

· 专家共识 ·

新生儿及婴儿颅脑超声专家共识

中国医药教育协会超声医学专业委员会儿童超声学组 中华医学会儿科学分会超声医学筹备学组

我国颅脑超声开展于 20 世纪 80 年代, 经新生儿学和超声影像学工作者多年努力, 此项技术已得到广泛应用, 基于超声在儿科疾病诊断中的应用, 已有《新生儿颅脑超声诊断学》^[1]《小儿超声诊断学》^[2]和《小儿超声诊断学手册》^[3]等专著出版。2018 年和 2019 年中国医药教育协会超声医学专业委员会儿童超声学组核心专家, 讨论了颅脑超声操作规范及诊断标准的同质性问题, 基于超声诊断的质量控制要求, 撰写了颅脑超声检查规范^[3], 形成了新生儿及婴儿颅脑超声专家共识, 供临床实践参考。

颅脑超声以新生儿和婴儿未闭合的囟门为声窗, 应用超声成像技术对颅内结构进行扫查获取颅脑解剖和病理解剖以及血流诊断信息。为使颅脑超声技术规范、标准地应用于临床和科研工作, 专家组制定了本共识, 共识内容包括适用机构、人员资质与技能要求、适应证、设备、质量与安全、操作技术、超声报告规范描述等。

一、推荐等级方案

推荐意见采用的分级方案见表 1^[4-5]。

表 1 新生儿及婴儿颅脑超声推荐意见分级方案

分级	具体涵义
推荐强度	
A	强烈推荐
B	推荐
C	可选
证据级别	
I 级	基于一项或多项设计良好的随机对照临床试验和(或)队列研究结果
II 级	基于一项或多项具有一致性的前瞻性或回顾性队列研究或病例对照研究结果
III 级	基于临床经验或专家建议

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2021.06.002

通信作者: 夏焙, Email: xiabeimd@qq.com; 罗红, Email:

luohongcd1969@163.com

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

二、适用机构、人员资质与技能要求

(一) 适用机构

各级妇幼保健院、儿童医院和综合性医院的超声医学科、新生儿科以及从事神经系统疾病诊疗的相关学科。

(二) 人员资质与技能要求

1. 资质要求

颅脑超声诊断技术从业者必须取得医师资格证书和医师执业证书, 完成住院医师规范化培训和初级专科培训。

2. 技能要求

设备操作: 掌握仪器调节、探头选择、二维灰阶和彩色多普勒图像调节、脉冲多普勒调节等操作要领。

基本知识: 掌握新生儿及婴儿神经系统的解剖和生理学特点; 掌握颅内出血、脑室周围白质软化、缺氧缺血性脑损伤、脑积水、脑膜炎、脑梗死等病变, 以及先天性畸形的基本声像图表现和诊断标准。

培训要求: 初级培训水平建议为实践操作累计例数 ≥ 100 例, 图像分析 ≥ 100 例。中级培训水平建议为实践操作累计例数 ≥ 200 例, 图像分析 ≥ 200 例。高级培训水平建议为实践操作累计例数 ≥ 300 例, 图像分析 ≥ 300 例^[5]。

三、适应证与禁忌证

(一) 适应证

颅脑超声检查适应证: (1) 头围增大; (2) 颅缝早闭; (3) 先天性畸形; (4) 颅内出血; (5) 缺氧缺血性脑损伤; (6) 脑室扩张或脑积水; (7) 先天性或获得性颅内感染; (8) 脑外伤; (9) 颅内占位性病变; (10) 采用亚低温治疗、体外膜肺支持或应用其他生命支持的患儿; (11) 存在中枢神经系统疾病症状或体征的患儿如癫痫、面部畸形、巨颅、小头畸形和宫内生长受限; (12) 异常情况包括产前异常状况的随访和监测; (13) 必要的术前检查^[6-8]。

(二) 禁忌证

颅脑超声检查无绝对禁忌证。

四、设备

(一) 仪器选择

推荐采用彩色多普勒超声诊断仪, 主要包括二维灰阶、彩色多普勒和脉冲多普勒功能^[9]。建议依据检测诊断内容实施多种超声影像技术的综合应用, 可选择应用三维容积超声(推荐强度: A; 证据级别: I级)。

(二) 探头选择

线阵探头梯形成像、小微凸阵探头, 可较好地利用囟门为声窗提高近场分辨力。在满足显示深度的条件下, 尽量选用较高超声波发射频率的探头。早产儿、足月儿建议用高频率探头(6 MHz以上), 婴儿建议用较低频率的探头(中心频率3~6 MHz)。探头要求在3~10 MHz范围内可调, 或采用多个频段不同探头的组合。

