共识性意见, 希望为脑出血的手术治疗提供重要参考。



一、共识制订过程和方法学

(一) 共识制订过程

本专家共识由陆军军医大学第一附属医院神经外科牵头,联合中国医师协会神经外科医师分会、中华医学会神经外科学分会、中国卒中学会脑出血微创治疗分会、重庆市医学会卒中分会共同组织国内 50 余名神经外科专家,根据美国心脏学会(American Heart Association, AHA)/美国卒中协会(American Stroke Association, ASA)指南标准化评级系统^[11],依据世界卫生组织关于专家共识和指南的定义,通过系统文献检索、证据质量评价,结合临床医学实践,于 2022 年 6 月启动撰写工作,经过 4 轮专家共识会议讨论后,制订本专家共识。第一轮共识专家会议讨论确定临床问题,第二轮会议组织专家对共识初稿进行讨论及修改。第三轮会议对推荐意见进行投票,确定推荐强度。第四轮会议对共识进行修改定稿。本共识采用 Delphi 法得出专家共识度。Delphi 问卷内容针对共识提炼的每一条推荐意见,采用 Likert 5 级量表进行评分,评分包括 1(非常不同意)、2(不同意)、3(基本同意)、4(同意)和 5(非常同意)。最终形成 31 条推荐意见。本共识专家推荐程度以“共识度”标注,共识度=评分 \geq 4 分的专家/专家总数 \times 100%。若参与共识投票的专家非常同意或同意该条推荐意见的比例 \geq 85%,则达成共识。

(二) 文献检索策略

本专家共识针对 HICH 手术治疗相关问题进行系统的文献检索,检索数据库包括 PubMed、Cochrane Library、中国知网和万方数据知识服务平台,检索时间范围自建库至 2023 年 7 月。中文关键词为“脑出血”“自发性脑出血”“高血压性脑出血”“脑实质出血”“白质纤维束”“神经传导束”“皮质脊髓束”“手术治疗”“纤维束旁入路”;英文关键词为“intracerebral hemorrhage”“spontaneous intracerebral hemorrhage”“hypertensive intracerebral hemorrhage”“parenchymal hemorrhage”“cerebral hemorrhage”“white matter”“fiber”“tract”“corticospinal tract”“surgery”“surgical treatment”“approach”“parafascicular approach”,通过 AND、OR 和 NOT 布尔逻辑,进行关键词的不同组合检索,并通过不同平台搜索引擎的筛选功能,检索不同的研究类型文献。文献纳入类型包括随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)、系统评价、荟萃分析、回顾性系统研究、临床病例系列研究、病例报

告、指南和专家意见。共检索出 2 363 篇文献(中文 301 篇,英文 2 062 篇),将文献导入 Endnote 去除重复文献,得到 1 466 篇文献(中文 281 篇,英文 1 185 篇)。通过阅读文献摘要排除 1 256 篇文献(动物实验及基础研究、非系统综述、非临床研究、样本量小、非手术治疗或会议摘要/论文),剩余 210 篇纳入共识的撰写。

(三) 证据等级评定标准和推荐强度

证据等级/质量评价采用 AHA/ASA 指南标准化评级系统,共识推荐意见按意见类别(class of recommendation, COR)和证据水平(level of evidence, LOE)进行分别评估(表 1)。根据该系统先对证据类别及级别进行评估,然后评估手术获益与风险、负担以及费用之间的平衡,综合确定推荐力度。当没有高级别证据支持,并不意味着推荐级别低,部分措施虽无可靠科学证据,但其临床有效性显而易见。

二、白质纤维束是 HICH 手术的保护靶点

脑出血后,磁共振扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)发现超过 77% 的患者存在白质纤维束损伤^[12]。其中 CST 损伤引起的偏瘫是脑出血患者后期生活质量差的主要原因。因此,本共识重点评估 CST,以期为后期 CST 的恢复提供可能的方案。

(一) CST 的解剖走行

CST 的轴突起源于运动和感觉皮质(M1 和 S1)第 V 层下部的大锥体细胞,经放射冠通过基底节内囊后下行至中脑大脑脚中 3/5、脑桥基底部分,在延髓形成锥体,然后绝大部分纤维(70%~90%)交叉至对侧形成皮质脊髓侧束,在脊髓外侧索下行,终止于脊髓前角运动神经元;少部分不交叉的纤维形成皮质脊髓前束,在脊髓前索直接下行,终止于同侧的脊髓前角^[13-14]。

(二) HICH 白质纤维束与水肿的关系及损伤分型

我国和国外研究者根据 DTI 的检查结果,将 CST 损伤分为三型^[15]。A 型:CST 正常或移位型,CST 保留在血肿周围,有或无被病灶压迫变形、移位;B 型:CST 部分中断型,CST 部分被血肿中断,残余 CST 残存于血肿周围;C 型:CST 完全中断型,即影像学上 CST 受血肿影响无法完整显影(图 1)。

(三) HICH 后白质纤维束损伤的变化规律

各向异性分数(fractional anisotropy, FA)代表沿特定区域的扩散各向异性,用于评估纤维束的轴突损伤程度^[16]。一项研究评估了出血量为 2~42 ml

表 1 AHA/ASA 推荐中使用的推荐等级和证据水平标准

推荐等级	详细说明	证据水平	详细说明
I 类(强烈推荐) 获益>>>风险	应当推荐 是有益(有效/有利)的 在大多数情况下应该对大多数患者实施或 管理与 B 方案/治疗相比,应当选择 A 方 案/治疗	A 级	1 个以上高质量 RCT 研究 基于高质量 RCT 研究的荟萃分析 被高质量注册研究证实的 1 个或多个 RCT 研究
II a 类(中度推荐) 获益>>风险	是合理的 可能是有益(有效/有利)的 与 B 方案/治疗相比,选择 A 方案/治疗是合 理的,相对于 B 方案/治疗,可优先考虑 A 方案/治疗	B-R 级	基于 1 个或多个中等质量 RCT 研究 基于中等质量 RCT 研究的荟萃分析
II b 类(弱推荐) 获益≥风险	可考虑/可能是合理的/有效性尚不明确	B-NR 级	基于 1 个或多个设计执行良好的非随机 研究、观察性研究或注册研究 基于这些研究的荟萃分析
III 类:无获益(不推荐) 获益=风险	基于 A 级或 B 级证据 不推荐/不应该进行/该治疗/方案无效/无益 不应该对患者实施或管理 甚至很可能对患者造成伤害	C-LD 级	设计或实施中有方法学缺陷的随机或 非随机的观察性或登记研究 基于此类研究的荟萃分析 人类受试者的生理或机制研究
III 类:有害(强烈不推荐) 风险>获益	有潜在的风险 可能造成伤害 增加发病率和死亡率 不应该对患者实施或管理	C-EO 级	基于临床经验的专家意见形成的共识

注:推荐意见的证据等级为 B 或 C 并不代表推荐程度弱,因为指南或共识中提到的很多重要的临床问题并不能通过临床试验证实;因此,即使缺乏 RCT,有些检验和治疗的有效性仍然可能达到非常一致性的意见;干预的结果或预后应该是明确的(改善临床结果、或提高诊断准确性或增加预后信息);针对比较性推荐意见(仅适用于 I 及 II a 类推荐, A 或 B 级证据),证据应当来自直接对比两种方法/治疗的研究;AHA/ASA 为美国心脏学会/美国卒中协会;RCT 为随机对照试验;R 为随机;NR 为非随机;LD 为有限的证据;EO 为专家意见

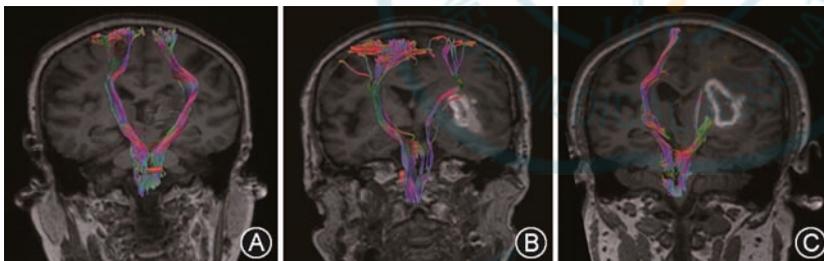


图 1 CST 损伤分型 A: A 型即 CST 正常或移位型;B: B 型即 CST 部分中断型;C: C 型即 CST 完全中断型;CST 为皮质脊髓束

之间的 23 例基底节区脑出血患者发病后 3 d 内、第(14±1)天、第(30±3)天、第(60±7)天和第(90±10)天的 FA 值变化情况^[17],发现恢复不良组的平均 FA 值逐渐下降,而恢复良好组的平均 FA 值没有降低($P<0.001$)。另一项纳入 12 例壳核出血的研究发现在发病后 1 d 和 6 个月时,预后良好组的 FA 值高于预后不良组^[18]。McCourt 等^[19]的研究发现在出血后 72 h 和 7 d 时,出血侧水肿部位 CST 的 FA 值较脑出血对侧部位 CST 降低且保持稳定,但与 90 d 运动功能评分无关,提示可能存在水渗入纤维束而不是轴突损伤。

