

· 专家共识 ·

低压性脑积水诊断与治疗专家共识(2025 版)

中国神经科学学会

通信作者:吴雪海,复旦大学附属华山医院神经外科,上海 200040, Email: wuxuehai@fudan.edu.cn

【摘要】 低压性脑积水(LPH)是以持续性脑室内压力(IVP)低于 70 mmH₂O (1 mmH₂O=0.009 8 kPa)为特征的特殊类型脑积水。第四脑室流出道梗阻和脑顺应性改变可能是 LPH 的重要发病机制,其病理生理学特点和治疗策略与正常压力性或高压性脑积水存在明显差异。LPH 常见于严重意识障碍患者,多继发于重型脑损伤、慢性颅内感染等神经系统疾病。由于病程长而隐匿、临床认知不足及诊断困难,目前国内外均缺乏确切的流行病学数据,其实际发病率可能被系统性低估。为了加强 LPH 的早期识别、精准诊断和合理干预,提高整体治疗效果,中国神经科学学会组织相关领域专家,结合最新循证医学证据及 LPH 诊疗中的具体实践,经充分讨论后制订了《低压性脑积水诊断与治疗专家共识(2025 版)》。根据 LPH 的病史,渐进性脑室扩大伴神经功能损害加重,影像学检查提示脑室系统扩大、特征性侧裂池和大脑凸面蛛网膜下腔消失或明显缩小、第四脑室扩大,脑室穿刺测定 IVP 为 0~<70 mmH₂O,即可诊断 LPH。LPH 的治疗建议首选脑室腹腔分流术,采用非抗虹吸分流装置,并基于影像学脑室形态及神经功能状态,行动态渐进性阀门压力调节,达到个体化目标压力水平,实现有效分流,改善患者预后。

【关键词】 脑积水; 颅内低压; 诊断; 治疗**基金项目:**国家科技部“主动健康和人口老龄化科技应对”重点专项(2024YFC3606900);国家自然科学基金(82271224)

Consensus on the diagnosis and treatment of low-pressure hydrocephalus(2025 edition)

Chinese Neuroscience Society

Corresponding author: Wu Xuehai, Department of Neurosurgery, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China, Email: wuxuehai@fudan.edu.cn

【Abstract】 Low-Pressure Hydrocephalus (LPH) is a distinct type of hydrocephalus characterized by persistently low intraventricular pressure below 70 mmH₂O (1 mmH₂O=0.009 8 kPa). Its pathophysiological mechanisms and treatment strategies differ significantly from normal-or high-pressure hydrocephalus, with fourth ventricular outflow tract obstruction and altered brain compliance potentially serving as critical pathogenesis. LPH predominantly occurs in patients with severe consciousness impairment, typically secondary to severe neurological conditions such as severe brain injuries or chronic intracranial infections. Given that the LPH usually has a long course of primary disease and insidious onset, it was poorly diagnosis and get insufficient recognition in clinic. To date, there is no accurate epidemiology of LPH, and existing studies suggest that its actual incidence may be systematically underestimated. To standardize the early identification, precise diagnosis and reasonable intervention of LPH and improve the treatment effect, the Chinese Neuroscience Society organized experts in related fields to formulate the “Consensus on the diagnosis and treatment of low pressure hydrocephalus (2025 edition)”, based on the latest evidence-based medicine and specific practices in the diagnosis and treatment of

DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20250528-00277

收稿日期 2025-05-28 本文编辑 郑佳依

引用本文:中国神经科学学会. 低压性脑积水诊断与治疗专家共识(2025 版)[J]. 中华外科杂志, 2025, 63(9): 779-786. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20250528-00277.



LPH. The diagnosis of LPH is confirmed based on: (1) high-risk clinical history; (2) progressive ventricular enlargement accompanied by worsening neurological deficits; (3) characteristic imaging findings (ventricular system dilation, disappearance or marked narrowing of sylvian fissure cisterns and convexal subarachnoid spaces, fourth ventricular enlargement potentially demonstrating a “ball sign”); (4) ventricular puncture confirming pressure between 0 to <70 mmH₂O. For LPH management, ventriculoperitoneal shunt placement using non-antisiphon devices is recommended as the primary treatment. This should be combined with dynamic progressive valve pressure adjustments guided by serial imaging of ventricular morphology and neurological status, ultimately achieving personalized target pressure levels to ensure effective cerebrospinal fluid diversion and improved clinical outcomes.

