

·指南·共识·建议·

早产儿脑室内出血后脑室扩张治疗及随访专家共识(2026年)

中华医学会儿科学分会新生儿学组

中国医师协会新生儿科医师分会

中华新生儿科杂志编辑委员会

通信作者:林振浪,温州医科大学附属第二医院、育英儿童医院新生儿科,温州 325000, Email: linzhenlang@hotmail.com; 侯新琳,北京大学第一医院儿童医学中心,北京 102627, Email: houxinlin66@163.com; 张拥军,上海交通大学医学院附属新华医院新生儿科,上海 200092, Email: zhangyongjun@sjtu.edu.cn

【摘要】 脑室内出血是早产儿,尤其是胎龄<32周早产儿常见的神经系统疾病,可显著增加早产儿病死率和远期神经系统后遗症发生率。早产儿脑室内出血发生率与出生胎龄呈负相关,其中30%~50%的重度脑室内出血可并发出血后脑室扩张甚至脑积水。国内尚缺乏针对早产儿脑室内出血后脑室扩张治疗及随访的相关指南或专家共识。中华医学会儿科学分会新生儿学组、中国医师协会新生儿科医师分会和中华新生儿科杂志编辑委员会组织相关专家,采用证据推荐分级的评估、制订与评价方法制订了本共识,旨在规范早产儿脑室内出血后脑室扩张的治疗及随访,改善早产儿神经发育结局。

【关键词】 早产儿; 脑室内出血; 出血后脑室扩张; 治疗; 随访; 专家共识

实践指南注册:国际实际指南与透明化平台(PREPARE-2025CN1133)

基金项目:浙江省科技厅重点研发计划项目(2025C02081);国家自然科学基金(82402030)

Expert consensus on the management and follow-up of posthemorrhagic ventricular dilatation in preterm infants (2026)

Neonatology Group, Pediatric Society of the Chinese Medical Association

Neonatology Branch of the Chinese Medical Doctor Association

Editorial Board of Chinese Journal of Neonatology

Corresponding author: Lin Zhenlang, Department of Neonatology, the Second Affiliated Hospital and Yuying Children's Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325000, China, Email: linzhenlang@hotmail.com; Hou Xinlin, Pediatric Medical Center, Peking University First Hospital, Beijing 102627, China, Email: houxinlin66@163.com; Zhang Yongjun, Department of Neonatology, Xinhua Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200092, China, Email: zhangyongjun@sjtu.edu.cn

早产儿,尤其是胎龄<32周者,由于大脑特有的血管解剖学特征,易发生生发基质-脑室内出血(简称脑室内出血, intraventricular hemorrhage, IVH)。早产儿脑室周围室管膜下及小脑软脑膜下

的颗粒层均留存胚胎生发基质,该组织是未成熟的毛细血管网,其血管壁仅有一层内皮细胞,缺少胶原和弹力纤维支撑^[1]。生发基质随着胎龄增加逐渐消失,胎龄34~36周时生发基质几乎完全消失^[2]。

DOI: 10.3760/cma.j.cn101451-20260308-00085

收稿日期 2026-03-08 本文编辑 李美霞

引用本文:中华医学会儿科学分会新生儿学组,中国医师协会新生儿科医师分会,中华新生儿科杂志编辑委员会. 早产儿脑室内出血后脑室扩张治疗及随访专家共识(2026年)[J]. 中华新生儿科杂志, 2026, 41(5): 257-266. DOI: 10.3760/cma.j.cn101451-20260308-00085.



当脑血流动力学不稳定时,毛细血管网易破裂,可导致生发基质出血;出血破入脑室导致IVH,血液成分可累及脑室周围组织并导致继发性白质损伤。30%~50%的重度IVH患儿会发生出血后脑室扩张(posthemorrhagic ventricular dilatation, PHVD)^[3-5],与早产儿认知和运动障碍有关。

目前,国内尚缺乏针对早产儿PHVD治疗及随访的专家共识或指南,故中华医学会儿科学分会新生儿学组、中国医师协会新生儿科医师分会和中华新生儿科杂志编辑委员会组织专家,采用证据推荐分级的评估、制订与评价(grading of recommendations assessment, development and evaluation, GRADE)方法^[6],结合临床实践经验,制订《早产儿脑室内出血后脑室扩张治疗及随访专家共识(2026年)》,旨在进一步规范早产儿PHVD的治疗及随访,从而提高早产儿生存率、降低不良神经系统结局发生率。

一、共识制订方法

1. 适宜人群:本共识的目标人群是发生PHVD的早产儿,应用人群为新生儿科医师、神经外科医师、儿童保健科医师和相关护理人员。

2. 制订流程:本共识由新生儿科与神经外科专家联合发起,成立多学科专家工作组。所有成员均签署书面利益冲突声明。通过召开多轮专家共识会议,围绕早产儿PHVD治疗及随访中的关键临床问题进行遴选与凝练,确定本共识的核心问题。在系统检索国内外相关文献的基础上,采用GRADE对证据质量进行分级,并形成推荐意见。

3. 文献检索及筛选:以“neonate”“newborn”“preterm”“preterm infant”“premature infant”“low birth weight”“very low birth weight”“extremely low birth weight”“intraventricular hemorrhage”“germinal matrix intraventricular hemorrhage”“posthemorrhagic ventricular dilatation”“posthaemorrhagic ventricular dilatation”“posthemorrhagic hydrocephalus”“treatment”“therapy”“intervention”及相应中文为关键词,分别检索PubMed、Embase、Cochrane Library、中国生物医学文献数据库、中国知网、万方数据知识服务平台、中华医学期刊网、中文科技期刊数据库自建库至2026年2月的中英文文献。

文献纳入标准:(1)研究对象为入住新生儿病房的早产儿;(2)研究内容为与早产儿PHVD治疗及随访相关的临床研究。排除标准:(1)重复发表的文献;(2)非中、英文文献。文献筛选由2名研究者独立、双盲完成,如遇分歧则与第三人讨论确定。

经过初筛及复筛,最终纳入95篇文献。

4. 推荐意见及说明:本共识采用GRADE方法,对证据体的证据质量和推荐意见的推荐强度进行分级,见表1^[6]。

表1 GRADE证据质量与推荐强度的分级标准

分级	具体描述
证据质量	
高	对观察值非常有把握:观察值接近真实值
中	对观察值有中等把握:观察值有可能接近真实值,但也可差别较大
低	对观察值的把握有限:观察值可能接近真实值,但仍存在较大不确定性
极低	对观察值几乎没有把握:观察值很可能与真实值存在极大差异
推荐强度	
强	明确显示干预措施利大于弊或弊大于利
弱	利弊不确定,或利弊相当
GPS	基于非直接证据或专家意见或经验形成的推荐

注:GRADE为推荐意见分级的评估、制订及评价,GPS为良好实践声明

5. 共识的撰写与外审:本共识撰写完成后邀请外部同行专家进行评审,收集并整理同行专家评议表,根据反馈意见和建议由共识制订工作组进一步完善与修改,提交共识指导专家组审核,专家组通过3次会议讨论,最终形成12条推荐意见。

6. 共识的推广与更新:计划通过期刊发表、学术会议解读、网络等平台推广共识,并计划每3~5年根据临床实践经验和研究进展进行更新修订,保持其在专业领域的指导地位和实用价值。

二、临床问题的推荐意见及说明

(一)早产儿住院期间PHVD监测

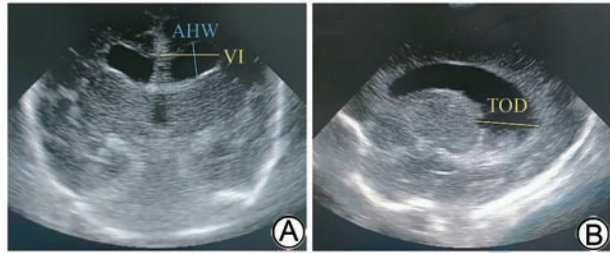
临床问题1:早产儿PHVD头颅二维超声检测指标有哪些?