(三) 彩色多普勒及脉冲多普勒调节

为了更好地显示颅内的血管走行, 应限制感兴趣区的大小。彩色多普勒血流成像(color Doppler flow imaging, CDFI)增益的调节, 在不同探头的组合使用中以血流无外溢和无周围彩色噪声为适度。脉冲多普勒与血流方向夹角 $<60^\circ$ 。脉冲多普勒速度量程标尺调节应根据显示的目标不同而实时变动, 大脑前动脉及大脑中动脉(水平段)为40~60 cm/s, 大脑中动脉(外侧裂段)为15~30 cm/s, 大脑中央动脉为10~15 cm/s, 静脉及静脉窦为10~15 cm/s^[10-13]。

五、质量与安全

(一) 最小有效剂量原则

每次检查皆应考虑获益与潜在风险。操作者应熟悉声波输出功率的影响因素, 控制探头在颅脑部位的总扫描时间, 探头扫描不应在固定位置超过必要的时间。不需要二维实时灰阶或多普勒图像采集时, 探头应移开。尽量使用冻结或回放图像进行阅读和讨论。可选用安全的颅脑预置条件检查。

(二) 输出能量

遵循最小有效剂量原则, 即时查看屏幕显示的探头输出功率, 包括颅骨热指数(thermal index for cranial bone, TIC)和机械指数(mechanical index, MI), 确定其在规定的安全范围内。建议安全的输出功率设置为 $TIC < 0.7$, $MI < 0.7$ ^[14]。输出功率设置为 $TIC \leq 0.7$, 声窗扫描无限定时间; $0.7 < TIC \leq$

1.0, 声窗扫描限定60 min; $1.0 < TIC \leq 1.5$, 声窗扫描限定30 min; $1.5 < TIC \leq 2.0$, 声窗扫描限定15 min; $2.0 < TIC \leq 2.5$, 声窗扫描限定4 min; $2.5 < TIC \leq 3.0$, 声窗扫描限定1 min; $MI < 0.7$, 声窗扫描无限定时间^[15-16]。

(三) 感染控制

探头的清洁和消毒应遵循制造商的建议, 并执行所在医院感染控制管理条例^[17]。对特殊感染患儿采用一次性保护套, 包裹探头进行物理隔离。探头使用后应进行表面清洁处理。严格执行院内感染防控规范^[18]。

(四) 生命监测

新生儿重症监护室(neonatal intensive care unit, NICU)和儿童重症监护室(pediatric intensive care unit, PICU)的患儿, 操作时持续监测心电图、呼吸、血氧等生命指征。

六、操作技术

(一) 检查前准备

新生儿及婴儿应注意保暖, 完整暴露检查部位, 局部无创口或留置针。在安静或熟睡状态下完成颅脑超声检查。如婴儿无法配合, 可使用水合氯醛给予药物镇静。

(二) 检查部位及声像图

新生儿及婴儿颅脑超声主要以前囟和颞囟为声窗进行全方位扫查(图1), 显示颅内结构声像, 必要时可增加乳突囟和后囟扫查。检查顺序依次为前囟、颞囟、乳突囟和后囟。采用连续动态扫查, 目标结构应位于图像中央, 图像大小占图像显示深度的2/3~3/4。

1. 经前囟冠状面扫查

图像方位为图像左侧为患儿右侧。扫查切面及显示结构如下^[6-8, 19](推荐强度: A; 证据级别: III级): (1) 大脑额叶至侧脑室前角切面: 扫查从眼眶开始, 深达颅底部, 显示额叶(图2a); (2) 侧脑室前角切面: 显示大脑正中裂(图2b)。彩色多普勒血流图显示大脑中动脉(外侧裂段)(图2b₁), 脉冲多普勒测量双侧大脑中动脉(外侧裂段)收缩期峰值血流速度、舒张末期血流速度以及阻力指数(图2b₂); (3) 侧脑室-室间孔切面: 显示脉络丛自侧脑室至第三脑室、大脑正中裂、扣带回沟、胼胝体、透明隔腔、基底核和大脑外侧裂(图2c); (4) 侧脑室-室间孔偏后切面: 即侧脑室与第三脑室相通处, 显示第三脑室顶和丘脑尾状核沟的脉络