【Key words】 Hydrocephalus; Intracranial hypotension; Diagnosis; Treatment

Fund program: Key Projects of the Ministry of Science and Technology “Active Health and Scientific and Technological Response to Population Aging” (2024YFC3606900); National Natural Science Foundation of China (82271224)

低压性脑积水 (low-pressure hydrocephalus, LPH) 是一种以患者脑室内压力 (intraventricular pressure, IVP) 低于正常颅内压水平为特征的特殊类型脑积水。LPH 患者的脑室增大会导致脑结构变形, 异常增多的脑脊液压迫脑组织, 进而可能影响脑血流灌注等, 导致脑功能受损, 严重影响患者预后。由于 LPH 的病程发展隐匿, 及时准确诊断困难, 临床关注不足, 预后相对差。目前, 国内外均缺乏描述 LPH 流行病学的可靠数据。总结 LPH 患者的临床特征以及治疗方法有助于 LPH 的早期识别、精准诊断和选择正确合理的干预措施。为此, 借鉴国内外共识制订流程、复习相关循证医学证据、结合国内实际情况, 通过改良德尔菲法, 征集国内神经外科和脑积水相关领域权威专家对 LPH 的定义、诊断和治疗策略, 并进行反复讨论, 制订拟推荐意见。通过无记名投票计算共识度, 共识度=赞成人数/总人数, 将共识度为 70% 以上的意见认定为达成共识。最终本专家共识达成 14 条推荐意见, 旨在为成人 LPH 的规范化诊治和科学管理提供参考。推荐意见的证据级别采用 GRADE 分级, 证据级别分为高 (A)、中 (B)、低 (C) 和极低 (D) 四个等级 (表 1)。

检索文献数据库 EMBASE、PubMed、Cochrane Library、中国知网、万方数据库, 自建库至 2025 年

表 1 GRADE 证据等级与定义

证据等级	定义
高 (A)	对估计值非常有信心: 真实值接近于估计值
中 (B)	对估计值有中等信心: 真实值可能接近估计值, 但仍有可能差别较大
低 (C)	对估计值信心有限: 真实值可能与估计值有较大差别
极低 (D)	对估计值几乎没有信心: 真实值与估计值可能有极大差别

1 月发表的文献。主要检索词包括 “low-pressure hydrocephalus” “negative-pressure hydrocephalus” “低颅压性脑积水” 和 “负压性脑积水”。检索文献类型包括期刊论文、专著、会议论文、学位论文、专利文献、科技报告, 并获取全文或摘要, 由通信作者进行二次筛选 (如排除动物实验研究等), 对最终筛选出的文献进行汇总分析, 交由撰写组成员进行精读并撰文。

共识使用者与应用目标人群包括但不限于各级医疗机构、医学院校及科研机构从事 LPH 诊疗及研究相关的医务人员、科研工作者和医学生。

一、LPH 的概念

脑积水是一种由脑室内脑脊液产生过多、脑脊液循环受阻或吸收障碍, 导致脑室内脑脊液异常增多和脑室扩张, 从而引起一系列脑神经功能受损症状和体征的疾病。目前, 国内外对于脑积水的定义尚未统一, 但脑积水共同的特征是脑室内脑脊液异常增多。在不同的病理生理学状态下, 脑积水产生的压力不同。2019 年 Wu 等^[1]提出根据 IVP 水平对脑积水进行分类, 具体分为高压性 (>200 mmH₂O) (1 mmH₂O=0.009 8 kPa)、正常压力性 (70~200 mmH₂O)、低压性 (0~<70 mmH₂O) 和负压性 (<0 mmH₂O) 四种类型。本共识综合专家意见, 推荐将 IVP 为 0~<70 mmH₂O 作为 LPH 的诊断标准。

不同类型的脑积水具有不同的病理生理学特征, 需要采取不同的治疗策略。其中高压性脑积水常由急性脑出血和肿瘤导致脑脊液通路梗阻所致, 需要采取紧急的脑室外引流术。正常压力性脑积水多出现于老年患者, 以经典的步态不稳、痴呆、大小便失禁三联征为主要表现, 可采用脑室腹腔分流

术(ventriculoperitoneal shunt, V-P)或腰大池腹腔分流术(lumboperitoneal shunt, L-P)。LPH 是脑积水的一种特殊类型,目前临床尚缺乏普遍认可的规范化诊疗手段。

推荐意见 1: 脑积水是因脑室内脑脊液产生过多、脑脊液循环受阻或吸收障碍导致的脑脊液在脑室内过多积聚,从而导致神经功能障碍的综合征,脑积水患者的 IVP 可高于、等于或低于正常颅内压(共识度:100%,证据等级:A)。

推荐意见 2: LPH 诊断标准为 IVP 为 $0 \sim < 70 \text{ mmHg}$ 的脑积水(成人颅内压正常值为 $70 \sim 200 \text{ mmHg}$)(共识度:88.2%,证据等级:B)。

二、LPH 的临床特征

目前国内外尚缺乏关于 LPH 确切发病机制的研究结果,LPH 临床特点和治疗的相关研究主要为病例报告^[2]。既往研究结果显示,在合并严重意识障碍的脑积水患者中,LPH 的发病率相对较高^[3];而严重的自发性蛛网膜下腔出血或脑室出血容易导致不同程度的脑脊液循环通路受阻^[4-5]。一项纳入 10 年间 406 例动脉瘤性蛛网膜下腔出血相关脑积水患者的临床研究中,仅 15 例(3.7%)确诊为 LPH^[6]。颅内感染,尤其是脑室系统耐药性鲍曼不动杆菌和肺炎克雷伯菌感染等慢性颅内感染,迁延不愈,严重影响了脑脊液循环,使脑顺应性变差,LPH 的发生率增加^[1]。此外,后颅窝手术导致的第四脑室正中孔和侧孔阻塞,易导致 LPH;大脑半球切除和长期全脑放疗出现的脑萎缩,导致颅内脑组织容量减少,颅内脑脊液相应增多,亦可形成 LPH。