推荐意见1:早产儿PHVD头颅二维超声常规检测指标包括脑室指数(ventricular index, VI)、前角宽度(anterior horn width, AHW)、丘脑-枕角距离(thalamo-occipital distance, TOD)。(GPS)

证据概述:目前国内外基于头颅二维超声的脑室径线参考曲线主要来源于以下5项研究:23~27周新生儿侧脑室径线参考值^[7];24~42周新生儿侧脑室径线参考值^[8];27~42周新生儿侧脑室径线参考值^[9];胎龄<33周新生儿侧脑室径线参考值^[10];33~42周新生儿侧脑室径线参考值^[11]。

上述研究中的侧脑室测量参考指标主要包括VI、AHW、TOD。VI指冠状面室间孔水平中线至侧脑室前角外侧壁之间的距离(图1A);AHW指冠状面

室间孔水平侧脑室前角最宽处的距离(图 1A);TOD 指旁矢状面丘脑与脉络丛交界处最外侧点至侧脑室枕角最外侧点之间的距离(图 1B)。一项纳入 139 例胎龄<29 周早产儿的回顾性研究显示,脑脊液在侧脑室积聚时,脑室易由椭圆形变为圆形,也称为“球形”,此时 AHW 显著增加,而 VI 增加不明显。因此,脑室呈球形扩张时 AHW 比 VI 更敏感^[12]。



注:AHW 为前脚宽度,VI 为脑室指数,TOD 为丘脑-枕角距离
图 1 超声下不同切面侧脑室测量图:A.冠状面;B.旁矢状面

由于头颅二维超声简便、无创、可床旁操作,本共识推荐 IVH 早产儿常规头颅超声监测 VI、AHW、TOD 指标变化,动态评估 IVH 后脑室是否扩张及扩张程度。侧脑室径线参考值见图 2。

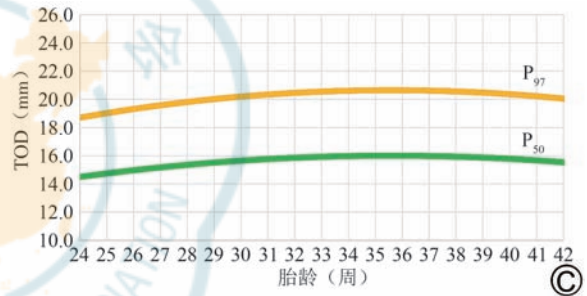
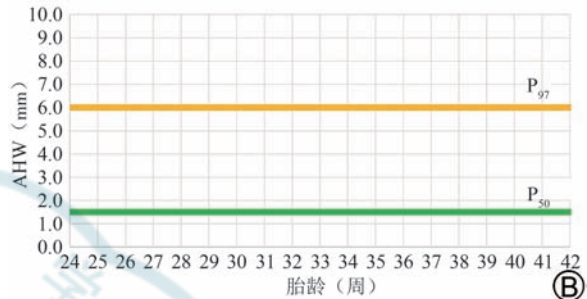
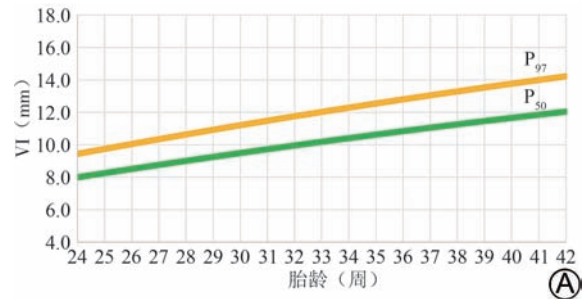
临床问题 2:早产儿 PHVD 头颅 MRI 常规检测指标有哪些?

推荐意见 2:早产儿 PHVD 头颅 MRI 常规检测指标包括额颞角比值(frontal-temporal horn ratio, FTHR)和额枕角比值(frontal-occipital horn ratio, FOHR)。(证据级别低,推荐级别弱)

证据概述:头颅 MRI 监测脑室扩张的指标主要包括 FTHR、FOHR。FTHR 指额角最大径与颞角最大径之和除以两倍最大双顶径 $[(F+T)/(BP \times 2)]$ (图 3A);FOHR 指额角最大径与枕角最大径之和除以两倍最大双顶径 $[(F+O)/(BP \times 2)]$ (图 3B)^[13]。O'Hayon 等^[14]首次提出 FOHR,得出 FOHR 的标准值为 (0.37 ± 0.026) ,与年龄无关。Kulkarni 等^[15]和 Radhakrishnan 等^[16]的研究亦证实 FOHR 与脑室大小具有良好的相关性,El-Dib 等^[13]提出 $FOHR \geq 0.55$ 可作为脑室扩张的干预阈值。由于新生儿进行头颅 MRI 检查时需镇静,且转运风险、费用均较高,本共识不常规推荐,但可作为外科手术前或远期预后评估的方法。

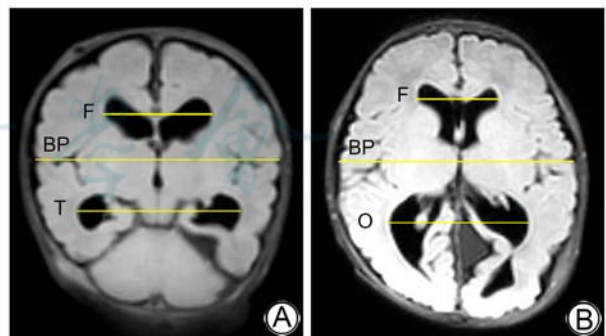
临床问题 3:早产儿 PHVD 头颅二维超声检测时机和复查频率应如何确定?

推荐意见 3:早产儿,特别是胎龄<32 周早产儿,建议在生后 3 d 内进行首次头颅超声检查。首次头颅超声发现 IVH 后,应密切监测脑室大小,对于 VI<



注:VI 为脑室指数,AHW 为前脚宽度,TOD 为丘脑-枕角距离,P₅₀ 为第 50 百分位(平均值),P₉₇ 为第 97 百分位(干预临界值)

图 2 不同胎龄新生儿侧脑室径线参考曲线:A.VI;B.AHW;C.TOD



注:F 为双额角径,BP 为双顶径,T 为双颞角径,O 为双枕角径

图 3 颅脑 MRI 不同切面图像:A.冠状面;B.水平面

P_{97} 、 $AHW \leq 6$ mm 和 $TOD \leq 21$ mm 的 PHVD 患儿,建议每周复查 2 次头颅超声,待脑室大小稳定 2 周后,降低频率至 1~2 周 1 次,直到校正胎龄 34 周,并在校正胎龄 37 周或出院前复查头颅超声。(GPS)

证据概述:早产儿 IVH 早期临床表现不明显或不典型,需要通过头颅超声检查发现。IVH 一般在生后不久发生,50% 发生在生后 1 d 内,90% 发生在

生后 3 d 内^[17]。轻度 IVH (I 级和 II 级) 出血可以完全消退, 而重度 IVH (III 级和 IV 级) 可在 7~10 d (多则 2~3 周) 后发展为 PHVD^[3,18]。65%~70% 的重度 IVH 进展缓慢、脑室大小稳定或缓慢消退, 而 30%~35% 的重度 IVH 在数天或数周内会出现 PHVD 快速进展, 需要临床干预^[13]。

因此, 本共识推荐早产儿在生后 3 d 内进行首次头颅超声检查, 对于脑室指标 $VI < P_{97}$ 、 $AHW < 6$ mm 和 $TOD \leq 21$ mm 的 IVH 患儿, 推荐每周复查 2 次头颅超声, 待脑室大小稳定 2 周后, 降低频率至 1~2 周 1 次, 直到校正胎龄 34 周, 且在校正胎龄 37 周或出院前复查头颅超声。

临床问题 4: 早产儿 IVH 后应重点监测哪些临床症状与体征?