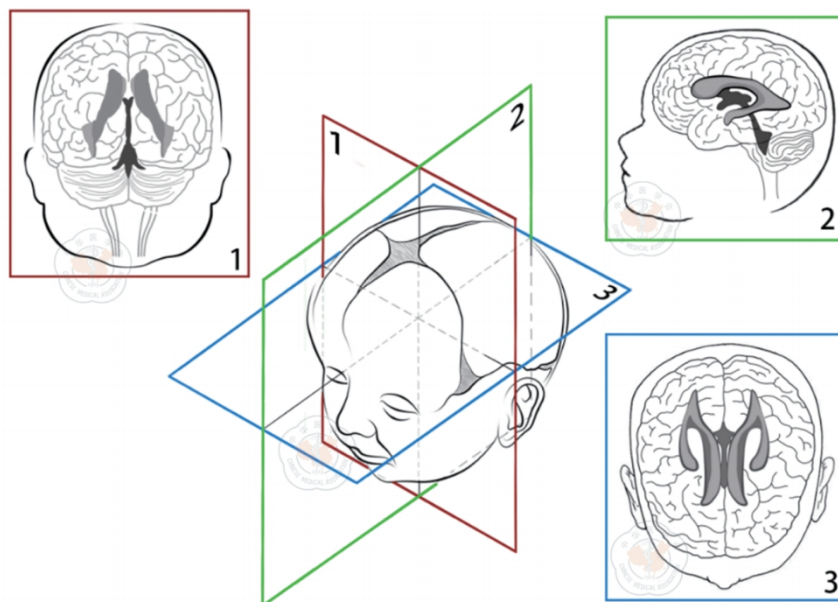


图1 新生儿和婴儿颅脑超声三方位扫描示意图。图中1为冠状切面；2为矢状切面；3为水平切面

丛、丘脑、脑桥及延髓（图2d）；（5）四叠体池和小脑切面：显示小脑蚓部、小脑延髓池（图2e）；（6）侧脑室三角区切面：显示胼胝体压部、脉络丛“八字形”高回声、侧脑室旁的脑白质（图2f）；（7）脑枕叶切面：显示顶叶、枕叶和大脑后正中裂（图2g）；（8）蛛网膜下腔间隙切面：使用高频线阵探头显示浅部额叶、脑周及侧脑室前角。

2. 经前囟矢状面扫描

图像方位为图像左侧为患儿额部，在图像中标注左右。扫描范围从正中至两侧脑岛。扫描切面及显示结构如下^[6-8, 19]（推荐强度：A；证据级别：III级）：（1）正中矢状切面：显示脑正中线上解剖结构，包括胼胝体、透明隔腔、Vergae腔、第三脑室和第四脑室、中脑导水管、脑干、小脑、小脑延髓池（图3a）。彩色多普勒血流图显示大脑前动脉、大脑大静脉以及直窦（图3a₁），脉冲多普勒测量大脑前动脉收缩期峰值血流速度、舒张末期血流速度以及阻力指数，大脑大静脉及直窦血流速度（图3a₂~3a₄）；（2）侧脑室旁矢状切面：显示大部分侧脑室结构（内含脉络丛）、脑室周围白质（图3b）；（3）脑岛旁矢状切面：显示位于颞叶内侧面的脑岛（图3c）。

3. 经颞囟扫描

图像方位为图像左侧为患儿额部，在图像中标注左右。扫描切面及显示结构如下^[20]（推荐强度：A；证据级别：III级）：较高层面显示丘脑基底核区域的

一部分（图4a），较低层面显示中脑水平大脑脚（图4b）。彩色多普勒血流图显示前方的颅底动脉环（图4a₁）。脉冲多普勒测量大脑中动脉（水平段）收缩期峰值血流速度、舒张末期血流速度以及阻力指数（图4a₂）。