一项纳入 196 例患者资料的系统综述结果显示,LPH 的临床表现以意识减退为主,脑出血是最常见的病因^[7]。LPH 通常起病隐匿,临床症状与其他类型脑积水类似,患者随着 LPH 的形成与进展,出现神经功能进行性衰退。意识清醒的 LPH 患者主要表现为头痛、反应速度减缓、进行性记忆力损害及精神异常;随着 LPH 进一步恶化,患者意识水平逐渐下降,可出现嗜睡、昏睡,甚至昏迷。对于严重脑损伤患者,尤其慢性昏迷、无反应的觉醒状态以及微意识状态的患者,LPH 的发生率明显增高;患者一旦发生 LPH,将严重阻碍神经功能的修复,并形成恶性循环,进一步加重意识障碍,极大影响神经康复。

推荐意见 3: LPH 是脑积水的一种特殊类型,可见于严重的自发性蛛网膜下腔出血、脑室出血、重型颅脑外伤等各种原因导致的严重脑损害、慢性中

枢神经系统感染患者;亦可见于后颅窝开颅手术、大脑半球切除术、全脑放疗和严重意识障碍患者(共识度:100%,证据等级:A)。

推荐意见 4: LPH 症状与其他类型脑积水类似,但临床起病隐匿,病程相对更长,意识障碍症状多见。意识障碍或意识水平下降是 LPH 最常见的典型临床表现(共识度:94.1%,证据等级:B)。

三、LPH 的病理生理机制

目前普遍认为 LPH 的核心病理生理学特征表现为脑室扩大,同时存在脑顺应性降低。影像学检查可见 LPH 患者第四脑室明显增大,严重者可出现环池消失。其发生机制可能与慢性颅内炎症、后颅窝开颅手术或脑室积血等造成正中孔和侧孔梗阻,从而引起第四脑室出口脑脊液循环受阻有关。此外,重型脑外伤和严重脑出血等严重脑损伤,以及慢性中枢神经系统感染,均可显著降低脑顺应性。在脑顺应性受损时,大脑凸面蛛网膜下腔和脑室系统间产生压力差,形成从脑室经脑实质传递到皮层的异常压力梯度,导致经脑皮层压降低和脑组织膨压降低,进而形成 IVP 降低的病理状态。

随着 LPH 患者脑室扩张和脑顺应性变差,进一步导致脑组织内微循环脑血流灌注减少。在病程初期可能呈现局限性、可逆性特征,而一旦脑组织低灌注持续存在,可导致神经元退行性变和胶质增生等不可逆性病理改变。随着脑顺应性进一步恶化,脑组织对机械性应力的适应性显著下降,形成恶性循环,甚至可形成 LPH 的不可逆进展。

LPH 的病理生理机制复杂,涉及脑脊液动力学改变、脑组织生物力学特性异常及神经血管单元功能障碍等多重因素,需要进一步的基础和临床研究深入了解其系统的病理生理机制。

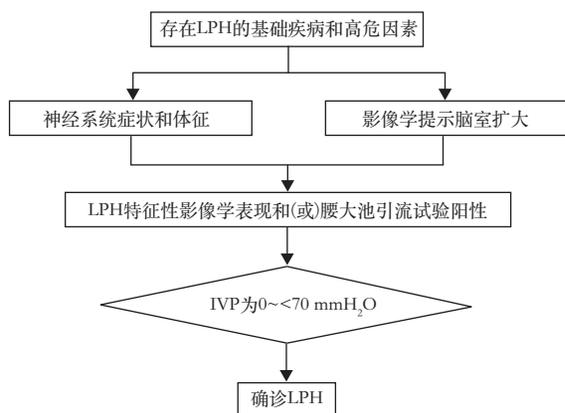
推荐意见 5: 第四脑室流出道的梗阻和脑顺应性的改变可能是 LPH 关键的病理生理机制(共识度:76.5%,证据等级:C)。

四、LPH 的诊断

相较于高压性脑积水和正常压力性脑积水,LPH 缺乏特异性的临床症状,容易漏诊和延迟诊断。其核心特征包括:起病隐匿,病程延长,常持续数月或数年;影像学上蛛网膜下腔显著变小甚至消失,伴脑室压力降低;诊断困难,需与脑萎缩、脑损伤组织缺失等非脑积水因素引起的脑室扩大相鉴别。

早期及时准确诊断 LPH,对于减少脑积水并发症和改善预后至为重要(图 1)。





IVP 示脑室内压力, $1 \text{ mmH}_2\text{O} = 0.0098 \text{ kPa}$

图1 低压性脑积水(LPH)的诊断流程图

(一) LPH 的诊断标准

1. 存在 LPH 的基础疾病和高危因素: (1) 存在严重脑损伤病史 (如重型颅脑外伤、脑室内出血); (2) 合并慢性中枢神经系统感染 (如脑室炎) 或后颅窝开颅手术史等。