推荐意见 4: 对 IVH 早产儿应动态监测 PHVD 相关的临床表现, 包括神经系统症状 (如惊厥、易激惹、落日征、呼吸暂停、心动过缓等) 及体征 (如头围增大 > 2 cm/周、颅缝开裂、前凶隆起等)。(GPS)

证据概述: 由于早产儿脑室顺应性好, 较低的脑室内压力即会引起进行性脑室扩张、脑实质脑膜受压, 最后导致颅缝开裂、头围进行性增加。早产儿颅腔空间较大, 需要明显的脑室扩张才会引起前凶隆起及头围进行性增加^[13,19], 因此, 颅内压升高的症状和体征为 PHVD 的晚期征象。越来越多的研究表明, 诊断 PHVD 应基于超声测量脑室大小而不是颅内压增加的临床征象^[4,20-21]。

(二) 早产儿 IVH 后 PHVD 的诊治

临床问题 5: IVH 后发生 PHVD 时, 何时应进行临床干预?

推荐意见 5: 对于 PHVD 患儿, 当头颅超声监测提示脑室进行性扩张并超过干预阈值 (如 $VI > P_{97}$ 或 $AHW > 6$ mm) 时, 建议及时启动临床干预, 以改善远期神经发育结局。(证据级别高, 推荐级别强)

证据概述: PHVD 是早产儿 IVH 的重要并发症, 30%~50% 的 III~IV 级 IVH 会发生 PHVD^[3-4,22], 其中 30%~35% 的 PHVD 需要临床干预^[23-25]。目前关于进行性 PHVD 的最佳干预时间尚未达成一致。

进行性 PHVD 的判断主要依赖头颅超声的动态监测, 表现为脑室测量指标 (如 VI、AHW 或 TOD) 随时间持续增加或超过相应胎龄干预范围 (P_{97})。临床症状和体征 (如头围增长过快、前凶张力增高、呼吸暂停或心动过缓等) 多为相对滞后的表现, 不宜作为判断干预时机的主要依据。

目前, 不同地区在 PHVD 干预时机的选择上存

在差异, 主要有两种策略: (1) 症状驱动策略 (北美地区): 在患儿出现临床症状后再启动干预^[26]; (2) 影像学驱动策略 (欧洲地区): 在患儿尚未出现明显临床症状时, 若头颅超声提示脑室扩张超过正常范围即启动干预^[21]。在影像学驱动策略中, 根据干预阈值的不同, 又可进一步分为: ① 早期干预: 当脑室测量指标达到较低阈值 ($VI > P_{97}$ 或 $AHW > 6$ mm) 时即启动干预; ② 晚期干预: 当脑室进一步扩张至较高阈值 ($VI > P_{97} + 4$ mm 或 $AHW > 10$ mm) 后再启动干预。尽管早期干预可能增加有创操作及相关并发症风险, 但多项研究表明, 与晚期干预或症状驱动策略相比, 其有助于改善神经发育结局。

有研究显示, 待临床症状出现后再干预, 患儿 18~24 月龄的认知和运动发育结局较早期干预组差 ($P < 0.05$)^[4]。一项纳入 95 例胎龄 ≤ 34 周早产儿的回顾性研究显示, 与晚期干预组相比, 早期干预组可显著降低脑室-腹腔 (ventriculo-peritoneal, VP) 分流术的需求 ($OR = 0.22$, $95\%CI$ 0.08~0.62), 并改善神经系统发育结局^[22]。另一项纳入 126 例胎龄 ≤ 34 周、III~IV 级 IVH 患儿的前瞻性队列研究显示, 未发现早期干预组与晚期干预组在永久性 VP 分流术方面的需求差异 ($P > 0.05$)^[21], 但早期干预组校正胎龄足月时头颅 MRI 显示 FOHR 更小 ($P = 0.001$)、脑室内脑脊液容量更低 ($P = 0.03$)^[27], 且早期干预可降低患儿死亡或 2 岁时严重神经发育障碍的不良结局风险 ($OR = 0.24$, $95\%CI$ 0.07~0.87, $P = 0.03$)^[20]。

IVH 出血量大时可压迫周围脑组织^[28-30]。此外, 多项动物实验已证实, 脑室内积血所含成分 (如血红蛋白及其降解产物、游离铁等) 可诱发发育中大脑的炎症级联反应、氧自由基生成及神经毒性损伤^[31-34]。因此, 对进行性 PHVD 患儿, 建议采取早期干预治疗, 以改善其神经发育结局。

临床问题 6: 早产儿 IVH 后 PHVD 患儿行腰椎穿刺的时机、频率、脑脊液引流量及监测频率应如何确定?

推荐意见 6: 当头颅超声监测指标达到干预阈值 ($VI > P_{97}$ 、 $AHW > 6$ mm 或 $TOD > 21$ mm), 临床初始治疗可考虑行腰椎穿刺减压引流, 作为短期控制脑室扩张及过渡性干预措施。建议每次脑脊液引流量约 10 ml/kg, 每日不超过 1 次, 连续进行 3~5 次作为一个疗程。治疗期间建议每周行 2~3 次头颅超声监测, 直至脑室大小稳定 2 周后, 超声监测频率降至 1~2 周 1 次。(证据级别低, 推荐级别弱)

证据概述: 对于进行性 PHVD 患儿, 临床初始治



疗为连续腰椎穿刺引流脑脊液。连续腰椎穿刺引流出含有血液和蛋白质的脑脊液,有助于减轻炎症反应,并减少纤维连接蛋白等细胞外基质成分的异常沉积,从而改善脑脊液循环^[35]。一篇纳入 4 项研究的系统评价结果显示,重复腰椎穿刺引流脑脊液不能降低永久性 VP 分流术、死亡和残疾的风险,且可能增加中枢神经系统感染风险^[36]。一篇纳入 4 项、共 280 例新生儿的 Cochrane 系统评价亦显示,连续腰椎穿刺引流脑脊液并不能降低残疾、死亡或永久性 VP 分流术等远期结局风险^[35]。然而,腰椎穿刺引流脑脊液可在短期内降低颅内压、减缓脑室扩张进展,并有助于清除含血脑脊液,从而改善脑脊液循环,作为一种过渡性干预措施,为部分患儿争取时间或延缓神经外科手术。一项纳入 95 例 PHVD 早产儿的回顾性研究结果显示,早期腰椎穿刺引流脑脊液与永久性 VP 分流术风险降低相关($OR=0.22$, $95\%CI\ 0.08\sim 0.62$)^[22]。此外,一项前瞻性研究显示,在基于较低阈值的早期干预策略下,通过包括重复腰椎穿刺在内的初始治疗措施,可使后续神经外科手术干预需求降低约 25%^[21]。综合现有观察性研究,在早期或较低阈值时实施包括重复腰椎穿刺在内的干预措施,可能降低永久性 VP 分流术风险或减少神经外科手术需求。然而,上述证据主要来源于回顾性研究或多措施联合干预研究,尚不能证实腰椎穿刺本身与结局具有明确的因果性获益。因此,其潜在临床价值仍需高质量随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)研究进一步验证,在此之前,其应用宜作为过渡性干预措施加以考虑。

目前,El-Dib 等^[13]推荐当超声监测指标达到 $VI>P_{97}$ 、 $AHW>6\text{ mm}$ 或 $TOD>21\text{ mm}$ 时,即开始腰椎穿刺引流脑脊液,每次 10 ml/kg ,每天不超过 1 次,连续进行 3~5 次为 1 个疗程,超声监测 2~3 次/周,直至脑室大小稳定 2 周后,超声监测频率降至每 1~2 周 1 次。若腰椎穿刺引流脑脊液后脑室逐渐缩小,可继续腰椎穿刺。如连续腰椎穿刺 3~5 d 后,超声监测指标仍高于阈值,或连续 2~3 次腰椎穿刺失败,可考虑行临时脑脊液引流装置治疗。

临床问题 7: PHVD 患儿在何种情况下应行临时脑脊液引流装置引流?