(四)HICH 后不同治疗方式对白质纤维束损伤有研究通过 DTI 来评估 HICH 20~40 ml 患者

CST 的损伤程度,发现 60% 的手术治疗患者存在 CST 损伤,92% 保守治疗患者存在 CST 损伤^[20]。一项纳入了 27 例血肿体积为 30~50 ml 的基底节区脑出血患者的 RCT 研究评估微创手术治疗对 CST 的影响^[21],结果显示发病 1 周内微创治疗组内囊和大脑脚 CST 的 FA 值明显高于内科治疗组($P<0.05$),提示微创手术清除血肿有助于 CST 的恢复。徐杰等^[22]发现常规开颅血肿清除术组的患侧相对剩余 CST 条目数低于经侧裂-岛叶入路显微手术组;术后 6 个月,常规开颅血肿清除术组运动功能预后差于经侧裂-岛叶入路显微手术组。顾应江等^[23]研究发现,经外侧裂岛叶入路相较于颞叶皮质入路治疗高血压壳核出血,术后锥体束损伤程度轻($P=0.004$),预后良好率高(81.5% 比 56.0%, $P=0.047$)。Zhang 等^[24]研究显示,与保守治疗组相比,基于保护受压或残存 CST 的影像导航下白质纤维束旁入路血肿清除组的预后更好[改良 Rankin 量表(mRS)评分为 0~3 分的比例:32.0% 比 17.4%; $P=0.037$]。

推荐意见 1:对怀疑存在白质纤维束损伤的脑

出血患者,条件允许时应尽可能行 DTI 检查以明确损伤类型。(Ⅱ b 推荐, B-NR 级证据)(共识度: 97.67%)

推荐意见 2: DTI 检查的 FA 值可用于判断白质纤维束的损伤情况,必要时可行有关评估。(Ⅱ b 推荐, C-LD 级证据)(共识度: 93.02%)

推荐意见 3: 基于影像导航下白质纤维束旁入路和经侧裂-岛叶入路有利于 CST 保护,促进后期功能恢复。(Ⅱ b 推荐, B-NR 级证据)(共识度: 100%)

三、基于白质纤维束保护的 HICH 手术

血肿清除术是目前高容量脑出血治疗的重要手段,它通过解除占位效应降低颅内压,挽救生命;通过减轻血肿对周围神经组织的压迫,挽救功能;同时通过清除血肿减轻血液分解产物导致的继发损伤使患者受益^[1, 25-26]。目前主要的手术方式有开颅血肿清除术、内镜下血肿清除术和血肿穿刺引流术^[1, 27-29]。

(一) 手术指征

推荐意见 4: CT、MRI 等影像学检查有明显颅内压升高的表现(透明隔或松果体层面的中线结构移位超过 5 mm、同侧侧脑室受压闭塞超过 1/2、同侧脑池、脑沟模糊或消失),颅内压持续 >25 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)^[27]。(Ⅱ a 类推荐, B-NR 级证据)(共识度: 97.67%)

推荐意见 5: CT 平扫显示内囊后肢受压明显或直接受累,或条件允许行 DTI 成像显示 CST 受压移位(A 型)或直接破坏但没有完全中断(B 型),神经功能缺损症状较重,即使患者意识清楚,血肿量没有超过 30 ml,结合患者症状体征、年龄及患者或患者家属意愿,可考虑进行外科手术治疗,对患者预后有利。(Ⅱ b 类推荐, C-LD 级证据)(共识度: 86.04%)

(二) 术前计划及定位

1. 影像学检查

推荐意见 6: 术前应进行头颅 CT 检查,患者病情允许时尽可能完成 DTI 检查,用于评估 CST 的损伤情况,确定手术路径。CT 血管造影(CT angiography, CTA)、磁共振血管造影(MR angiography, MRA)可用于排除血管畸形、动脉瘤等颅内血管疾病^[1, 25]。(Ⅰ类推荐, A 级证据)(共识度: 100%)

2. 血肿、CST 定位技术: 根据医院实际情况选择下列技术进行术前/术中的血肿及 CST 定位。有

条件的医院并结合患者病情,可在术前完善 DTI 检查以明确 CST 走行及其与血肿的关系。

推荐意见 7: 术中导航能准确和可靠地定位血肿位置、CST 走行以及血肿与 CST 的三维关系。在神经导航的引导下,可在清除血肿的同时最大程度地保护 CST,避免医源性损伤^[30-31]。(Ⅰ类推荐, A 级证据)(共识度: 100%)

推荐意见 8: 解剖定位法: 神经外科医师通过解剖标志^[13, 32],根据术前 CT 或 MRI 测量血肿、CST 与重要体表标志的位置关系,设计切口、穿刺部位以及深度^[33-34]。(Ⅱ a 类推荐, B-NR 级证据)(共识度: 97.67%)

推荐意见 9: 3D Slicer 等软件: 3D Slicer 软件能够基于 CT、MRI 等影像数据重建血肿与 CST 的三维模型,规划手术路径。术中将重建图像传入 Sina 手机软件,术中实时定位及三维可视化,实现术中导航^[35-37]。(Ⅰ类推荐, B-NR 级证据)(共识度: 90.7%)

推荐意见 10: 有条件的医院,还可以应用术中超声^[38-39]、术中 CT^[40-43]和术中 MRI^[44-45]等技术,实现术中实时、快速、准确地定位血肿位置,实时评估 CST 与血肿的空间三维关系,评估残余血肿量,减少脑组织“漂移”对血肿定位的影响,并可根据术中影像学结果指导手术,以提高血肿清除率。(Ⅱ a 类推荐, B-NR 级证据)(共识度: 95.35%)

3. 路径设计: 目前,根据血肿的位置与白质纤维束的关系,在开颅血肿清除术中有经侧裂岛叶入路、经颞中回入路和经额叶皮质入路;内镜下血肿清除术中有经额入路、经三角区入路和经脑叶入路;而血肿穿刺引流则具体根据血肿形态和 CST 的位置关系,个性化设计穿刺点和穿刺路径,但要避开功能区、纤维束及重要血管。

推荐意见 11: 为保护受压或残存 CST,手术入路尽可能避开皮质功能区和重要血管,同时沿平行于白质纤维束的走行到达血肿部位,对脑组织的功能影响尽可能降到最低^[24, 31, 46-47]。(Ⅱ a 类推荐, C-LD 级证据)(共识度: 97.67%)

(三) 手术技术

1. 开颅血肿清除术: 开颅血肿清除术是脑出血最常用的手术方法。包括常规骨瓣开颅术和小骨窗开颅术,二者均可快速清除血肿,直视下止血。若术中脑组织肿胀明显,颅内压下降不满意时,还可行去骨瓣减压术;但创面大,术中出血多,手术时间长^[48]。



在开颅手术的牵开方式上,传统手持式脑压板由于难以保持长时间一致的张力及对各方向脑组织均匀的牵拉力度,往往会导致继发性的医源性损伤。国外系统综述报道,深部病变的开颅手术中,管状牵开器或球囊导管的使用能够降低相关并发症的发生,为深部血肿清除术中的牵开方式提供了新的思路^[49-50]。

(1)手术适应证:脑出血量大,中线移位重或已经脑疝的患者,推荐紧急行开颅血肿清除术。血肿清除完毕后,如脑搏动差,脑组织高于骨窗,推荐去除骨瓣,如脑组织塌陷低于骨窗,脑搏动正常,可考虑保留骨瓣。对于出凝血功能障碍导致的脑出血,具体可参考《出凝血功能障碍相关性脑出血中国多学科诊治指南》^[51]的手术适应证。