2. 临床症状与体征: 脑室进行性扩大伴随神经功能损害加重。具体表现为: (1) 意识障碍程度加重 (如格拉斯哥昏迷评分下降)、认知功能恶化或康复进程停滞、运动或感觉功能缺失进展; (2) 病程 ≥ 1 个月且呈渐进性发展; (3) 症状严重程度随脑室进行性扩大而加重。

3. 影像学特征: (1) 脑室系统扩张 (Evans 指数 > 0.3), 常见第四脑室扩大, 可出现“球征” (定义为影像学可见的第四脑室球形扩张^[1]); (2) 蛛网膜下腔明显缩小: 大脑凸面及侧裂池蛛网膜下腔消失或显著狭窄, 环池缩小或消失; (3) 脑实质改变: 头颅 CT 提示脑顺应性下降。

4. IVP 测量: 脑室穿刺测得 IVP 为 $0 \sim < 70 \text{ mmH}_2\text{O}$ 。

(二) 鉴别诊断

临床需对 LPH 患者的脑室扩大进行鉴别诊断。严重脑损伤患者常存在脑组织缺失、萎缩、凋亡等, 可导致脑室扩大, 与脑积水本身所致的脑室扩大不易鉴别^[8], 因此, 腰大池引流试验 (环池完全消失者慎用) 有助于鉴别脑积水和脑容量体积缩小导致的脑室扩大。建议在 LPH 难以鉴别的患者中行脑脊液腰大池持续引流试验, 但不作为 LPH 的常规诊断方法。如进行脑脊液持续引流试验, 推荐引流时间为 2~5 d; 在脑脊液合理引流的条件下, 若患者神经功能如意识水平、认知功能、反应能力出现改善, 可判断为试验有效。引流过程中需要避免短时间引

流速度过快, 每天的脑脊液引流量需要根据脑室大小而定; 如果在引流后脑室系统缩小、影像学特征接近正常脑室大小的情况下, 患者神经功能仍无改善, 则可视为试验无效。

推荐意见 6: LPH 的诊断方法: (1) 存在 LPH 高危因素: 严重脑损伤病史、合并慢性中枢神经系统感染、后颅窝开颅手术史等; (2) 临床症状与体征: 病程 ≥ 1 个月; 随脑室扩大出现神经功能恶化, 如意识障碍程度加重、认知运动功能恶化或康复进程停滞等; (3) 影像学检查: 脑室系统扩大、特征性侧裂池和大脑凸面蛛网膜下腔消失或明显缩小, 常见第四脑室扩大, 甚至可呈现“球征”; (4) 经脑室测得 IVP 为 $0 \sim < 70 \text{ mmH}_2\text{O}$ 。符合以上 4 个特征的严重脑损伤患者即可诊断为 LPH (共识度: 82.4%, 证据等级: B)。

五、LPH 的治疗方案

(一) LPH 的手术适应证

对于明确诊断为 LPH 的患者, V-P 是首选治疗方案。鉴于 LPH 患者多伴严重脑损伤意识障碍或慢性颅内感染病史, 存在免疫力低下及脑顺应性受损等特征, 术后一旦发生颅内感染等并发症将严重影响患者的预后。因此, 严格把握手术指征与时机至关重要。

LPH 患者行分流手术的必要条件: (1) 生命体征平稳, 体温正常; (2) 全身炎症控制良好: 血常规 (白细胞计数、中性粒细胞百分比)、C 反应蛋白、降钙素原、IL-6 等指标均正常; (3) 全身内环境稳定: 包括无严重贫血、凝血功能、电解质、心肝肾功能和血乳酸值等均正常; (4) 颅内情况稳定: 血肿完全吸收, 无气颅征象; (5) 脑脊液检测结果正常: 包括脑室系统和 (或) 腰大池脑脊液的常规、生化检测正常; 行脑脊液培养 (如临床认为有必要) 或基因检测 (有条件的机构可行二代基因测序) 结果正常; 对于环池消失, 颅颈交界不畅的患者, 如有颅内感染史, 需脑室和腰大池的脑脊液检测结果正常, 必要时行头颅增强 MRI 排除颅内脓肿等感染征象。

手术能否改善患者神经功能的预判是影响手术决策的关键。对于脑室明显扩大的患者, 手术适应证比较明确; 但对于脑室略大的患者, 若同时存在脑外伤、开颅手术和脑萎缩等脑容量体积减少的相关因素时, 准确进行脑积水的鉴别诊断, 并评估分流手术的必要性尤为重要, 腰大池引流试验有助于鉴别。

对于压力过低甚至负压性脑积水患者, 可能难

以实现有效分流。因此,在分流手术前,建议按照低颅压的处理原则,采用以下措施:在空腹期间保持头低脚高位,使用束腹带和颈围,同时进行脑室外引流;每天的引流量根据脑室大小确定,目标是将脑室大小引流至接近正常。此外,通过维持正常的有效血容量和改善脑微循环,改善脑顺应性,将脑室的压力提升至 $\geq 30 \text{ mmH}_2\text{O}$ 。这些措施可为实现有效的 V-P 创造有利条件。

推荐意见 7: LPH 分流术的适应证:(1)明确诊断为 LPH;(2)脑积水的原发疾病已得到有效控制,颅内无出血和气颅征象;(3)脑脊液检测结果正常,排除颅内感染;(4)全身炎症指标和内环境正常(共识度:94.1%,证据等级:A)。