推荐意见 7: 临时腰椎穿刺放液后,脑室仍进行性扩张,建议手术放置临时脑脊液引流装置。(证据级别低,推荐级别弱)

证据概述: 临时脑脊液引流装置是短期管理颅内压升高和引流脑脊液的重要工具,主要包括脑室

外引流(external ventricular drain, EVD)、脑室通路装置(ventricular access device, VAD)、脑室-帽状腱膜下分流(ventricular subgaleal shunt, VSGS)。

EVD 是通过放置脑室引流导管并在体外连接封闭引流装置的技术,操作简单,可以持续引流脑脊液,但感染风险相对较高。VAD(即 Ommaya 储液囊)由埋置于头皮下的储液囊和插入脑室的导管组成,感染风险相对较低,但需反复穿刺引流,可能增加脑脊液渗漏等并发症。VSGS 是一种临时脑室内引流手术,由一根分流管组成,一端位于侧脑室,另一端插入头皮的帽状腱膜下间隙,从而实现脑脊液的暂时性引流与吸收,并发症主要包括帽状腱膜下囊肿、脑脊液渗漏、感染、皮肤溃疡等^[37]。一项 2021 年的荟萃分析指出,早期应用临时脑脊液引流装置与永久性 VP 分流术需求($P<0.001$)及神经发育障碍($P<0.01$)风险降低相关^[38]。

在临床实践中,VAD 应用较为广泛。一项回顾性研究显示,59% 的 PHVD 患儿在接受 VAD 治疗后无需进一步行 VP 分流术,提示其在减少永久性 VP 分流术需求方面具有一定潜在价值^[39]。在具体操作方面,脑脊液引流应严格遵循无菌原则,推荐以 $\leq 1\text{ ml/min}$ 的速度缓慢抽取脑脊液,每次引流量一般不超过 10 ml/kg ,以避免颅内压快速波动导致医源性颅内出血或脑疝等并发症^[40-41]。初始可按 10 ml/kg 、1 次/d 进行引流,并根据患儿情况动态调整。引流期间建议每周行 2~3 次颅脑超声监测,预期在 7~10 d 内使脑室指标下降至 $VI<P_{97}+4\text{ mm}$ 或 $AHW<10\text{ mm}$;若未达标,可适当增加引流量至 $15\sim 20\text{ ml/(kg}\cdot\text{d)}$,分 2 次完成,并根据脑室变化进一步调整引流策略。

目前尚无高质量证据支持某一种临时脑脊液引流装置具有明确优势。一项 RCT 研究结果表明,VAD 与 VSGS 在感染、脑脊液渗漏、死亡及永久性 VP 分流术比例方面差异均无统计学意义^[42],一项回顾性研究亦得到类似结果^[43]。尽管部分研究提示 VSGS 可减少每日脑脊液抽吸次数^[44],但其通过再吸收含血红蛋白、铁及炎症因子的脑脊液发挥作用,潜在安全性仍有待进一步研究。

临床问题 8: 对 IVH 后进行性 PHVD 早产儿,应何时行永久性 VP 分流术?

推荐意见 8: IVH 后进行性 PHVD 早产儿,当体重 $>2.5\text{ kg}$,脑脊液蛋白 $<1.5\text{ g/L}$,脑脊液红细胞数 $<100\times 10^6/L$,脑脊液培养阴性,临时脑脊液引流装置引流无效时,可行永久性 VP 分流术。(证据级别低,

推荐级别弱)

证据概述:VP分流术是PHVD的最终治疗方法。5%~15%的重度IVH新生儿最终需要放置永久性VP分流管^[42,45-47]。El-Dib等^[13]报道,接受临时脑脊液引流装置的PHVD患儿中,65%最终需行永久性VP分流术。

PHVD早产儿免疫系统不成熟,腹膜吸收能力不足,皮肤薄且脆弱,对麻醉及手术耐受性差,早期永久性VP分流术后感染发生率高^[48-50]。大多数神经外科医生建议永久性VP分流术最小可接受的体重为2 kg^[41,51]。也有研究建议体重>2.5 kg时再进行VP分流术,以减少手术并发症^[52]。此外,如果脑脊液含有大量血液和蛋白质,易导致分流管阻塞。通常建议在脑脊液蛋白降至1.5~2.0 g/L以下^[53-54],脑脊液红细胞数<100×10⁶/L^[21],且脑脊液培养阴性^[55]时再行永久性VP分流术。VP分流术的并发症主要包括导管阻塞、断裂或移位(约占60%),其次是感染(8.5%~15%)、过度引流/引流不足(10%)等^[56]。

目前关于临时脑室装置转换为永久性VP分流术的时机尚无统一标准,多数医疗机构对临时脑脊液引流装置引流2~3个月后仍需持续引流维持脑室大小稳定者,采用VP分流术^[57],有待更多大样本、多中心的RCT研究明确手术指征。

临床问题9:在发生IVH后PHVD的早产儿中,是否推荐采用内镜下第三脑室造口术(endoscopic third ventriculostomy, ETV)进行治疗?

推荐意见9:不推荐使用ETV治疗早产儿PHVD。(证据级别低,推荐级别弱)

证据概述:近年来,ETV已成为治疗非交通性脑积水的一种常用方法^[58-59]。与VP分流术相比,该方法不涉及外来医疗材料置入中枢神经系统,并发症发生率更低^[56,60-61]。一篇纳入6项研究的系统评价结果显示,非交通性脑积水患儿ETV与VP分流术的失败率相似($OR=0.58$, $95\%CI$ 0.29~1.13)^[59]。一项纳入21例<1岁、行ETV手术患儿的回顾性病例对照研究显示,EVT疗效与病因相关,ETV在先天性导水管狭窄患儿中的成功率最高(5/7),而在PHVD患儿中成功率最低(1/10),其中成功定义为术后无需进一步脑脊液分流干预,提示脑积水得到有效控制^[62]。2020年Zaben等^[63]对19项<1岁EVT手术患儿预后的荟萃分析显示,年龄与ETV成功率显著相关,6~12月龄组ETV预后优于<6月龄组(66.7%比44.4%, $P<0.001$)。目前还没有足够的证据推荐使用ETV治疗早产儿PHVD,

但其可能适用于治疗先天性导水管狭窄。

(三)早产儿PHVD药物治疗

临床问题10:在IVH后PHVD的早产儿中,是否推荐采用脑室内纤溶药物治疗?