(2)手术入路:手术入路的选择根据血肿位置及其与CST的关系,应该着力避免损伤CST、皮质功能区和血管。根据血肿累及的区域,以内囊膝部为界划线,分为前部型:血肿主体位于内囊膝部前方、尾状核头、内囊前肢,出血可破入侧脑室额角;中间型:主要累及豆状核前中部及内囊膝部;后部型:血肿主体位于内囊膝部后方;混合型:血肿量较大,表现为前部型与中间型或中间型与后部型的组合。前部型可选择经侧裂岛叶入路;后部型可采用经中央沟下点-脑岛入路,如脑压较高,侧裂分离困难时可于中央后回下部靠近侧裂的皮质无血管区做1.0~1.5 cm的造瘘;中间型,术者可根据两种入路的熟练程度选择;混合型,若血肿主体偏前,可经侧裂岛叶入路,若血肿主体偏后外侧,可选择经中央沟下点脑岛入路^[52]。①经侧裂岛叶入路:常规开颅,显微镜下打开侧裂池,逐步放出脑脊液,用棉片轻轻牵开侧裂显露岛叶皮质,注意保护好侧裂血管及岛叶表面的大脑中动脉分支,在岛叶表面无血管区先用脑针穿刺确定血肿腔方向,然后切开岛叶约1 cm,脑压板轻柔分开进入血肿腔。经侧裂岛叶入路主要可能损伤外囊,外囊为薄层致密的白质纤维束,外囊纤维在同一平面呈明显辐射状,近似以屏状核为中心向上,向背侧辐射走行,从背侧至腹侧分别由屏状核-皮质投射纤维、下额枕束、钩束三种不同的纤维束共同构成^[53]。②经颞中回入路:常规开颅后,暴露颞叶,经颞中回穿刺血肿腔定位,以穿刺点为中心,切开长1~2 cm颞中回皮质,根据穿刺方向,以脑压板向深部方向分离造瘘,逐渐进入血肿腔。颞叶主要的功能区包括感觉性语言中枢,位于优势半球颞上回后部;听觉中枢,位于颞上

回中部及颞横回;嗅觉中枢位于钩回和海马回前部;颞叶前部与记忆、联想高级神经活动相关。颞中回入路可能损伤视放射的前端,造成部分象限的偏盲^[54]。③经额叶皮质入路:常规开颅后,暴露额叶,根据定位距离血肿腔最近的皮质位置穿刺,根据穿刺方向切开皮质1~2 cm,以脑压板向深部方向分离造瘘,逐渐进入血肿腔。额叶的功能主要与精神、语言和随意运动相关,额叶入路主要毗邻的功能区包括书写中枢,位于优势半球额中回后部;运动性语言中枢,优势半球额下回的后部外侧裂上方;额叶前部有与记忆、思维和情感相关的广泛联络纤维。

推荐意见 12:脑出血量大,中线移位明显或已经脑疝的患者,推荐紧急行开颅血肿清除术(I类推荐,A级证据)。血肿清除完毕后,如脑搏动差,脑组织高于骨窗,推荐按标准大骨瓣减压,骨瓣下部要平中颅底,防止肿胀脑组织对脑干的压迫;如脑组织塌陷低于骨窗,脑搏动正常,综合评估患者年龄、脑萎缩程度及全身整体情况,在有条件的医院,可在放置颅内压监测探头的前提下,保留骨瓣以避免后期行颅骨修补,术后密切监测颅内压变化并实施规范的颅内压管理。(IIa类推荐,B-R级证据)(共识度:93.02%)

推荐意见 13:根据血肿位置及其与重要皮质功能区、白质纤维束的关系来选择手术入路,如血肿位于非优势半球侧血肿,可选择经侧裂入路,如脑肿胀重,侧裂分离困难,术中超声定位血肿位置,可选择距血肿最近的额叶或颞叶皮质入路,优势半球避开额下回及颞上回皮质及其皮质下纤维束。(IIa类推荐,B-NR级证据)(共识度:93.02%)

推荐意见 14:牵开方式采用传统手持式脑压板时需轻柔操作并注意牵拉力度的控制,管状牵开器能够提供对周围脑组织较为一致的压力,是一种保护白质纤维束、降低继发性损伤的新途径。(IIa类推荐,C-LD级证据)(共识度:93.02%)

2.内镜下血肿清除术:内镜下血肿清除术的主要优点为创伤小,直视下操作,不仅可以避免开颅手术造成大面积脑组织暴露和损伤,而且可以利用神经内镜良好的照明、扩大视野和抵近观察的优势,清晰分辨血肿与脑组织的边界,发现活动性出血点并止血。

(1)手术适应证:

推荐意见 15:同开颅血肿清除术适应证,此外对于部分出凝血功能障碍导致的脑出血患者,经过



严格评估后,也可选择内镜下血肿清除术,其他具体可参考《2020 神经内镜下高血压性脑出血手术治疗中国专家共识》的手术适应证^[55] [幕上出血量 ≥ 30 ml,幕下出血量 ≥ 10 ml(I 类推荐,A 级证据);中线移位超过 5 mm(II a 类推荐,B 级证据);环池或侧裂池消失(II a 类推荐,B 级证据);伴有梗阻性脑积水(I 类推荐,A 级证据);严重颅高压甚至脑疝(I 类推荐,A 级证据)]。(共识度:97.67%)

(2)手术入路:根据血肿位置及其与 CST 的关系,有 3 种常用手术入路:①经额入路:取仰卧位,头部抬高并居中,手术切口取患侧中线旁开 3 cm,切口长约 5 cm,常规开颅,骨瓣直径约 3 cm,十字剪开硬膜,在皮质无血管区,电凝切开约 1.5 cm,先采用脑穿针或引流管穿刺释放血肿液初步减压,再沿着穿刺方向置入内镜鞘管到血肿腔,沿血肿定位方向置鞘深度约 5 cm,若穿刺没有找到血肿,可结合术前 CT 影像,左右微调导引鞘,直至找到血肿腔。此入路穿刺路径偏长,但避开了 CST,清除血肿的过程中注意尽量靠近血肿外侧吸引,避免损伤内侧的内囊纤维束。②经三角区入路:适用于脑出血位置位于基底节后部或丘脑的患者,仰卧位,头偏向对侧,取耳后顶结节下方长约 5 cm 的直切口,常规开颅,骨瓣直径约 3 cm,剪开硬膜,优势半球需避开角回及缘上回,在皮质无血管区,电凝切开约 1.5 cm,先采用脑穿针或引流管穿刺释放血肿液初步减压,再沿着穿刺方向置入内镜鞘管到血肿腔,穿刺方向一般为对侧外眦,根据 CT 影像调整。此入路适用于血肿主体位于内囊后肢的患者,但可能损伤弓状束、视束,导致患者语言及视野功能障碍。③经脑叶入路:如果出血部位在脑叶,可在神经导航指引下设计手术入路,也依据术前 CT 结果精确规划手术切口和骨窗位置;骨窗中心位置应选择血肿的皮质破溃处或距离血肿最近的皮质位置;术中依据血肿的形态调整内镜工作通道的方向和深度。

推荐意见 16:形态规则、位置较深的血肿,推荐内镜下血肿清除术,根据血肿的位置,可选择经额中回皮质入路,三角区入路或经侧裂岛叶入路。(II a 类推荐,B-NR 级证据)(共识度:95.35%)

推荐意见 17:基于白质纤维束保护的操作要点:CT 导航或 B 超定位下穿刺血肿腔,内镜通道的设计避开皮质功能区及其皮质下纤维束,尽可能地与 CST 平行,以减少对重要纤维束的损伤,不追求全清血肿,血肿腔可放置引流管。(II a 类推荐,B-NR 级证据)(共识度:93.02%)

推荐意见 18:采用柔性牵开的管状通道能够进一步降低手术对于周围脑组织的损伤,以期改善患者预后。(II a 类推荐,B-NR 级证据)(共识度:93.02%)

3.血肿穿刺引流术:(1)手术适应证:病情危重,脑疝形成,需要尽快降低颅内压的患者,或身体情况较差,不能耐受开颅或内镜血肿清除手术、麻醉风险较高的患者,以及出凝血功能障碍导致的脑出血患者。(2)手术入路:按术前影像学数据预先设计的穿刺路径。借助 CT 或 MRI 导航精准定位血肿和 CST 的关系,确定穿刺点和穿刺方向,有条件的可选择 3D 打印穿刺定位导板、3D slicer 软件、机器人辅助定位穿刺,避开功能区、纤维束及血管。

推荐意见 19:病情危重,脑疝形成,需要尽快降低颅内压的患者,或身体情况较差,不能耐受开颅或内镜血肿清除手术、麻醉风险较高、血肿稳定且液化良好的患者,可行血肿穿刺引流;对于出凝血功能障碍导致的脑出血患者,定向血肿穿刺引流更有优势。(II a 类推荐,B-NR 级证据)(共识度:93.02%)

推荐意见 20:基于白质纤维束保护的操作要点:借助 CT/MRI 导航、或立体定向装置精准定位血肿和 CST 的关系,确定穿刺点和穿刺方向;有条件的医院,可选择 3D 打印穿刺定位导板、机器人辅助定位穿刺等,避开功能区、纤维束及血管。(II a 类推荐,B-NR 级证据)(共识度:95.35%)