推荐意见 8: 当 LPH 患者的 IVP 提升至 $\geq 30 \text{ mmH}_2\text{O}$,更有利于建立有效的 V-P 分流(共识度:94.1%,证据等级:A)。

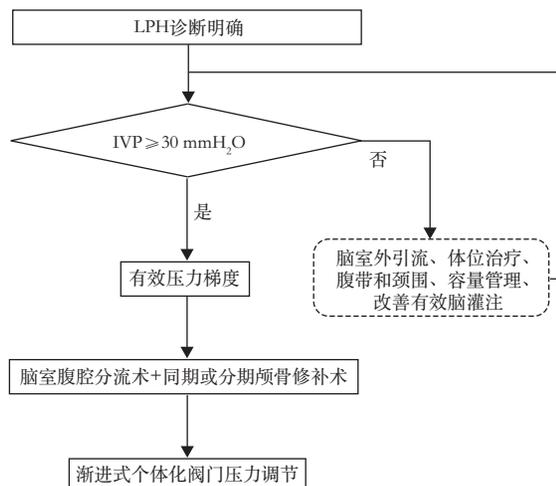
(二)LPH 的治疗方案

LPH 患者的 IVP 明显低于生理水平,不易形成有效的脑室-腹腔压力梯度,直接影响分流手术效果。理想治疗方案是首先通过改善脑组织灌注改善脑顺应性,逐步恢复 IVP 后进行分流;若短期 IVP 难以达到预期,为避免持续脑室外引流导致颅内感染,可考虑更低颅压状态下的内引流手术。

脑积水的治疗方案目前主要有 V-P、L-P、脑室-心房分流术和第三脑室造瘘术,其中 V-P 是 LPH 最常选择的治疗方法^[9]。LPH 患者的 V-P 分流术应遵循严格的适应证和禁忌证,尤其是经严格评估确诊为持续性的植物状态的患者,如果脑脊液有效引流试验后症状无改善,则不建议进行积极的分流手术。因为低脑室压力和低脑顺应性容易导致分流不足,尤其对于长期卧床的意识障碍患者,推荐选择非抗虹吸阀门的分流装置^[7, 10]。

LPH 患者通常存在环池消失、第四脑室正中孔和侧孔的不通畅,脑室系统和脊髓蛛网膜下腔欠通畅,L-P 很难充分分流脑室内过量的脑脊液,不建议选择^[7, 11]。此外,既往关于第三脑室造瘘术治疗 LPH 的报道很少^[12-13],第三脑室造瘘术后经瘘口引流的脑脊液量无法调节,需要更多的研究探讨其在 LPH 治疗中的疗效。脑室-心房分流术有利于 LPH 脑脊液的分流,但脑室-心房分流术技术难度相对较高,且一旦出现感染并发症,后果极为严重,所以脑室-心房分流术临床应用极少^[14-15](图 2)。

为减少感染等手术并发症,需严格无菌操作;围手术期规范使用足量抗菌药物。脑室穿刺点优



IVP 示脑室内压力, $1 \text{ mmH}_2\text{O} = 0.0098 \text{ kPa}$

图 2 低压性脑积水(LPH)的治疗流程图

先选择右侧额角,在右额角穿刺不利或困难的情况下可选择其他穿刺点。

推荐意见 9: LPH 分流首选 V-P 分流术;非抗虹吸阀门的分流装置,更有利于建立有效的 LPH 脑脊液分流(共识度:94.1%,证据等级:B)。

六、LPH 合并颅骨缺损的治疗策略

LPH 多见于严重脑损伤患者,此类患者常存在去骨瓣减压术后的颅骨缺损^[16]。对于同时存在 LPH 脑积水和颅骨缺损的患者,选择合理的手术治疗策略对实现相对快速和最大程度的脑功能康复至为重要。

LPH 合并一侧额颞顶颅骨缺损或双侧前额颅骨缺损时,虽然患者的脑室系统明显扩大,但颅骨缺损的皮缘通常平或低于骨窗水平,呈凹陷状态。在脑积水诊断明确并具备手术指征情况下,建议首选一期同时行 LPH 的 V-P 加颅骨修补术^[17-19];次而根据临床经验选择分期手术。

如果先行 LPH 的 V-P 分流术,二期行颅骨修补术前的骨窗通常将比分流前凹陷更加明显^[20],此时建议优先选择抗虹吸阀门的分流装置。对于脑室扩大不明显,或难以区分是脑积水或脑损伤组织缺失导致的脑室扩大,脑积水诊断可疑同时合并颅骨缺损的患者,可考虑先行颅骨修补,然后随访脑室大小,如果脑室继续扩大同时伴有神经功能减退,则建议二期行 V-P^[1, 16, 21]。

LPH 合并双侧额颞(顶)颅骨缺损,常见于双侧去骨瓣减压的患者,其病情稳定后,建议分期行脑积水分流术和颅骨修补术:先行右(左)侧颅骨修补+同侧脑室额角或枕角穿刺(分流阀门置于耳后上方)V-P;然后二期行对侧颅骨修补术。