推荐意见10:不推荐使用纤溶药物治疗早产儿PHVD。(证据级别高,推荐级别强)

证据概述:早产儿PHVD纤溶药物相关治疗主要包括脑室引流、冲洗、纤溶治疗(drainage, irrigation, and fibrinolytic therapy, DRIFT)以及脑室内纤溶药物治疗,旨在通过清除脑室内血凝块、改善脑脊液循环以减少PHVD进展,但其安全性问题仍存在争议,尤其是继发性IVH风险,一直是临床关注的重点^[64]。

一项纳入70例胎龄<34周PHVD早产儿的RCT结果显示,DRIFT治疗并未降低手术或死亡的发生率($P=0.80$),且显著增加继发性IVH发生率($OR=4.24$, $95\%CI$ 1.31~13.72, $P=0.014$)^[65]。尽管随访研究显示,DRIFT可能带来一定的远期神经发育获益,包括降低2岁时严重认知障碍(校正 $OR=0.17$, $95\%CI$ 0.05~0.57)及死亡或严重残疾发生率(校正 $OR=0.25$, $95\%CI$ 0.08~0.82)^[25],以及改善10岁时的认知功能(校正 $OR=10.0$, $95\%CI$ 2.1~46.7, $P=0.004$)^[66],但由于其显著增加出血风险,相关研究因安全性问题提前终止。

对于单纯脑室内纤溶药物治疗,现有证据同样不支持其常规应用。一项RCT研究结果显示,与对照组相比,脑室内注射链激酶不能降低PHVD患儿永久性VP分流术的需求^[67]。另一项纳入两项RCT的系统评价亦不推荐在PHVD患儿中常规使用链激酶^[68]。尽管一项小样本回顾性研究提示,早期侧脑室注射尿激酶可能减少永久性VP分流术需求并改善神经发育结局^[64],但该结果尚需进一步高质量研究验证。综上,尽管纤溶药物相关治疗可能带来一定远期神经发育获益,但其显著增加继发性IVH风险且缺乏降低手术干预或死亡的确切证据,因此目前不推荐常规用于早产儿PHVD的治疗。

临床问题11:在IVH后PHVD的早产儿中,是否推荐使用乙酰唑胺和呋塞米治疗?

推荐意见11:不推荐乙酰唑胺和呋塞米治疗早产儿PHVD。(证据级别高,推荐级别强)

证据概述:临床前动物药理学研究显示乙酰唑胺和呋塞米能够抑制脉络丛碳酸酐酶活性并显著减少脑脊液生成,但该类证据尚不能证明其对早产儿PHVD具有临床疗效^[69]。一项早期多中心RCT研究,将177例PHVD患儿随机分为单独标准治疗

组或标准治疗加乙酰唑胺[100 mg/(kg·d)]和呋塞米[1 mg/(kg·d)]治疗组,结果显示,乙酰唑胺和呋塞米治疗组增加分流率($RR=1.42$, $95\%CI$ 1.06~1.90, $P=0.026$)和神经系统并发症发生率($RR=1.40$, $95\%CI$ 1.12~1.76, $P=0.012$)^[23]。此外,对接受乙酰唑胺和呋塞米治疗患儿1岁时的随访显示,此治疗与神经系统并发症的增加有关($RR=1.22$, $95\%CI$ 1.03~1.44)^[70]。Libenson等^[71]的研究显示,这些药物既不能减少对分流的需求,也不能降低死亡风险,甚至有肾钙质沉积的不良反应。

(四)早产儿PHVD随访

临床问题 12: 早产儿PHVD出院后应如何进行随访与神经发育监测?

推荐意见 12: PHVD早产儿出院后,至校正胎龄足月期间,需定期复查头颅MRI,定期进行神经行为评估(使用Bayley婴幼儿发育量表、Griffiths发育评估量表等)、视力及听力检测,早期发现神经发育障碍,尽早康复治疗。(GPS)

证据概述:虽然现有研究多以IVH早产儿为研究对象,但其结果对PHVD患儿具有重要参考价值。大量研究表明,IVH及其并发症与不良神经发育结局密切相关,且风险随出血严重程度增加而显著升高;其中,重度IVH及合并PHVD、需行永久性VP分流术的患儿神经发育障碍风险最高^[72-78],因此,PHVD早产儿作为高危人群,需加强出院后的系统随访与早期干预。

建议建立规范化随访体系,重点包括影像学评估及神经发育监测。影像学方面,国际指南推荐在校正胎龄足月时行头颅MRI检查,以评估脑损伤程度及脑发育情况^[13]。神经发育方面,建议在婴幼儿期定期进行标准化评估,如Bayley婴幼儿发育量表或Griffiths发育评估量表,以动态监测认知、运动及语言发育水平^[4]。同时,应常规开展视力及听力筛查,以早期识别感觉功能异常。随访时间建议贯穿婴幼儿早期发育关键阶段:出生后至校正胎龄足月期间应密切随访;在校正年龄3、6、12、18及24月龄进行系统评估,必要时延长至学龄前期。对于存在异常影像学表现或神经发育迟缓的高危患儿,应适当增加随访频率,并尽早转至康复专科进行干预。综上,PHVD早产儿出院后需进行长期、规范化随访,通过影像学与神经发育多维度评估相结合,实现神经发育异常的早期识别与早期干预。

三、总结

本共识基于目前国内外在早产儿PHVD领域

的主要研究进展与已有证据,广泛征求新生儿、神经外科专家意见后制订而成,其内容包括早产儿住院期间PHVD监测、早产儿IVH后PHVD诊治、早产儿PHVD药物治疗以及早产儿PHVD随访等,整个过程需要多学科团队密切协作,为早产儿PHVD治疗及随访的规范管理提供了有力的指导。

本共识在实施过程中可能受到所在医疗单位条件的限制,如儿童神经外科建设不完善等。因此,本共识仅提供当前可行的最佳诊疗建议,尚不具备法律约束力。

(胡莹莹 张拥军 母得志 富建华 黑明燕 侯新琳 林振浪 执笔)

共识指导专家组(按单位及姓氏汉语拼音排序): 北京大学第一医院(冯琪);重庆医科大学附属儿童医院(史源);广州市妇女儿童医疗中心(周文浩);首都医科大学附属北京友谊医院(崔红);温州医科大学附属第二医院、育英儿童医院(林坚);中国人民解放军总医院第七医学中心(封志纯);浙江大学医学院附属儿童医院(杜立中)

参与本专家共识讨论的专家(按单位及姓氏汉语拼音排序): 北京大学第三医院(韩彤妍);北京大学第一医院(侯新琳);福建省福州儿童医院(章丽燕);复旦大学附属儿科医院(袁琳);广东省妇幼保健院(聂川);广西医科大学第二附属医院(陈玉君);广州医科大学附属妇女儿童医疗中心(赵小鹏、周伟);河北省儿童医院(马莉);河南省儿童医院郑州儿童医院(康文清);华中科技大学同济医学院附属同济医院(容志惠);华中科技大学同济医学院附属协和医院(王琳);吉林大学第一医院(武辉);江西省妇幼保健院(唐文燕);昆明医科大学第一附属医院(段江);南京市妇幼保健院(韩树萍);南京医科大学附属儿童医院(程锐);内蒙古医科大学附属第一医院(梅花);青岛大学附属医院(李向红);泉州市儿童医院(陈冬梅);山东大学附属儿童医院(李晓莺);山西省儿童医院(张新华);上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心(贝斐);上海交通大学医学院附属新华医院(钱继红、张拥军);深圳市妇幼保健院(杨传忠);首都医科大学附属北京儿童医院(黑明燕);首都医科大学附属北京儿童医院黑龙江医院(宋晓燕);四川大学华西第二医院(母得志、唐军、熊涛);苏州大学附属儿童医院(丁欣);天津市儿童医院(刘洋);温州医科大学附属第二医院、育英儿童医院(胡莹莹、林振浪、朱将虎);武汉儿童医院(曾凌空);西安交通大学第一附属医院(周熙惠);西南医科大学附属医院(董文斌、雷小平);新疆医科大学第一附属医院(朱艳萍);银川市妇幼保健院(顾洁);浙江大学医学院附属儿童医院(陈正、马晓路);郑州大学第三附属医院(徐发林);中国福利会国际和平妇幼保健院(刘志伟);中国科学技术大学附属第一医院(周晓丽);中国人民解放军总医院第七医学中心(李秋平、张天蕾);中国医科大学附属盛京医院(富建华);中国医学