(四)脑出血手术过程中的血肿清除技术和止血技术

1.血肿清除技术:血肿清除技术旨在快速地最大限度地清除血肿,同时最大限度地减少对周围脑组织的继发性损伤。(1)开颅血肿清除术:开颅显露血肿后,使用 2~4 mm 显微吸引器在显微镜下将血肿清除^[67, 56-59]。血肿清除过程中遵循脑实质-血肿连接处以确保血肿完全清除^[60]。如遇较大或质地较韧血凝块,可配合双极电凝分块去除,并彻底止血^[61]。血肿腔的血肿要轻柔吸出,切忌暴力拖拽,小的、不易吸出的凝血块不强行吸除^[30, 62]。注意不要吸血肿周围水肿的脑组织,以防引起不必要的损伤和渗血。双极应尽量减少深部脑组织的烧灼,以避免术后缺血性损伤^[62]。(2)内镜下血肿清除术:内镜下血肿清除通过操纵鞘内工作空间的抽吸来完成。首先去除血肿的最远端部分,随着鞘逐渐撤回,残留的血肿被推入鞘的尖端,从而逐步有序地清除血肿^[60, 63-64]。内镜直视下分块清除血肿,务必



于血肿内操作,血肿周围的脑组织和较高的压力会自动将血肿推到工作通道的底部,容易被吸走^[30, 60, 65]。透明的工作通道利于观察残留血肿位置,通过变换工作通道角度和深度,清除不同位置的血肿^[30, 65-66]。吸引器的吸力保持在适当强度。在清除的初始阶段,血凝块在最大吸力下被吸入。吸力直接施加到血凝块上,最大限度地减少对血肿周围脑组织的影响。只有当吸引器尖端直接接触血凝块时,才应在高吸力下激活抽吸装置。当吸出足够的血凝块并且腔壁变得可见时,使用低吸力将小血凝块从腔壁吸出或分离^[30, 67-69]。对于带有纤维包膜的血肿,很难将血凝块与脑组织界面分离。使用护套本身作为钝头解剖器对特别坚硬的包囊部分很有帮助。使用抽吸装置,包囊被吸入鞘管腔,并通过撤回或推进鞘管从脑组织界面分离^[67]。避免在内囊附近进行积极的血肿清除,以保护未被出血破坏的锥体束^[62]。血肿清除后确认无活动性出血后缓慢退出工作通道。(3)血肿穿刺引流术:按术前影像学数据预先设计的穿刺路径穿刺后,用注射器缓慢抽吸血凝块,直到抽吸物中的血凝块中不再有任何液体成分或直到第一次出现阻力。术后行CT扫描确认血肿内的导管位置和残留血肿体积^[70-73]。如果残留血肿>20 ml或大于初始血肿体积的一半,则在术后6 h开始用重组组织型纤溶酶原激活物(recombinant tissue plasminogen activator, rt-PA)或尿激酶持续溶解引流血肿,持续3~5 d,或直到残留血肿<15 ml^[5, 73-75]。术后需根据患者的病情动态复查头颅CT^[5, 73]。穿刺引流失败的一个原因是鞘管插入到血肿的角度不合适,另一个是深部抽吸时方法过于谨慎^[66]。

推荐意见 21:显微镜下操作,保持轻牵拉,血肿的清除主要靠吸引器轻柔地吸引,必要时可用取瘤钳把松动的血块取出,保持血肿腔内操作,避免损伤血肿周围的脑组织和血管。(II a类推荐,C-EO级证据)(共识度:93.02%)

推荐意见 22:神经内镜下血肿清除顺序采取由深及浅的方式,首先去除血肿的最远端部分,随着工作通道逐渐撤回,血肿被周围的脑组织和较高的压力推到工作通道底部,从而清除血肿。内镜直视下分块清除血肿,务必于血肿内操作。(II a类推荐,C-EO级证据)(共识度:93.02%)

推荐意见 23:拔除血肿引流管时,血肿穿刺引流的血肿残余量<15 ml可能会改善脑出血患者的预后。(II a类推荐,B-R级证据)(共识度:93.02%)

2. 止血技术:降低术中活动性出血和术后再出血的风险才能实现有效的血肿清除。术前CTA斑点征是术中活动性出血的独立预测因素^[76-78]。整个手术过程中检查所有腔壁是否有活动性出血并有效止血对于成功清除血肿至关重要^[68]。术后严格控制血压对预防再出血和止血具有重要作用^[79]。

根据文献报道,约有70%的脑出血患者可以在术中未发现明显或活动性出血的情况下进行血肿清除^[57]。术中发生出血后,需要尽快确定出血类型。不同的出血类型需要不同的处理方式,可参考《神经外科围手术期出血防治专家共识》^[80]。具体可分为动脉性出血、静脉性出血和创面渗血。

止血器械和止血材料的合理使用在术中出血的管理上至关重要。脑出血手术中最常用的止血器械是双极电凝,使用电凝止血时注意尽量减少其在脑组织停留时间,灼烧血管壁后见其萎缩变苍白色,而不是黑色炭化,不建议对所有小出血点进行大面积的电凝止血。止血材料方面主要分为五类:(1)纤维止血纱:主要用于术中控制毛细血管、静脉及小动脉出血,或者弥漫性渗血;(2)明胶海绵:主要促进术中出血部位的凝血或作为凝血酶局部用药的载体;(3)流体明胶:由于其独特的流体性状与黏稠的基质,可深入狭小腔隙,稳定附着创面,适用于复杂解剖结构和不规则创面等固体止血材料难以到达的间隙;(4)纤维蛋白黏合剂(生物蛋白胶):可用于脑组织表面的渗血,尤其对存在凝血功能障碍的患者有较好的效果;(5)骨蜡:适用于各种骨创面渗血。术中合理使用止血器械和止血材料,能改善患者临床结局,缩短手术时间,降低二次手术风险^[80]。

无论是任何入路或者术式,在操作中都要尽量避免对脑组织造成新的机械或热损伤,时刻注意轻吸引、弱电凝,保持在血肿腔内操作,避免损伤血肿周围脑组织和血管,需要特别注意保护脑组织、侧裂静脉、大脑中动脉及其分支及未破裂出血的豆纹动脉^[25]。止血务必仔细可靠,以防再出血。除存在血小板或凝血系统异常等因素,一般不留置术区引流装置^[63, 65]。

血肿穿刺置管引流术操作简单,对脑组织损伤小,但穿刺可能损伤血管而引起新的出血,术中难以止血^[6, 28, 74, 81-82]。术前精确定位血肿、术中多次复查CT观察血肿抽吸情况和引流管位置、术后严格控制血压可有效预防术后再出血^[48, 70]。

推荐意见 24:脑出血手术过程中建议谨慎使用电凝止血,尽量使用止血材料进行止血,不建议

对所有小出血点进行大面积、反复的电凝止血,以防止血肿周围残存脑组织的电灼伤或热损伤。(II a 类推荐, B-NR 级证据)(共识度:97.67%)

推荐意见 25:术中如见责任动脉活动性出血,可在低压吸引下用弱电流的电凝止血。(II a 类推荐, C-EO 级证据)(共识度:93.02%)

推荐意见 26:对于一般的细小血管出血、静脉性出血或血肿腔渗血,建议使用止血材料(如常用的纤丝止血纱、流体明胶或明胶海绵等)止血即可。(II a 类推荐, C-LD 级证据)(共识度:95.35%)

(五)围手术期管理

1. 颅内压监测:目前脑出血后有创颅内压监测的证据很少,多为借鉴颅脑外伤后的指南。(1)脑实质颅内压监测:多项回顾性研究的结果显示:颅内压监测患者 6 个月时预后良好率更高^[83-85]。MISTIE III 的亚组分析结果显示^[86]:72 例患者进行了颅内压监测,微创手术组 34 例,保守治疗组 38 例。微创手术组术后 6 d 内的平均颅内压波动在 6~9 mmHg;保守治疗组在随机分组后 6 d 内的平均颅内压均波动在 11~12 mmHg 左右。手术组在 3~6 d 的平均颅内压低于保守治疗组($P<0.05$)。31 例(43.1%)患者出现颅内压 ≥ 20 mmHg 事件,与保守治疗组相比,微创手术治疗组颅内压 ≥ 20 mmHg 和颅内压 ≥ 30 mmHg 的事件出现比例明显降低($P=0.02$)。长期死亡率与颅内压 ≥ 20 mmHg ($P=0.04$)和颅内压 ≥ 30 mmHg ($P=0.04$)事件出现显著相关。(2)脑室出血的颅内压监测:脑室内纤溶治疗 CLEAR III 研究共纳入 499 例脑室出血(脑实质出血量 <30 ml)患者^[87]。脑室血肿体积基线时的中位数(四分位距)为 21.8(12.7~37.0)ml,脑实质血肿体积为 7.9(2.5~15.0)ml。脑室外引流放置时的颅内压范围为 -3~65 mmHg;中位数(四分位距)为 10.0(4.6~13.0)mmHg。8.4% 的患者起始颅内压 >20 mmHg,与出血量无关,但与后续颅内压 >20 mmHg 事件相关($OR=1.034$; 95%CI: 1.028~1.040)。颅内压监测期间,颅内压中位数(四分位距)为 12(8~16)mmHg,颅内压 >20 mmHg 占有颅内压监测数值的比例为 9.7%,颅内压 >30 mmHg 的比例为 1.8%。与接受阿替普酶治疗的患者相比,盐水治疗组颅内压 >20 mmHg 的百分比更高(10.1%比 9.3%; $P=0.046$)。颅内压 >20 mmHg 与脑室出血患者 30 d 和 180 d 的死亡率相关($P<0.05$),但存活者和死亡患者术后 10 d 的每日最大颅内压比较没有明显差异,均波动在 11~14 mmHg。