LPH 患者行 V-P 的同时,是否进行一侧或双侧颅骨修补,原则上以手术的安全性和脑保护要求为首要考虑因素:根据病情和医师的经验,选择个体化手术策略,决定是否行分期手术和如何行分期手术。

推荐意见 10: LPH 合并单侧颅骨缺损时,建议首选同期行 LPH 的 V-P+颅骨修补术。LPH 合并双侧颅骨缺损时,建议行分期手术:先行右(左)侧颅骨修补+同侧 V-P 分流术;然后二期行对侧颅骨修补术。选择同期还是分期手术,原则上根据病情和医师经验,以手术的安全性和脑保护要求为首要考虑因素进行选择(共识度:88.2%,证据等级:B)。

七、LPH 患者 V-P 术后的分流压力管理

LPH 患者行 V-P 术后,个体化的阀门压力设置是治疗成功的核心要素。基于“结构决定功能”的神经康复原则,根据患者脑室重塑进程及神经功能状态,动态精准调整阀门压力,实现脑室形态学重塑(即恢复或尽可能接近正常脑室形态),以达到解剖修复与功能恢复的协同效应^[22]。

分流压力调控建议遵循“渐进性”和“个体化”原则。脑积水过度分流可诱发硬膜下血肿;而分流不足,则疗效不佳,无法缓解脑积水导致的脑损害症状^[22]。LPH 分流手术的初始压力设置,根据术前影响学特征及术中脑室穿刺时的初始压力来确定,原则上高于脑室初始压力,可置于正常颅内压水平。

V-P 术后根据神经功能症状和影像学脑室大小“渐进性”下调阀门压力,调整压力后 48 h 内建议密切观察患者神经症状变化;首次调整压力建议在术后 5 d 后进行,每次调压间隔时间 ≥ 2 d 或 3 d;直至脑室大小正常或接近正常,且患者神经功能处于最佳状态,置阀门压力于“个体化”目标水平。但当调整压力后患者出现头痛加剧、神经缺损症状加重或出现新的临床症状时,应立即进行 CT 检查并考虑压力回调。随着脑室内压力的变化和脑顺应性的改变,适合的压力水平可能发生改变,需要动态观察患者神经功能状态和头颅 CT 图像中的脑室形态,及时调整阀门压力。

推荐意见 11: LPH 患者 V-P 术后压力管理方法:(1)分流初始压力设置原则上高于脑室初始压力,可置于正常颅内压水平;(2)分流压力调控建议遵循“渐进性”和“个体化”原则,阶梯式下调直至脑室形态正常大小或接近正常大小,“个体化”调节阀门压力至患者神经功能状态处于最佳状态的目标

水平;(3)根据患者神经功能状态和头颅 CT 图像中的脑室形态,动态管理并调整分流阀门压力(共识度:82.4%,证据等级:B)。

八、LPH 患者 V-P 无效的鉴别和治疗

LPH 患者 V-P 术后常见分流失败和分流不足。建议在分流术前通过阶梯式颅压调控(如渐进性体位治疗、脑脊液外引流、容量管理等)实现向正常压力性脑积水的转化,此过程可显著降低术后分流不足和无效的风险。部分 LPH 患者分流术后即使阀门压力调至最低水平,脑室仍然明显增大,额角有渗出,未达到理想的脑室形态,且神经功能无明显改善;此时,判断分流管是否通畅至关重要。若储液囊弹性良好且脑室端位置良好,可判定脑室端通畅,储液囊穿刺可及脑脊液,则可进一步证实脑室端通畅。严格无菌操作下,分流储液囊小针头注射小剂量泛影葡胺造影剂(5 ml),然后按压储液囊数十下,通过 CT 检查观察腹部造影剂的分布,有助于判断腹腔端是否包裹堵塞。此外,腹腔镜手术探查可明确诊断分流管腹腔端是否包裹堵塞。

在确定分流装置通畅的前提下,可通过按压储液囊加强从脑室到腹腔的脑脊液引流,体积相对大的储液囊按压相对效率更高;推荐以大拇指腹按压弹性储液囊,采用每次按压 1 s、松开 2 s 的间歇模式,以利于恢复局部皮肤血供,避免持续按压导致皮肤损伤。每天按压次数取决于脑室扩大的程度和储液囊的容积;原则上从少到多,根据影像学脑室大小和神经功能症状个体化确定每天按压次数,从十次到数千次不等,每天的按压工作平均分配至 3~4 个时间段完成,避免出现因单次按压导致过量脑水分流导致脑出血的风险。储液囊按压的时间取决于脑顺应性恢复的时间和患者的神经功能状态,从数天到数月不等。储液囊按压的治疗方法应在有经验的医师指导下进行。

推荐意见 12: 鉴别诊断分流管是否通畅的方法:(1)根据储液囊的弹性和储液囊穿刺是否可及脑脊液,可判断脑室端是否通畅;(2)严格无菌操作下储液囊小针头注射小剂量泛影葡胺造影剂,CT 检查观察腹部造影剂分布,可判断腹腔端是否通畅;(3)腹腔镜手术探查可明确判断腹腔端是否包裹堵塞(共识度:82.4%,证据等级:A)。