科学院北京协和医院(李正红);中南大学湘雅医院(王铭杰)

共识外审专家组(按单位及姓氏汉语拼音排序):北京大学第三医院(童笑梅);复旦大学附属儿科医院(陈超);甘肃省妇幼保健院(易彬);吉林大学第一医院(严超英);苏州大学附属儿童医院(冯星);西安交通大学第一附属医院(刘俐);郑州大学第一附属医院(程秀永);中国医科大学附属盛京医院(李娟、毛健)

秘书组及证据评价组(按单位及姓氏汉语拼音排序):温州医科大学附属第二医院、育英儿童医院(林素、俞丽君);中国人民解放军总医院第七医学中心(张天蕾)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] Yang Z, Luo TT, Dai YL, et al. Pharmacological strategies and surgical management of posthemorrhagic hydrocephalus following germinal matrix-intraventricular hemorrhage in preterm infants[J]. *Curr Neuropharmacol*, 2025, 23(3): 241-255. DOI: 10.2174/1570159X23666240906115817.
- [2] Volpe JJ. Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances [J]. *Lancet Neurol*, 2009, 8(1): 110-124. DOI: 10.1016/S1474-4422(08)70294-1.
- [3] Murphy BP, Inder TE, Rooks V, et al. Posthaemorrhagic ventricular dilatation in the premature infant: natural history and predictors of outcome[J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2002,87(1):F37-41. DOI: 10.1136/fn.87.1.f37.
- [4] Leijser LM, Miller SP, van Wezel-Meijler G, et al. Posthemorrhagic ventricular dilatation in preterm infants: When best to intervene? [J]. *Neurology*, 2018, 90(8): e698-e706. DOI: 10.1212/WNL.0000000000004984.
- [5] Inder TE, Volpe JJ. Mechanisms of perinatal brain injury [J]. *Semin Neonatol*, 2000, 5(1): 3-16. DOI: 10.1053/siny.1999.0112.
- [6] Gordon H Guyatt, Andrew D Oxman, Gunn E Vist, 等. GRADE: 证据质量和推荐强度分级的共识[J]. *中国循证医学杂志*, 2009,9(1):8-11. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2531.2009.01.005.
- [7] Goeral K, Schwarz H, Hammerl M, et al. Longitudinal reference values for cerebral ventricular size in preterm infants born at 23-27 weeks of gestation[J]. *J Pediatr*, 2021,238:110-117.e2. DOI: 10.1016/j.jpeds.2021.06.065.
- [8] Brouwer MJ, de Vries LS, Groenendaal F, et al. New reference values for the neonatal cerebral ventricles[J]. *Radiology*, 2012, 262(1):224-233. DOI: 10.1148/radiol.11110334.
- [9] Levene MI. Measurement of the growth of the lateral ventricles in preterm infants with real-time ultrasound[J]. *Arch Dis Child*, 1981, 56(12): 900-904. DOI: 10.1136/ad.56.12.900.
- [10] Davies MW, Swaminathan M, Chuang SL, et al. Reference ranges for the linear dimensions of the intracranial ventricles in preterm neonates[J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2000,82(3):F218-223. DOI: 10.1136/fn.82.3.f218.
- [11] 黄蓓蕾, 彭昱霖, 骆迎春, 等. 出生胎龄 33⁺⁰~41 周⁺⁶ 新生儿侧脑室径线参考值的建立[J]. *中华围产医学杂志*, 2023,26(8): 650-657. DOI: 10.3760/cma.j.cn113903-20230302-00108.
- [12] Leijser LM, Scott JN, Roychoudhury S, et al. Post-hemorrhagic ventricular dilatation: inter-observer reliability of ventricular size measurements in extremely preterm infants[J]. *Pediatr Res*, 2021,90(2):403-410. DOI: 10.1038/s41390-020-01245-0.
- [13] El-Dib M, Limbrick DD, Inder T, et al. Management of post-hemorrhagic ventricular dilatation in the infant born preterm[J]. *J Pediatr*, 2020,226:16-27.e3. DOI: 10.1016/j.jpeds.2020.07.079.
- [14] O'Hayon BB, Drake JM, Ossip MG, et al. Frontal and occipital horn ratio: a linear estimate of ventricular size for multiple imaging modalities in pediatric hydrocephalus[J]. *Pediatr Neurosurg*, 1998,29(5):245-249. DOI: 10.1159/000028730.
- [15] Kulkarni AV, Drake JM, Armstrong DC, et al. Measurement of ventricular size: reliability of the frontal and occipital horn ratio compared to subjective assessment[J]. *Pediatr Neurosurg*, 1999,31(2):65-70. DOI: 10.1159/000028836.
- [16] Radhakrishnan R, Brown BP, Kralik SF, et al. Frontal occipital and frontal temporal horn ratios: comparison and validation of head ultrasound-derived indexes with MRI and ventricular volumes in infantile ventriculomegaly [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2019, 213(4): 925-931. DOI: 10.2214/AJR.19.21261.
- [17] Christensen R, Cizmeci MN, de Vries LS. Preterm hemorrhagic brain injury: recent advances on evaluation and management[J]. *Clin Perinatol*, 2025, 52(2): 307-319. DOI: 10.1016/j.clp.2025.02.007.
- [18] Mohammad K, Scott JN, Leijser LM, et al. Consensus approach for standardizing the screening and classification of preterm brain injury diagnosed with cranial ultrasound: a Canadian perspective[J]. *Front Pediatr*, 2021,9:618236. DOI: 10.3389/fped.2021.618236.
- [19] Ingram MC, Huguenard AL, Miller BA, et al. Poor correlation between head circumference and cranial ultrasound findings in premature infants with intraventricular hemorrhage[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2014, 14(2):184-189. DOI: 10.3171/2014.5.PEDS13602.
- [20] Cizmeci MN, Groenendaal F, Liem KD, et al. Randomized controlled early versus late ventricular intervention study in posthemorrhagic ventricular dilatation: outcome at 2 years[J]. *J Pediatr*, 2020, 226: 28-35. e3. DOI: 10.1016/j.jpeds.2020.08.014.
- [21] de Vries LS, Groenendaal F, Liem KD, et al. Treatment thresholds for intervention in posthaemorrhagic ventricular dilatation: a randomised controlled trial[J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2019, 104(1): F70-F75. DOI: 10.1136/archdischild-2017-314206.
- [22] de Vries LS, Liem KD, van Dijk K, et al. Early versus late treatment of posthaemorrhagic ventricular dilatation: results of a retrospective study from five neonatal intensive care units in the Netherlands[J]. *Acta Paediatr*, 2002, 91(2): 212-217. DOI: 10.1080/080352502317285234.
- [23] International PHVD Drug Trial Group. International randomised controlled trial of acetazolamide and furosemide in posthaemorrhagic ventricular dilatation in infancy[J]. *Lancet*, 1998,352(9126):433-440.
- [24] Srinivasakumar P, Limbrick D, Munro R, et al. Posthemorrhagic ventricular dilatation-impact on early neurodevelopmental outcome[J]. *Am J Perinatol*, 2013, 30(3):207-214. DOI: 10.1055/s-0032-1323581.
- [25] Whitelaw A, Jary S, Kmita G, et al. Randomized trial of drainage, irrigation and fibrinolytic therapy for premature infants with posthemorrhagic ventricular dilatation: developmental outcome at 2 years[J]. *Pediatrics*, 2010,125(4):