2. 血压管理:HICH 后多存在血压升高,与不良预后相关。INTERACT2 的研究结果显示:对于入院时收缩压在 150~220 mmHg 的脑出血患者,早期“强化降压”治疗(1 h 内降低收缩压至 140 mmHg)是安全可行的,而且可以减少死亡和严重残疾的比例^[88]。而对于收缩压 >220 mmHg 的脑出血患者,目前的研究较少。应个体化治疗,在密切监测血压和颅内压的情况下采用静脉持续滴注,积极降压治疗,控制收缩压在 160 mmHg 以下^[1]。

3. 围手术期集束化管理:近期发表的 INTERACT3 研究^[89],在纳入 10 个国家的 121 家医院入组的 7 036 例患者,研究在医院环境中对脑出血患者实施目标导向的护理集束化管理,包括早期强化降压方案(目标 <140 mmHg)和严格血糖控制(无糖尿病者目标为 6.1~7.8 mmol/L,糖尿病者目标为 7.8~10.0 mmol/L)、体温(目标体温 ≤ 37.5 °C)和凝血异常管理[目标国际标准化比值(international normalized ratio, INR) <1.5],结果显示,6 个月后,集束化管理组的患者 mRS 得分显著优于常规治疗组,集束化管理组患者出现不良功能结局的可能性显著低于对照组($OR=0.86$, 95%CI: 0.76~0.97, $P=0.015$)。同时,集束化管理治疗方案还提高了患者的生存率($OR=0.77$; 95%CI: 0.63~0.95; $P=0.015$)和 7 d 内出院的可能性($OR=0.72$; 95%CI: 0.53~0.98; $P=0.034$),并减少了严重不良事件的发生率(16.0%比 20.1%; $P=0.01$)。事后分析发现每治疗 35 例患者,就有 1 例患者能够避免死亡或者残疾。脑出血其他围手术期的管理,可参考《中国脑出血诊治指南》^[26]、《脑卒中病情监测中国多学科专家共识》^[90]等相关指南。

推荐意见 27:所有脑出血患者都应进行颅内压的评估,及时处理颅内压增高。(I 类推荐, B-R 级证据)(共识度:97.67%)

推荐意见 28:中重度颅内出血或脑室出血(intraventricular hemorrhage, IVH)伴意识水平下降者[格拉斯哥昏迷量表(Glasgow Coma Scale, GCS)评分 3~8 分]建议行颅内压监测,并将颅内压控制在 20 mmHg 以内,脑灌注压维持在 70 mmHg 左右,可能降低死亡率、改善预后。(II b 类推荐, B-R 级证据)(共识度:97.67%)

推荐意见 29:有颅内压增高的患者应积极降颅压治疗,包括抬高床头 30°、镇痛镇静治疗、保持气道通畅,以及甘露醇或高渗盐水脱水治疗。(I 类推荐, C-LD 级证据)(共识度:100%)



推荐意见 30: 建议对脑出血患者实施血压、血糖、体温、凝血功能的集束化管理,包括早期强化血压管理:根据脑出血患者的初始血压水平,可将目标定为在治疗开始后 1 h 内将收缩压降到 140~160 mmHg 水平;严格控制血糖升高:开始治疗后尽快将无糖尿病和有糖尿病患者的血糖降至 6.1~7.8 mmol/L 和 7.8~10.0 mmol/L;体温管理:开始后 1 h 内将患者体温降至低于 37.5 °C;抗凝治疗:在治疗后 1 h 内达到低于 1.5 INR。(I 类推荐, B-R 级证据)(共识度:95.35%)

四、康复治疗

康复治疗有利于改善脑出血患者的功能预后。2014 年我国一项多中心 RCT 研究显示:与标准内科治疗相比,脑出血后 48 h 内开始康复治疗可改善患者预后^[91]。另一项 RCT 国际临床研究(AVERT 研究)显示:在发病后 24 h 内,过早的强化活动增加自发性脑出血患者的病死率^[92],降低良好预后的比例^[93]。具体可参见《中国脑卒中早期康复治疗指南》^[94],以期使患者获得最大益处。

推荐意见 31: 脑出血患者应在病情稳定后尽早开展康复训练。开始训练的时间尽可能在脑卒中发病后 24~48 h 内。(I 类推荐, B-R 级证据)(共识度:90.7%)

五、总结与展望

近年来,新的脑出血手术方式正在开展临床研究。ENRICH 研究显示内镜微创血肿清除可以改善脑叶出血患者神经功能预后^[95]。Apollo 微创内窥镜手术治疗脑出血的 INVEST 试验(NCT02654015)、Artemis Neuro Evacuation Device (Penumbra, Alameda, CA)用于清除血肿的 MIND 试验(NCT03342664)^[96]和纤维束旁入路的内镜手术治疗脑出血的 NESICH 试验(NCT05539859)都在进行中。降低脑出血后的残疾率是脑出血手术未来发展的趋势,根据患者的白质纤维束损伤情况采取不同的手术治疗策略,从而实现个性化治疗。鉴于我国区域发展不平衡,神经科医师和神经重症医师可根据所在地区、医院、科室和患者的具体情况,结合共识意见作出选择,进行规范化的治疗。本共识仅代表参与编写及讨论专家的观点。共识内容仅用于指导临床医师实践,不具有法律约束性质。共识内容是该领域的阶段性认识,今后会根据新的临床证据随时更新。

共识制订专家组名单:

执笔者:胡荣(陆军军医大学第一附属医院神经外科);张超

(陆军军医大学第一附属医院神经外科);赵大威(陆军军医大学第一附属医院神经外科)

牵头专家:冯华(陆军军医大学第一附属医院神经外科);胡荣(陆军军医大学第一附属医院神经外科)

专家组成员(按姓氏汉语拼音排序):陈志(陆军军医大学第一附属医院神经外科);陈高(浙江大学医学院附属第二医院神经外科);陈昱(苏州大学附属第一医院);陈来照(山西医科大学第一医院神经外科);陈礼刚(西南医科大学附属医院神经外科);崔高宇(陆军军医大学第一附属医院神经外科);蔡强(武汉大学人民医院神经外科);邓永兵(重庆市急救医疗中心神经外科);封亚平(解放军联勤保障部队第九二〇医院);冯华(陆军军医大学第一附属医院神经外科);顾宇翔(复旦大学附属华山医院神经外科);胡锦涛(上海复旦大学附属华山医院神经外科);桂松柏(首都医科大学天坛医院神经外科);侯立军(海军军医大学长征医院神经外科);杭春华(南京大学医学院附属鼓楼医院神经外科);胡荣(陆军军医大学第一附属医院神经外科);洪涛(南昌大学第一附属医院);洪远(浙江大学医学院附属第二医院神经外科);黄齐兵(山东大学齐鲁医院急诊神经外科);韩国强(贵州省人民医院神经外科);吉宏明(山西省人民医院神经外科);贾旺(首都医科大学附属北京天坛医院);贾云峰(延安大学附属医院神经外科);江荣才(天津医科大学总医院神经外科);蒋晓帆(空军军医大学西京医院神经外科);康德智(福建医科大学附属第一医院神经外科);林江凯(陆军军医大学第一附属医院神经外科);李飞(陆军军医大学第一附属医院神经外科);李浩(四川大学华西医院神经外科);李储忠(首都医科大学天坛医院神经外科);李晓东(四平市中心人民医院神经外科);骆锦标(广州市第一人民医院神经外科);吕胜青(陆军军医大学新桥医院神经外科);卢培刚(解放军第九六〇医院神经外科);梁洪生(哈尔滨医科大学附属第一医院神经外科);梁国标(北部战区总医院神经外科);毛颖(复旦大学附属华山医院神经外科);马驰原(东部战区总医院神经外科);马立山(武威市人民医院神经外科);蒲军(昆明医科大学第二附属医院神经外科);屈延(空军军医大学唐都医院神经外科);孙晓川(重庆医科大学附属第一医院神经外科);史怀璋(哈尔滨医科大学附属第一医院神经外科);舒凯(华中科技大学同济医院神经外科);苏海(重庆医科大学附属永川医院);唐洲平(华中科技大学同济医学院附属同济医院神经内科);唐晓平(川北医学院附属医院);徐建国(四川大学华西医院神经外科);薛湛(首都医科大学附属北京天坛医院神经外科);向欣(贵州医科大学附属医院神经外科);吴安华(中国医科大学附属盛京医院);吴南(重庆市人民医院神经外科);王硕(首都医科大学附属北京天坛医院神经外科);王清华(南方医科大学珠江医院神经外科);王知非(中南大学湘雅三医院神经外科);王新军(郑州大学第五附属医院);伍国锋(贵州医科大学附属医院神经内科);伍亚舟(陆军军医大学);汪永新(新疆医科大学第一附属医院神经外科);徐伦山