推荐意见 13: 在 LPH 患者 V-P 术后分流不足且确定分流管通畅的前提下,采取规范、个体化的储液囊按压治疗,有助于增加 LPH 的脑室-腹腔分流效果(共识度:82.4%,证据等级:B)。



八、随访管理

LPH 患者脑顺应性相对较差,容易出现分流不足,随着脑积水的有效治疗,脑顺应性得到改善,其适应的分流压力也将随之改变。因此,动态复查随访非常必要。通过头颅 CT 或 MRI 检查排除颅内出血、脑梗死等其他因素后,根据脑室形态和神经功能状态决定是否需要进行脑积水分流阀门压力的调整。若患者短时间内出现神经功能状态下陷,应尽快复诊以明确神经功能下降的原因。如果患者病情平稳或神经功能持续改善,建议术后 1 个月内首次随访复查,之后逐渐延长随访时间间隔^[23]。神经功能状态和影像学复查对评价分流有效性至关重要。

术后患者管理需要多学科团队协作,包括神经外科医师、康复医学科医师、护理人员等。需要注意的是,对患者亲属的宣教是 LPH 术后管理的重要组成部分,对改善患者的预后至关重要。宣教内容应涵盖疾病的基础知识、治疗过程、可能的并发症以及如何识别和报告症状的变化等。

推荐意见 14: LPH 患者分流术后的管理和随访是改善患者预后的重要环节(共识度:100%,证据等级:A)。

九、结语

本共识为接诊 LPH 的临床医师提供了符合中国国情的 LPH 诊疗指导,指出了 LPH 临床研究方向。对我国脑积水疾病的诊疗,推进 LPH 规范化管理进程具有重要意义。但本共识仍存在一定的局限性,包括可引用的文献偏少、缺乏高质量随机对照研究、共识编审工作组成员中基层医师占比较小等。本共识在制订过程中也发现脑积水相关临床研究存在诸多空白,并将其进行了总结归纳,未来需要全国神经外科及神经重症同道开展更多高水平、多中心的研究来进行探索和验证。本共识也将根据证据情况进行更新,期望更好地指导临床工作,推动 LPH 诊治的进步,达到助力全民健康的目标。

需要进一步研究的方向:(1)LPH 的病理生理学机制:目前对 LPH 的病理生理学机制尚不完全清楚,需要更多的基础和临床研究来阐明其发病机制。(2)LPH 诊断标准的优化:需要通过多中心、大样本的临床研究来制订更为科学、更精准的诊断标准。(3)新型治疗方法:除了传统的分流手术,未来研究可探索包括药物治疗、生物治疗等在内的新型治疗方法,以提供更多的治疗选择。(4)个体化治疗

策略的开发:基于患者的基因组学、蛋白质组学等信息,开发个体化的治疗策略,以实现精准医疗。(5)长期随访研究:开展长期随访研究,评估治疗效果的持久性,以及患者长期生活质量的影响因素。(6)共识意见分歧的处理策略:共识度较低的意见在后续修订中可优化改进。

《低压性脑积水诊断与治疗专家共识(2025版)》

编审工作组成员

组长:毛颖(复旦大学附属华山医院)、吴雪海(复旦大学附属华山医院)

编审组成员(以姓氏首字母拼音排序):方文华(福建医科大学附属第一医院)、冯军峰(上海交通大学医学院附属仁济医院)、高国一(首都医科大学附属北京天坛医院)、高亮(同济大学附属上海市第十人民医院)、侯立军(海军军医大学第二附属医院)、季晶(南京医科大学第一附属医院)、江荣才(首都医科大学宣武医院)、刘劲芳(中南大学湘雅医院)、刘伟明(首都医科大学附属北京天坛医院)、毛颖(复旦大学附属华山医院)、孙一睿(复旦大学附属华山医院)、田恒力(上海交通大学医学院附属上海市第六人民医院)、王宁(首都医科大学宣武医院)、魏俊吉(北京协和医院)、吴雪海(复旦大学附属华山医院)、杨朝华(四川大学华西医院)、赵鹏来(南京大学医学院附属鼓楼医院)

编写组秘书:朱侗明(复旦大学附属华山医院)、郑锐哲(复旦大学附属华山医院)

利益冲突 所有编者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Wu X, Zang D, Wu X, et al. Diagnosis and management for secondary low-or negative-pressure hydrocephalus and a new hydrocephalus classification based on ventricular pressure[J]. World Neurosurg, 2019, 124: e510-e516. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.12.123.
- [2] Cohen AR. Low-pressure hydrocephalus[J]. J Neurosurg, 2011, 115(5):1029-1030. DOI: 10.3171/2011.5.JNS11703.
- [3] Zheng RZ, Xu Z, Wang Z, et al. Clinical characteristics of and treatment strategy for hydrocephalus in patients with severe disorders of consciousness[J]. J Neurotrauma, 2023, 40(13-14): 1402-1414. DOI: 10.1089/neu. 2022. 0337.
- [4] Kanat A. Pathophysiology of acute hydrocephalus after subarachnoid hemorrhage[J]. World Neurosurg, 2014, 82(1-2): e386-e387. DOI: 10.1016/j.wneu.2013.08.007.
- [5] Suarez-Rivera O. Acute hydrocephalus after subarachnoid hemorrhage[J]. Surg Neurol, 1998, 49(5): 563-565. DOI: 10.1016/s0090-3019(97)00342-x.
- [6] Czorlich P, Schweingruber N, Göttliche J, et al. Acute low-pressure hydrocephalus in aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J]. Neurosurg Focus, 2023, 54(4): E5. DOI: 10.3171/2023.1.FOCUS22639.
- [7] Keough MB, Isaacs AM, Urbaneja G, et al. Acute low-pressure hydrocephalus: a case series and systematic