- e852-858. DOI: 10.1542/peds.2009-1960.
- [26] Wellons JC, Shannon CN, Kulkarni AV, et al. A multicenter retrospective comparison of conversion from temporary to permanent cerebrospinal fluid diversion in very low birth weight infants with posthemorrhagic hydrocephalus [J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2009, 4(1): 50-55. DOI: 10.3171/2009.2.PEDS08400.
- [27] Cizmeci MN, Khalili N, Claessens N, et al. Assessment of brain injury and brain volumes after posthemorrhagic ventricular dilatation: a nested substudy of the randomized controlled ELVIS trial[J]. *J Pediatr*, 2019, 208: 191-197.e2. DOI: 10.1016/j.jpeds.2018.12.062.
- [28] Isaacs AM, Neil JJ, McAllister JP, et al. Microstructural periventricular white matter injury in post-hemorrhagic ventricular dilatation[J]. *Neurology*, 2022, 98(4): e364-e375. DOI: 10.1212/WNL.0000000000013080.
- [29] Brouwer MJ, de Vries LS, Kersbergen KJ, et al. Effects of posthemorrhagic ventricular dilatation in the preterm infant on brain volumes and white matter diffusion variables at term-equivalent age[J]. *J Pediatr*, 2016, 168: 41-49.e1. DOI: 10.1016/j.jpeds.2015.09.083.
- [30] Yuan W, Tamm L, Harpster K, et al. Effects of intraventricular hemorrhage on white matter microstructural changes at term and early developmental outcomes in infants born very preterm[J]. *Neuroradiology*, 2021, 63(9): 1549-1561. DOI: 10.1007/s00234-021-02708-9.
- [31] Karimy JK, Zhang J, Kurland DB, et al. Inflammation-dependent cerebrospinal fluid hypersecretion by the choroid plexus epithelium in posthemorrhagic hydrocephalus[J]. *Nat Med*, 2017, 23(8): 997-1003. DOI: 10.1038/nm.4361.
- [32] Juliet PA, Frost EE, Balasubramaniam J, et al. Toxic effect of blood components on perinatal rat subventricular zone cells and oligodendrocyte precursor cell proliferation, differentiation and migration in culture[J]. *J Neurochem*, 2009, 109(5): 1285-1299. DOI: 10.1111/j.1471-4159.2009.06060.x.
- [33] Vinukonda G, Dohare P, Arshad A, et al. Hyaluronidase and hyaluronan oligosaccharides promote neurological recovery after intraventricular hemorrhage[J]. *J Neurosci*, 2016, 36(3): 872-889. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3297-15.2016.
- [34] Schulz LN, Varghese A, Michenkova M, et al. Neuroinflammatory pathways and potential therapeutic targets in neonatal post-hemorrhagic hydrocephalus[J]. *Pediatr Res*, 2025, 97(4): 1345-1357. DOI: 10.1038/s41390-024-03733-z.
- [35] Whitelaw A, Lee-Kelland R. Repeated lumbar or ventricular punctures in newborns with intraventricular haemorrhage[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 4: CD000216. DOI: 10.1002/14651858.CD000216.pub2.
- [36] Whitelaw A. Repeated lumbar or ventricular punctures in newborns with intraventricular hemorrhage[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2001, (1): CD000216. DOI: 10.1002/14651858.CD000216.
- [37] Cheng YK, Liu CL. Antibiotic-impregnated external ventricular drainage for the management of post-hemorrhagic hydrocephalus in low birth weight premature infants following intraventricular hemorrhage [J]. *Childs Nerv Syst*, 2022, 38(8): 1567-1572. DOI: 10.1007/s00381-022-05542-3.
- [38] Lai GY, Chu-Kwan W, Westcott AB, et al. Timing of temporizing neurosurgical treatment in relation to shunting and neurodevelopmental outcomes in posthemorrhagic ventricular dilatation of prematurity: a Meta-analysis[J]. *J Pediatr*, 2021, 234: 54-64. e20. DOI: 10.1016/j.jpeds.2021.01.030.
- [39] Peretta P, Ragazzi P, Carlino CF, et al. The role of Ommaya reservoir and endoscopic third ventriculostomy in the management of post-hemorrhagic hydrocephalus of prematurity[J]. *Childs Nerv Syst*, 2007, 23(7): 765-771. DOI: 10.1007/s00381-006-0291-4.
- [40] Brouwer AJ, Groenendaal F, Han KS, et al. Treatment of neonatal progressive ventricular dilatation: a single-centre experience[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2015, 28 (Suppl 1): 2273-2279. DOI: 10.3109/14767058.2013.796167.
- [41] Jian L, Hang-song S, Zheng-lang L, et al. Implantation of Ommaya reservoir in extremely low weight premature infants with posthemorrhagic hydrocephalus: a cautious option[J]. *Childs Nerv Syst*, 2012, 28(10): 1687-1691. DOI: 10.1007/s00381-012-1847-0.
- [42] Wellons JC, Shannon CN, Holubkov R, et al. Shunting outcomes in posthemorrhagic hydrocephalus: results of a Hydrocephalus Clinical Research Network prospective cohort study[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2017, 20(1): 19-29. DOI: 10.3171/2017.1.PEDS16496.
- [43] Limbrick DD, Mathur A, Johnston JM, et al. Neurosurgical treatment of progressive posthemorrhagic ventricular dilation in preterm infants: a 10-year single-institution study[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2010, 6(3): 224-230. DOI: 10.3171/2010.5.PEDS1010.
- [44] Lam HP, Heilman CB. Ventricular access device versus ventriculosubgaleal shunt in post hemorrhagic hydrocephalus associated with prematurity[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2009, 22(11): 1097-1101. DOI: 10.3109/14767050903029576.
- [45] Wang JY, Amin AG, Jallo GI, et al. Ventricular reservoir versus ventriculosubgaleal shunt for posthemorrhagic hydrocephalus in preterm infants: infection risks and ventriculoperitoneal shunt rate[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2014, 14(5): 447-454. DOI: 10.3171/2014.7.PEDS13552.
- [46] Davis AS, Hintz SR, Goldstein RF, et al. Outcomes of extremely preterm infants following severe intracranial hemorrhage[J]. *J Perinatol*, 2014, 34(3): 203-208. DOI: 10.1038/jp.2013.162.
- [47] Radic JA, Vincer M, McNeely PD. Outcomes of intraventricular hemorrhage and posthemorrhagic hydrocephalus in a population-based cohort of very preterm infants born to residents of Nova Scotia from 1993 to 2010[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2015, 15(6): 580-588. DOI: 10.3171/2014.11.PEDS14364.
- [48] Bir SC, Konar S, Maiti TK, et al. Outcome of ventriculoperitoneal shunt and predictors of shunt revision in infants with posthemorrhagic hydrocephalus[J]. *Childs Nerv Syst*, 2016, 32(8): 1405-1414. DOI: 10.1007/s00381-016-3090-6.
- [49] Bock HC, Feldmann J, Ludwig HC. Early surgical management and long-term surgical outcome for intraventricular hemorrhage-related posthemorrhagic hydrocephalus in shunt-treated premature infants[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2018, 22(1): 61-67. DOI: 10.3171/2018.1.PEDS17537.
- [50] Chittiboina P, Pasioka H, Sonig A, et al. Posthemorrhagic hydrocephalus and shunts: what are the predictors of multiple revision surgeries? [J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2013, 11(1): 37-42. DOI: 10.3171/2012.8.PEDS11296.