(陆军军医大学大坪医院神经外科);谢宗义(重庆医科大学附属第二医院神经外科);游潮(四川大学华西医院神经外科);杨刚(重庆医科大学附属第一医院神经外科);杨小锋(浙江大学医学院附属第一医院神经外科);张亚卓(北京市神经外科研究所);赵建农(海南医学院);朱刚(陆军军医大学第一附属医院神经外科);邹志浩(新疆军区总医院神经外科);周良学(绵阳市中心医院神经外科);张华楸(华中科技大学同济医学院附属同济医院神经外科);张弩(中山大学附属第一医院神经外科);张建民(浙江大学医学院附属第二医院神经外科);祝新根(南昌大学第二附属医院);朱伟杰(解放军第九六〇医院神经外科);朱盛(大竹县人民医院神经外科);郑茂华(兰州大学第一医院神经外科)

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

志谢 重庆市科卫联合医学科研攻关项目(2023GGXM003)组全体成员和重庆市科卫联合医学科研重点项目(2023ZDXM030)组全体成员在文献检索整理方面提供了帮助

参 考 文 献

- Greenberg SM, Ziai WC, Cordonnier C, et al. 2022 guideline for the management of patients with spontaneous intracerebral hemorrhage: a guideline from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2022, 53(7): e282-e361. DOI: 10.1161/STR.0000000000000407.
- 王陇德, 彭斌, 张鸿祺, 等. 《中国脑卒中防治报告 2020》概要[J]. *中国脑血管病杂志*, 2022, 19(2):136-144.
- Wang W, Jiang B, Sun H, et al. Prevalence, incidence, and mortality of stroke in China: results from a nationwide population-based survey of 480 687 adults[J]. *Circulation*, 2017, 135(8): 759-771. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025250.
- Wu S, Wu B, Liu M, et al. Stroke in China: advances and challenges in epidemiology, prevention, and management [J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(4): 394-405. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30500-3.
- Hanley DF, Thompson RE, Rosenblum M, et al. Efficacy and safety of minimally invasive surgery with thrombolysis in intracerebral haemorrhage evacuation (MISTIE III): a randomised, controlled, open-label, blinded endpoint phase 3 trial[J]. *Lancet*, 2019, 393(10175): 1021-1032. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30195-3.
- Mendelow AD, Gregson BA, Rowan EN, et al. Early surgery versus initial conservative treatment in patients with spontaneous supratentorial lobar intracerebral haematomas (STICH II): a randomised trial[J]. *Lancet*, 2013, 382(9890): 397-408. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60986-1.
- Mendelow AD, Gregson BA, Fernandes HM, et al. Early surgery versus initial conservative treatment in patients with spontaneous supratentorial intracerebral haematomas in the International Surgical Trial in Intracerebral Haemorrhage (STICH): a randomised trial [J]. *Lancet*, 2005, 365(9457): 387-397. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)17826-X.
- Cho SH, Kim DG, Kim DS, et al. Motor outcome according to the integrity of the corticospinal tract determined by diffusion tensor tractography in the early stage of corona radiata infarct[J]. *Neurosci Lett*, 2007, 426(2): 123-127. DOI: 10.1016/j.neulet.2007.08.049.
- Cheng CY, Hsu CY, Huang YC, et al. Motor outcome of deep intracerebral haemorrhage in diffusion tensor imaging: comparison of data from different locations along the corticospinal tract[J]. *Neurol Res*, 2015, 37(9): 774-781. DOI: 10.1179/1743132815Y.0000000050.
- Jang SH, Bai D, Son SM, et al. Motor outcome prediction using diffusion tensor tractography in pontine infarct[J]. *Ann Neurol*, 2008, 64(4): 460-465. DOI: 10.1002/ana.21444.
- Magid DJ, Aziz K, Cheng A, et al. Part 2: Evidence evaluation and guidelines development: 2020 American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. *Circulation*, 2020, 142(16_suppl_2): S358-S365. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000898.
- Smith EE, Guro ME, Eng JA, et al. White matter lesions, cognition, and recurrent hemorrhage in lobar intracerebral hemorrhage[J]. *Neurology*, 2004, 63(9): 1606-1612. DOI: 10.1212/01.wnl.0000142966.22886.20.
- Bürgel U, Amunts K, Hoemke L, et al. White matter fiber tracts of the human brain: three-dimensional mapping at microscopic resolution, topography and intersubject variability[J]. *Neuroimage*, 2006, 29(4): 1092-1105. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2005.08.040.
- Yamada K, Kizu O, Kubota T, et al. The pyramidal tract has a predictable course through the centrum semiovale: a diffusion-tensor based tractography study[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2007, 26(3): 519-524. DOI: 10.1002/jmri.21006.
- Jung YJ, Jang SH. The fate of injured corticospinal tracts in patients with intracerebral hemorrhage: diffusion tensor imaging study[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2012, 33(9): 1775-1778. DOI: 10.3174/ajnr.A3027.
- Koyama T, Marumoto K, Miyake H, et al. Relationship between diffusion-tensor fractional anisotropy and long-term outcome in patients with hemiparesis after intracerebral hemorrhage[J]. *NeuroRehabilitation*, 2013, 32(1):87-94. DOI: 10.3233/NRE-130825.
- Kuzu Y, Inoue T, Kanbara Y, et al. Prediction of motor function outcome after intracerebral hemorrhage using fractional anisotropy calculated from diffusion tensor imaging[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2012, 33(6): 566-573. DOI: 10.1159/000338904.
- Min YS, Jang KE, Park E, et al. Prediction of motor recovery in patients with basal ganglia hemorrhage using diffusion tensor imaging[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(5):1304. DOI: 10.3390/jcm9051304.
- McCourt R, Misaghi E, Tu W, et al. Peri-hematoma corticospinal tract integrity in intracerebral hemorrhage patients: a diffusion-tensor imaging study[J]. *J Neuro Sci*, 2021, 421:117317. DOI: 10.1016/j.jns.2021.117317.
- Lee AY, Choi BY, Kim SH, et al. Difference of injury of the corticospinal tract according to surgical or conservative treatment in patients with putaminal hemorrhage[J]. *Int J Neurosci*, 2016, 126(5):429-435. DOI: 10.3109/00207454.2015.1026966.
- Wu G, Wang L, Hong Z, et al. Effects of minimally invasive