- review of 195 patients[J]. *J Neurosurg*, 2021, 135(1): 300-308. DOI: 10.3171/2020.4.JNS20476.
- [8] Rufus P, Moorthy RK, Joseph M, et al. Post traumatic hydrocephalus: incidence, pathophysiology and outcomes [J]. *Neurol India*, 2021, 69(Supplement): S420-S428. DOI: 10.4103/0028-3886.332264.
- [9] Svedung Wettervik T, Lewén A, Enblad P. Post-traumatic hydrocephalus-incidence, risk factors, treatment, and clinical outcome[J]. *Br J Neurosurg*, 2022, 36(3): 400-406. DOI: 10.1080/02688697.2021.1967289.
- [10] Park HS, Lee SH, Park CK, et al. Negative-pressure hydrocephalus treated with a modified shunt system: a case report[J]. *J Neurocrit Care*, 2021, 4(2): 68-72. DOI: 10.32587/jnic.2021.00374.
- [11] Hunn BH, Mujic A, Sher I, et al. Successful treatment of negative pressure hydrocephalus using timely titrated external ventricular drainage: a case series[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2014, 116: 67-71. DOI: 10.1016/j.clineuro.2013.10.019.
- [12] Foster KA, Deibert CP, Choi PA, et al. Endoscopic third ventriculostomy as adjunctive therapy in the treatment of low-pressure hydrocephalus in adults[J]. *Surg Neurol Int*, 2016, 7: 26. DOI: 10.4103/2152-7806.178522.
- [13] Komlakh K, Oveisi H, Hossein Aghamiri S. Endoscopic third ventriculostomy as treatment option for normal pressure hydrocephalus[J]. *Eur J Transl Myol*, 2022, 32(4): 10618. DOI: 10.4081/ejtm.2022.10618.
- [14] Bue EL, Morello A, Bellomo J, et al. Ventriculoatrial shunt remains a safe surgical alternative for hydrocephalus: a systematic review and meta-analysis[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 18460. DOI: 10.1038/s41598-024-62366-8.
- [15] Hagerty V, Galvin C, Maharaj A, et al. Ventriculoatrial shunts as an alternate therapy in patients with normal pressure hydrocephalus refractory to ventriculoperitoneal shunts: a case series[J]. *Interdiscip Neurosurg*, 2022, 27: 101433. DOI: 10.1016/j.inat.2021.101433.
- [16] Iaccarino C, Chibbaro S, Sauvigny T, et al. Consensus-based recommendations for diagnosis and surgical management of cranioplasty and post-traumatic hydrocephalus from a European panel[J]. *Brain Spine*, 2024, 4: 102761. DOI: 10.1016/j.bas.2024.102761.
- [17] 臧迪, 齐曾鑫, 谷川弘美, 等. 植物状态患者经脑积水精准治疗恢复意识四例[J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28(5): 4. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.05.020.
- [18] Rosinski CL, Behbahani M, Geever B, et al. Concurrent versus staged procedures for ventriculoperitoneal shunt and cranioplasty: a 10-year retrospective comparative analysis of surgical outcomes[J]. *World Neurosurg*, 2020, 143: e648-e655. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.08.062.
- [19] Ting CW, Lu CH, Lan CM, et al. Simultaneous cranioplasty and ventriculoperitoneal shunt placement in patients with traumatic brain injury undergoing unilateral decompressive craniectomy[J]. *J Clin Neurosci*, 2020, 79: 45-50. DOI: 10.1016/j.jocn.2020.07.015.
- [20] Gill JH, Choi HH, Lee SH, et al. Comparison of postoperative complications between simultaneous and staged surgery in cranioplasty and ventriculoperitoneal shunt placement after decompressive craniectomy[J]. *Korean J Neurotrauma*, 2021, 17(2): 100-107. DOI: 10.13004/kjnt.2021.17.e20.
- [21] 周良辅. 负压和低压性脑积水[J/OL]. *中华神经创伤外科电子杂志*, 2016, 2(6): 321-327. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-9141.2016.06.001
- [22] Duan S, Hu J. Pathogenesis and management of low-pressure hydrocephalus: a narrative review[J]. *J Neurol Sci*, 2024, 460: 122988. DOI: 10.1016/j.jns.2024.122988.
- [23] Godoy Hurtado A, Barstchi P, Brea Salvago JF, et al. Low-and negative-pressure hydrocephalus: new report of six cases and literature review[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(12): 4112. DOI: 10.3390/jcm12124112.

中华医学会