- [51] Reinprecht A, Dietrich W, Berger A, et al. Posthemorrhagic hydrocephalus in preterm infants: long-term follow-up and shunt-related complications[J]. *Childs Nerv Syst*, 2001,17(11):663-669. DOI: 10.1007/s00381-001-0519-2.
- [52] Harada A. Permanent surgical treatment for posthemorrhagic hydrocephalus in preterm infants[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2023, 66(3): 281-288. DOI: 10.3340/jkns.2023.0044.
- [53] Heep A, Engelskirchen R, Holschneider A, et al. Primary intervention for posthemorrhagic hydrocephalus in very low birthweight infants by ventriculostomy[J]. *Childs Nerv Syst*, 2001,17(1-2):47-51. DOI: 10.1007/s003810000363.
- [54] Köksal V, Öktem S. Ventriculosubgaleal shunt procedure and its long-term outcomes in premature infants with post-hemorrhagic hydrocephalus[J]. *Childs Nerv Syst*, 2010, 26(11):1505-1515. DOI: 10.1007/s00381-010-1118-x.
- [55] De Angelis LC, Parodi A, Sebastiani M, et al. External ventricular drainage for posthemorrhagic ventricular dilatation in preterm infants: insights on efficacy and failure[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2021,28(5): 563-571. DOI: 10.3171/2021.5.PEDS20928.
- [56] Di Rocco C, Massimi L, Tamburrini G. Shunts vs endoscopic third ventriculostomy in infants: are there different types and/or rates of complications? A review [J]. *Childs Nerv Syst*, 2006, 22(12): 1573-1589. DOI: 10.1007/s00381-006-0194-4.
- [57] Sewell E, Cohen S, Zaniletti I, et al. Surgical interventions and short-term outcomes for preterm infants with post-haemorrhagic hydrocephalus: a multicentre cohort study[J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2024, 110(1): 10-16. DOI: 10.1136/archdischild-2024-327084.
- [58] Ojo OA, Bankole OB, Kanu OO, et al. Efficacy of endoscopic third ventriculostomy in the management of hydrocephalus in children under 2 years of age: experience from a tertiary institution in Nigeria[J]. *Niger J Clin Pract*, 2015, 18(3): 318-322. DOI: 10.4103/1119-3077.153245.
- [59] Rasul FT, Marcus HJ, Toma AK, et al. Is endoscopic third ventriculostomy superior to shunts in patients with non-communicating hydrocephalus? A systematic review and meta-analysis of the evidence[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2013,155(5):883-889. DOI: 10.1007/s00701-013-1657-5.
- [60] Piatt JH, Garton HJ. Clinical diagnosis of ventriculoperitoneal shunt failure among children with hydrocephalus[J]. *Pediatr Emerg Care*, 2008, 24(4): 201-210. DOI: 10.1097/PEC.0b013e31816a8d43.
- [61] Bouras T, Sgouros S. Complications of endoscopic third ventriculostomy[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2011, 7(6): 643-649. DOI: 10.3171/2011.4.PEDS10503.
- [62] Javadpour M, Mallucci C, Brodbelt A, et al. The impact of endoscopic third ventriculostomy on the management of newly diagnosed hydrocephalus in infants[J]. *Pediatr Neurosurg*, 2001,35(3):131-135. DOI: 10.1159/000050406.
- [63] Zaben M, Manivannan S, Sharouf F, et al. The efficacy of endoscopic third ventriculostomy in children 1 year of age or younger: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2020, 26: 7-14. DOI: 10.1016/j.ejpn.2020.02.011.
- [64] Park YS, Kotani Y, Kim TK, et al. Efficacy and safety of intraventricular fibrinolytic therapy for post-intraventricular hemorrhagic hydrocephalus in extreme low birth weight infants: a preliminary clinical study[J]. *Childs Nerv Syst*, 2021, 37(1):69-79. DOI: 10.1007/s00381-020-04766-5.
- [65] Whitelaw A, Evans D, Carter M, et al. Randomized clinical trial of prevention of hydrocephalus after intraventricular hemorrhage in preterm infants: brain-washing versus tapping fluid[J]. *Pediatrics*, 2007, 119(5): e1071-1078. DOI: 10.1542/peds.2006-2841.
- [66] Luyt K, Jary S, Lea C, et al. Ten-year follow-up of a randomised trial of drainage, irrigation and fibrinolytic therapy (DRIFT) in infants with post-haemorrhagic ventricular dilatation[J]. *Health Technol Assess*, 2019, 23(4):1-116. DOI: 10.3310/hta23040.
- [67] Yapıcıoğlu H, Narlı N, Satar M, et al. Intraventricular streptokinase for the treatment of posthaemorrhagic hydrocephalus of preterm[J]. *J Clin Neurosci*, 2003,10(3): 297-299. DOI: 10.1016/s0967-5868(03)00028-6.
- [68] Whitelaw A, Odd DE. Intraventricular streptokinase after intraventricular hemorrhage in newborn infants[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2007, (4): CD000498. DOI: 10.1002/14651858.CD000498.pub2.
- [69] McCarthy KD, Reed DJ. The effect of acetazolamide and furosemide on cerebrospinal fluid production and choroid plexus carbonic anhydrase activity[J]. *J Pharmacol Exp Ther*, 1974,189(1):194-201.
- [70] Kennedy CR, Ayers S, Campbell MJ, et al. Randomized, controlled trial of acetazolamide and furosemide in posthemorrhagic ventricular dilation in infancy: follow-up at 1 year[J]. *Pediatrics*, 2001,108(3):597-607. DOI: 10.1542/peds.108.3.597.
- [71] Libenson MH, Kaye EM, Rosman NP, et al. Acetazolamide and furosemide for posthemorrhagic hydrocephalus of the newborn[J]. *Pediatr Neurol*, 1999, 20(3): 185-191. DOI: 10.1016/s0887-8994(98)00127-1.
- [72] Beaino G, Khoshnood B, Kaminski M, et al. Predictors of cerebral palsy in very preterm infants: the EPIPAGE prospective population-based cohort study[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2010, 52(6): e119-125. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2010.03612.x.
- [73] Law JB, Wood TR, Gogcu S, et al. Intracranial hemorrhage and 2-year neurodevelopmental outcomes in infants born extremely preterm[J]. *J Pediatr*, 2021, 238: 124-134. e10. DOI: 10.1016/j.jpeds.2021.06.071.
- [74] Akyol Ozkara K, Alan S, Ozalp Akin E, et al. School age outcomes of very premature infants randomized to cord milking versus early cord clamping at birth[J]. *Eur J Pediatr*, 2025,184(7):462. DOI: 10.1007/s00431-025-06299-y.
- [75] Payne AH, Hintz SR, Hibbs AM, et al. Neurodevelopmental outcomes of extremely low-gestational-age neonates with low-grade periventricular-intraventricular hemorrhage [J]. *JAMA Pediatr*, 2013, 167(5): 451-459. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2013.866.
- [76] Mukerji A, Shah V, Shah PS. Periventricular/intraventricular hemorrhage and neurodevelopmental outcomes: a Meta-analysis[J]. *Pediatrics*, 2015, 136(6): 1132-1143. DOI: 10.1542/peds.2015-0944.
- [77] Rees P, Callan C, Chadda KR, et al. Preterm brain injury and neurodevelopmental outcomes: a Meta-analysis[J]. *Pediatrics*, 2022, 150(6): e2022057442. DOI: 10.1542/peds.2022-057442.
- [78] Ybarra M, Chau V, Au-Young SH, et al. Low-grade germinal matrix hemorrhage-intraventricular hemorrhage and concomitant preterm brain injuries: neurodevelopmental outcomes at 3 years of age[J]. *J Pediatr*, 2025,286:114713. DOI: 10.1016/j.jpeds.2025.114713.