- techniques for evacuation of hematoma in basal ganglia on cortical spinal tract from patients with spontaneous hemorrhage: observed by diffusion tensor imaging[J]. *Neurol Res*, 2010, 32(10): 1103-1109. DOI: 10.1179/016164110X12656393665008.
- [22] 徐杰, 阎仁福, 沈小勇, 等. DTT 早期评价经侧裂-岛叶入路显微手术对高血压脑出血患者术后运动功能恢复的影响[J]. *浙江医学*, 2014, 36(18):1509-1512, 1534.
- [23] 顾应江, 侯小林, 杨东东, 等. 经外侧裂岛叶与颞叶皮质入路治疗高血压壳核出血的锥体束磁共振扩散张量成像及预后对比研究[J]. *中国脑血管病杂志*, 2018, 15(3): 129-133, 139.
- [24] Zhang C, Ge H, Zhang S, et al. Hematoma evacuation via image-guided para-corticospinal tract approach in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. *Neurol Ther*, 2021, 10(2): 1001-1013. DOI: 10.1007/s40120-021-00279-8.
- [25] 中华医学会神经外科学分会, 中国医师协会急诊医师分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组, 等. 高血压性脑出血中国多学科诊治指南[J]. *中华神经外科杂志*, 2020, 36(8): 757-770. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20200510-00282.
- [26] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国脑出血诊治指南(2019)[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(12): 994-1005. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2019.12.003
- [27] 国家卫生健康委脑卒中防治工程委员会. 中国脑卒中防治指导规范[M]. 北京:人民卫生出版社, 2021.
- [28] 赵继宗, 周定标, 周良辅, 等. 2464 例高血压脑出血外科治疗多中心单盲研究[J]. *中华医学杂志*, 2005, 85(32): 2238-2242. DOI: 10.3760/j.issn:0376-2491.2005.32.004.
- [29] Guo W, Liu H, Tan Z, et al. Comparison of endoscopic evacuation, stereotactic aspiration, and craniotomy for treatment of basal ganglia hemorrhage[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(1):55-61. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-014962.
- [30] Sun GC, Chen XL, Hou YZ, et al. Image-guided endoscopic surgery for spontaneous supratentorial intracerebral hematoma[J]. *J Neurosurg*, 2017, 127(3): 537-542. DOI: 10.3171/2016.7.JNS16932.
- [31] Labib MA, Shah M, Kassam AB, et al. The safety and feasibility of image-guided brainpath-mediated transsulcal hematoma evacuation: a multicenter study[J]. *Neurosurgery*, 2017, 80(4): 515-524. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001316.
- [32] 邱明国, 李七渝, 刘广久, 等. 人脑皮质脊髓束三维概率图及其可重复性研究[J]. *中国医学影像技术*, 2009, 25(S1): 19-21.
- [33] Seung WB, Jeong JH, Kim YG. Trajectories for freehand-guided aspiration of deep-seated spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. *World Neurosurg*, 2020, 133:e551-e557. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.09.095.
- [34] Huyette DR, Turnbow BJ, Kaufman C, et al. Accuracy of the freehand pass technique for ventriculostomy catheter placement: retrospective assessment using computed tomography scans[J]. *J Neurosurg*, 2008, 108(1): 88-91. DOI: 10.3171/JNS/2008/108/01/0088.
- [35] Hou Y, Ma L, Zhu R, et al. iPhone-assisted augmented reality localization of basal ganglia hypertensive hematoma[J]. *World Neurosurg*, 2016, 94: 480-492. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.07.047.
- [36] Li F, Gan Z, Xu X, et al. Smartphone navigated endoscopic port surgery of hypertensive basal ganglia hemorrhage[J]. *J Clin Neurosci*, 2022, 101: 193-197. DOI: 10.1016/j.jocn.2022.05.012.
- [37] Liao R, Liu L, Song B, et al. 3D-Slicer Software-assisted neuroendoscopic surgery in the treatment of hypertensive cerebral hemorrhage[J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022:7156598. DOI: 10.1155/2022/7156598.
- [38] Lee JK, Lee JH. Ultrasound-guided evacuation of spontaneous intracerebral hematoma in the basal ganglia[J]. *J Clin Neurosci*, 2005, 12(5):553-556. DOI: 10.1016/j.jocn.2005.05.003.
- [39] Sadahiro H, Nomura S, Goto H, et al. Real-time ultrasound-guided endoscopic surgery for putaminal hemorrhage[J]. *J Neurosurg*, 2015, 123(5): 1151-1155. DOI: 10.3171/2014.11.JNS141508.
- [40] Vespa P, Hanley D, Betz J, et al. ICES (Intraoperative Stereotactic Computed Tomography-Guided Endoscopic Surgery) for brain hemorrhage: a multicenter randomized controlled trial[J]. *Stroke*, 2016, 47(11): 2749-2755. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.013837.
- [41] Hecht N, Czabanka M, Kendlbacher P, et al. Intraoperative CT and cone-beam CT imaging for minimally invasive evacuation of spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2020, 162(12): 3167-3177. DOI: 10.1007/s00701-020-04284-y.
- [42] 李传峰, 鲁晓杰, 王国华, 等. 术中超声辅助神经内镜经侧裂入路治疗高血压脑出血的疗效及安全性观察[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(9): 620-623. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200607-01792.
- [43] Fujisawa M, Yamashita S, Katagi R. Usefulness of intraoperative computed tomography for the evacuation of lobar hemorrhage[J]. *Acta Neurochir Suppl*, 2013, 118: 175-179. DOI: 10.1007/978-3-7091-1434-6_32.
- [44] Yrjänä SK, Katisko JP, Ojala RO, et al. Versatile intraoperative MRI in neurosurgery and radiology[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2002, 144(3):271-278; discussion 278. DOI: 10.1007/s007010200035.
- [45] Kubben PL, van Santbrink H, Spincemaille GH, et al. Intraoperative MRI in brain surgery[J]. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2007, 151(52):2877-2882.
- [46] Nuñez M, Guillotte A, Faraji AH, et al. Blood supply to the corticospinal tract: a pictorial review with application to cranial surgery and stroke[J]. *Clin Anat*, 2021, 34(8): 1224-1232. DOI: 10.1002/ca.23782.
- [47] 胡荣, 冯东侠, 冯华. 神经导航下以白质纤维束为保护靶点的脑出血内镜下精准微创清除术[J]. *中华神经创伤外科电子杂志*, 2017, 3(3):188-189.
- [48] 陈晓雷, 徐兴华, 张家墅. 高血压脑出血外科手术治疗[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2018, 18(12):845-849.
- [49] Shapiro SZ, Sabacinski KA, Mansour SA, et al. Use of Vycor Tubular retractors in the management of deep brain lesions: a review of current studies[J]. *World Neurosurg*, 2020, 133:283-290. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.08.217.
- [50] Echeverry N, Mansour S, MacKinnon G, et al. Intracranial tubular retractor systems: a comparison and review of the literature of the BrainPath, Vycor, and METRx Tubular Retractors in the management of deep brain lesions[J]. *World Neurosurg*, 2020, 143: 134-146. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.07.131.
- [51] 中华医学会神经外科学分会, 中国医师协会急诊医师分会, 国家卫生健康委员会脑卒中筛查与防治工程委员会. 出血凝血功能障碍相关性脑出血中国多学科诊治指南[J].



- 中华神经外科杂志, 2021, 37(7):649-662. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20210218-00087.
- [52] 钟志宏, 周洪语, 赵晨杰, 等. 基底节区高血压脑出血 CT 分型及手术策略[J]. 中华神经外科杂志, 2011, 27(8):771-774. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2011.08.007.
- [53] 杨楠, 高艳, 刘丽, 等. 大脑中央核心区白质纤维束解剖[J]. 局解手术学杂志, 2022, 31(2):93-98.
- [54] 魏大年, 谢传森, 陈忠平. 颞叶白质纤维束与神经外科手术策略[J]. 中国神经肿瘤杂志, 2007, 5(1):66-71.
- [55] 中国急诊急救神经内镜治疗高血压性脑出血协作组, 中国医药教育协会神经内镜与微创医学专业委员会, 中华医学会神经外科分会. 2020 神经内镜下高血压性脑出血手术治疗中国专家共识[J]. 中华医学杂志, 2020, 100(33):2579-2585. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200429-01381.
- [56] Xu X, Chen X, Li F, et al. Effectiveness of endoscopic surgery for supratentorial hypertensive intracerebral hemorrhage: a comparison with craniotomy[J]. J Neurosurg, 2018, 128(2):553-559. DOI: 10.3171/2016.10.JNS161589.
- [57] Sun S, Li Y, Zhang H, et al. Neuroendoscopic surgery versus craniotomy for supratentorial hypertensive intracerebral hemorrhage: a systematic review and meta-analysis[J]. World Neurosurg, 2020, 134: 477-488. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.10.115.
- [58] Babi MA, James ML. Spontaneous intracerebral hemorrhage: should we operate? [J]. Front Neurol, 2017, 8:645. DOI: 10.3389/fneur.2017.00645.
- [59] Fu C, Wang N, Chen B, et al. Surgical management of moderate basal ganglia intracerebral hemorrhage: comparison of safety and efficacy of endoscopic surgery, minimally invasive puncture and drainage, and craniotomy[J]. World Neurosurg, 2019, 122:e995-e1001. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.10.192.
- [60] Kuo LT, Chen CM, Li CH, et al. Early endoscope-assisted hematoma evacuation in patients with supratentorial intracerebral hemorrhage: case selection, surgical technique, and long-term results[J]. Neurosurg Focus, 2011, 30(4):E9. DOI: 10.3171/2011.2.FOCUS10313.
- [61] Orlev A, Kimchi G, Oxman L, et al. Minimally invasive intracerebral hematoma evacuation using a novel cost-effective tubular retractor: single-center experience [J]. World Neurosurg, 2021, 150:42-53. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.03.083.
- [62] Katsuki M, Kakizawa Y, Nishikawa A, et al. Endoscopic hematoma removal of supratentorial intracerebral hemorrhage under local anesthesia reduces operative time compared to craniotomy[J]. Sci Rep, 2020, 10(1):10389. DOI: 10.1038/s41598-020-67456-x.
- [63] 刘海, 陈晓雷, 孙亚萌, 等. 基于虚拟现实与增强现实结合内镜行颅内血肿清除临床疗效观察[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2019, 45(12):734-738.
- [64] Pan J, Chartrain AG, Scaggiante J, et al. Minimally invasive endoscopic intracerebral hemorrhage evacuation[J]. J Vis Exp, 2021, (176). DOI: 10.3791/58217.
- [65] 张家墅, 陈晓雷, 王群, 等. 术中超声联合内镜技术治疗自发性颅内血肿经验初探[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2021, 21(3):212-217.
- [66] Zhang Y, Shan AJ, Peng YP, et al. The intra-neuroendoscopic technique (INET): a modified minimally invasive technique for evacuation of brain parenchyma hematomas[J]. World J Emerg Surg, 2019, 14: 21. DOI: 10.1186/s13017-019-0239-0.
- [67] Rothrock RJ, Chartrain AG, Scaggiante J, et al. Advanced techniques for endoscopic intracerebral hemorrhage evacuation: a technical report with case examples[J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2020, 20(1): 119-129. DOI: 10.1093/ons/opaa089.
- [68] Shao J, Witek A, Borghei-Razavi H, et al. Endoscopic evacuation of intracerebral hematoma utilizing a side-cutting aspiration device[J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2020, 18(6): E248-E254. DOI: 10.1093/ons/opz309.
- [69] Kellner CP, Chartrain AG, Nistal DA, et al. The Stereotactic Intracerebral Hemorrhage Underwater Blood Aspiration (SCUBA) technique for minimally invasive endoscopic intracerebral hemorrhage evacuation[J]. J Neurointerv Surg, 2018, 10(8):771-776. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013719.
- [70] Liu YQ, Song ZH, Liu CY, et al. A novel surgical technique for spontaneous intracerebral hematoma evacuation[J]. Neurosurg Rev, 2021, 44(2): 925-934. DOI: 10.1007/s10143-020-01252-z.
- [71] Zhou H, Zhang Y, Liu L, et al. Minimally invasive stereotactic puncture and thrombolysis therapy improves long-term outcome after acute intracerebral hemorrhage [J]. J Neurol, 2011, 258(4): 661-669. DOI: 10.1007/s00415-011-5902-7.
- [72] Fam MD, Hanley D, Stadnik A, et al. Surgical performance in minimally invasive surgery plus recombinant tissue plasminogen activator for intracerebral hemorrhage evacuation Phase III clinical trial[J]. Neurosurgery, 2017, 81(5):860-866. DOI: 10.1093/neuros/nyx123.
- [73] Kim CH, Choi JH, Park HS. Safety and efficacy of minimally invasive stereotactic aspiration with multicatheter insertion compared with conventional craniotomy for large spontaneous intracerebral hemorrhage (≥ 50 ml) [J]. World Neurosurg, 2019, 128:e787-e795. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.04.258.
- [74] Li Y, Yang R, Li Z, et al. Surgical evacuation of spontaneous supratentorial lobar intracerebral hemorrhage: comparison of safety and efficacy of stereotactic aspiration, endoscopic surgery, and craniotomy[J]. World Neurosurg, 2017, 105: 332-340. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.05.134.
- [75] Awad IA, Polster SP, Carrión-Penagos J, et al. Surgical performance determines functional outcome benefit in the minimally invasive surgery plus recombinant tissue plasminogen activator for intracerebral hemorrhage evacuation (MISTIE) procedure[J]. Neurosurgery, 2019, 84(6):1157-1168. DOI: 10.1093/neuros/nyz077.
- [76] Miki K, Yagi K, Nonaka M, et al. Intraoperative active bleeding in endoscopic surgery for spontaneous intracerebral hemorrhage is predicted by the spot sign[J]. World Neurosurg, 2018, 116:e513-e518. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.05.022.
- [77] Demchuk AM, Dowlatshahi D, Rodriguez-Luna D, et al. Prediction of haematoma growth and outcome in patients with intracerebral haemorrhage using the CT-angiography spot sign (PREDICT): a prospective observational study[J]. Lancet Neurol, 2012, 11(4): 307-314. DOI: 10.1016/S1474-4422(12)70038-8.
- [78] Miki K, Yagi K, Nonaka M, et al. Spot sign as a predictor of



- rebleeding after endoscopic surgery for intracerebral hemorrhage[J]. *J Neurosurg*, 2018, 130(5): 1485-1490. DOI: 10.3171/2017.12.JNS172335.
- [79] Wang WH, Hung YC, Hsu SP, et al. Endoscopic hematoma evacuation in patients with spontaneous supratentorial intracerebral hemorrhage[J]. *J Chin Med Assoc*, 2015, 78(2):101-107. DOI: 10.1016/j.jcma.2014.08.013.
- [80] 中华医学会神经外科学分会. 神经外科围手术期出血防治专家共识(2018)[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(7):483-495. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.07.002.
- [81] Backlund EO, von Holst H. Controlled subtotal evacuation of intracerebral haematomas by stereotactic technique[J]. *Surg Neurol*, 1978, 9(2):99-101.
- [82] Cho DY, Chen CC, Chang CS, et al. Endoscopic surgery for spontaneous basal ganglia hemorrhage: comparing endoscopic surgery, stereotactic aspiration, and craniotomy in noncomatose patients[J]. *Surg Neurol*, 2006, 65(6):547-555; discussion 555-556. DOI: 10.1016/j.surneu.2005.09.032.
- [83] Tian Y, Wang Z, Jia Y, et al. Intracranial pressure variability predicts short-term outcome after intracerebral hemorrhage: a retrospective study[J]. *J Neurol Sci*, 2013, 330(1-2):38-44. DOI: 10.1016/j.jns.2013.04.001.
- [84] Ren J, Wu X, Huang J, et al. Intracranial pressure monitoring-aided management associated with favorable outcomes in patients with hypertension-related spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. *Transl Stroke Res*, 2020, 11(6): 1253-1263. DOI: 10.1007/s12975-020-00798-w.
- [85] Che XR, Wang YJ, Zheng HY. Prognostic value of intracranial pressure monitoring for the management of hypertensive intracerebral hemorrhage following minimally invasive surgery[J]. *World J Emerg Med*, 2020, 11(3):169-173. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2020.03.007.
- [86] Al-Kawaz MN, Li Y, Thompson RE, et al. Intracranial pressure and cerebral perfusion pressure in large spontaneous intracranial hemorrhage and impact of minimally invasive surgery[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 729831. DOI: 10.3389/fneur.2021.729831.
- [87] Ziai WC, Thompson CB, Mayo S, et al. Intracranial hypertension and cerebral perfusion pressure insults in adult hypertensive intraventricular hemorrhage: occurrence and associations with outcome[J]. *Crit Care Med*, 2019, 47(8): 1125-1134. DOI: 10.1097/CCM.0000000000003848.
- [88] Anderson CS, Heeley E, Huang Y, et al. Rapid blood-pressure lowering in patients with acute intracerebral hemorrhage[J]. *N Engl J Med*, 2013, 368(25): 2355-2365. DOI: 10.1056/NEJMoa1214609.
- [89] Ma L, Hu X, Song L, et al. The third Intensive Care Bundle with Blood Pressure Reduction in Acute Cerebral Haemorrhage Trial (INTERACT3): an international, stepped wedge cluster randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2023, 402(10395): 27-40. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)00806-1.
- [90] 中国医师协会神经外科学分会神经重症专业委员会, 上海卒中学会, 重庆市卒中学会. 脑卒中病情监测中国多学科专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(5):317-326. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20201026-02927.
- [91] Liu N, Cadilhac DA, Andrew NE, et al. Randomized controlled trial of early rehabilitation after intracerebral hemorrhage stroke: difference in outcomes within 6 months of stroke[J]. *Stroke*, 2014, 45(12): 3502-3507. DOI: 10.1161/STROKEAHA.114.005661.
- [92] Bernhardt J, Borschmann K, Collier JM, et al. Fatal and nonfatal events within 14 days after early, intensive mobilization poststroke[J]. *Neurology*, 2021, 96(8): e1156-e1166. DOI: 10.1212/WNL.00000000000011106.
- [93] Efficacy and safety of very early mobilisation within 24 h of stroke onset (AVERT): a randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2015, 386(9988): 46-55. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60690-0.
- [94] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会神经康复学组, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国脑卒中早期康复治疗指南[J]. *中华神经科杂志*, 2017, 50(06): 405-412. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2017.06.002.
- [95] Pradilla G, Ratcliff JJ, Hall AJ, et al. Trial of early minimally invasive removal of intracerebral hemorrhage[J]. *N Engl J Med*, 2024, 390(14): 1277-1289. DOI: 10.1056/NEJMoa2308440.
- [96] Kobata H, Ikeda N. Recent updates in neurosurgical interventions for spontaneous intracerebral hemorrhage: minimally invasive surgery to improve surgical performance[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 703189. DOI: 10.3389/fneur.2021.703189.