4. 经乳突窗扫描（选用）

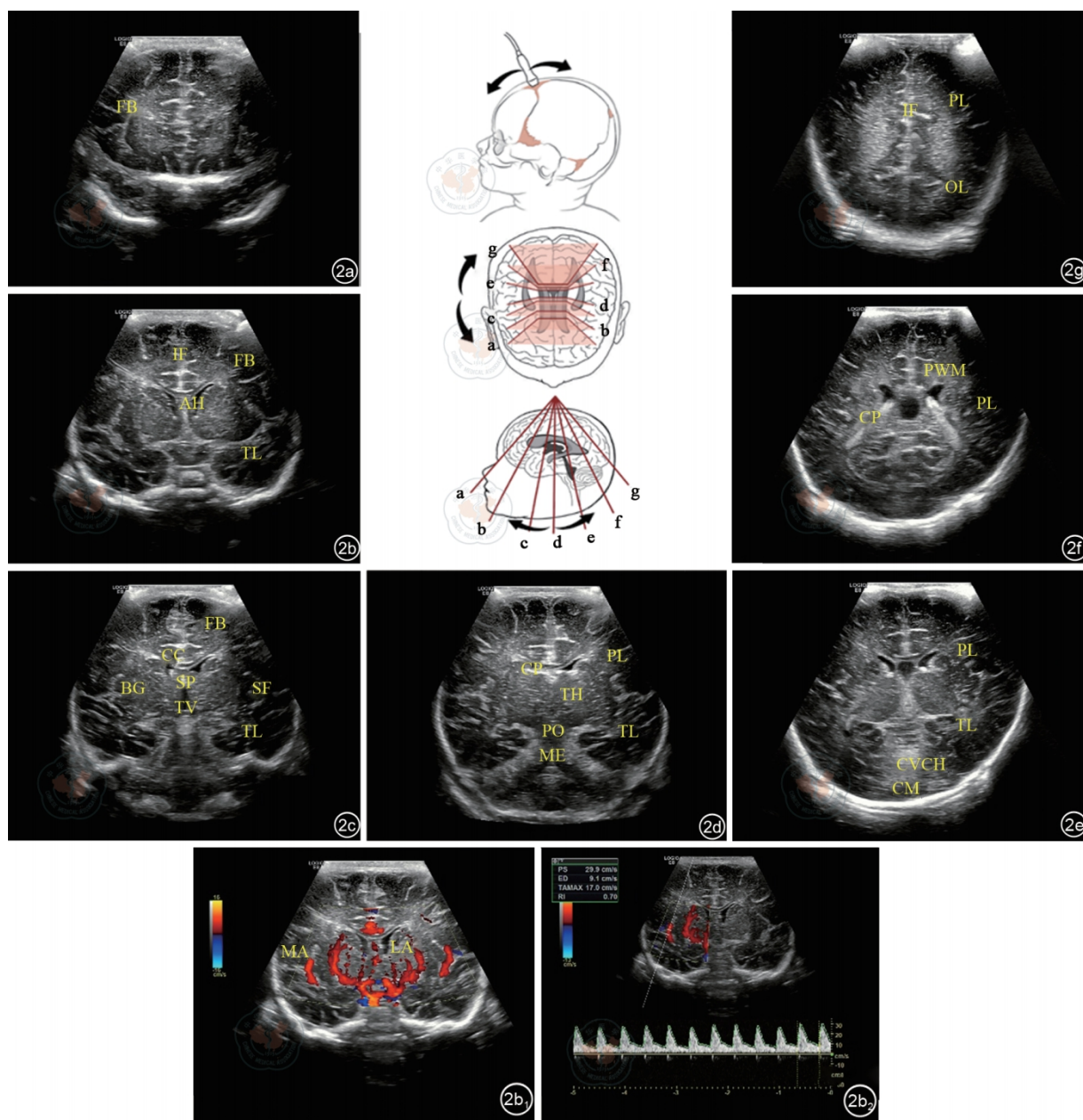
图像方位为图像左侧为患儿额部，在图像中标注左右。扫描切面及显示结构如下^[21-22]（推荐强度：A；证据级别：III级）：经乳突窗探查主要用于显示脑干、第四脑室、小脑蚓部（图5a，5c）和小脑半球（图5b）。

5. 经后囟扫描（选用）

图像方位为图像左侧为患儿右侧。经后囟扫描可显示脑后部的结构，弥补经前囟扫描的不足^[23-24]（推荐强度：B；证据级别：I级）。

6. 脑超声测量（选用）

主要用于测量脑室的大小及其变化，包括侧脑室前角内径、侧脑室体部内径、第三脑室横径和丘-枕距。超声测量切面及内容如下^[8, 21, 25-26]（推荐强度：B；证据级别：III级）：（1）侧脑室前角内径：在前囟冠状面侧脑室前角切面，测量前角中1/2处的垂直内径（图6a，6a₁）；（2）第三脑室横径：在前囟冠状面第三脑室切面，测量其最大横径（图6b，6b₁）；（3）侧脑室体部内径：在前囟旁矢状切面，丘脑尾状核沟处测量体部的垂直内径（图6c，6c₁）；（4）丘-枕距：前囟旁矢状切面显示



注:FB为额叶;IF为大脑正中裂;PL为顶叶;OL为枕叶;AH为前角;TL为颞叶;PWM为侧脑室旁脑白质;CP为脉络丛;CC为胼胝体;SP为透明隔腔;BG为基底核;TV为第三脑室;SF为大脑外侧裂;TH为丘脑;PO为脑桥;ME为延髓;CV为小脑蚓部;CM为小脑延髓池;CH为小脑半球;MA为大脑中动脉;LA为豆纹动脉

图2 颅脑超声经前囟冠状面扫查图。经前囟冠状面扫查示意图中a~g分别表示经前囟冠状面不同扫查方向的7个切面;图a~g分别对应示意图中切面a~g(a为大脑额叶切面;b为侧脑室前角切面;c为侧脑室室间孔切面;d为侧脑室室间孔偏后切面;e为四叠体池和小脑切面;f为侧脑室三角区切面;g为脑枕叶切面);图b₁、b₂分别为侧脑室前角切面大脑中动脉彩色多普勒血流图、大脑中动脉脉冲多普勒流速曲线

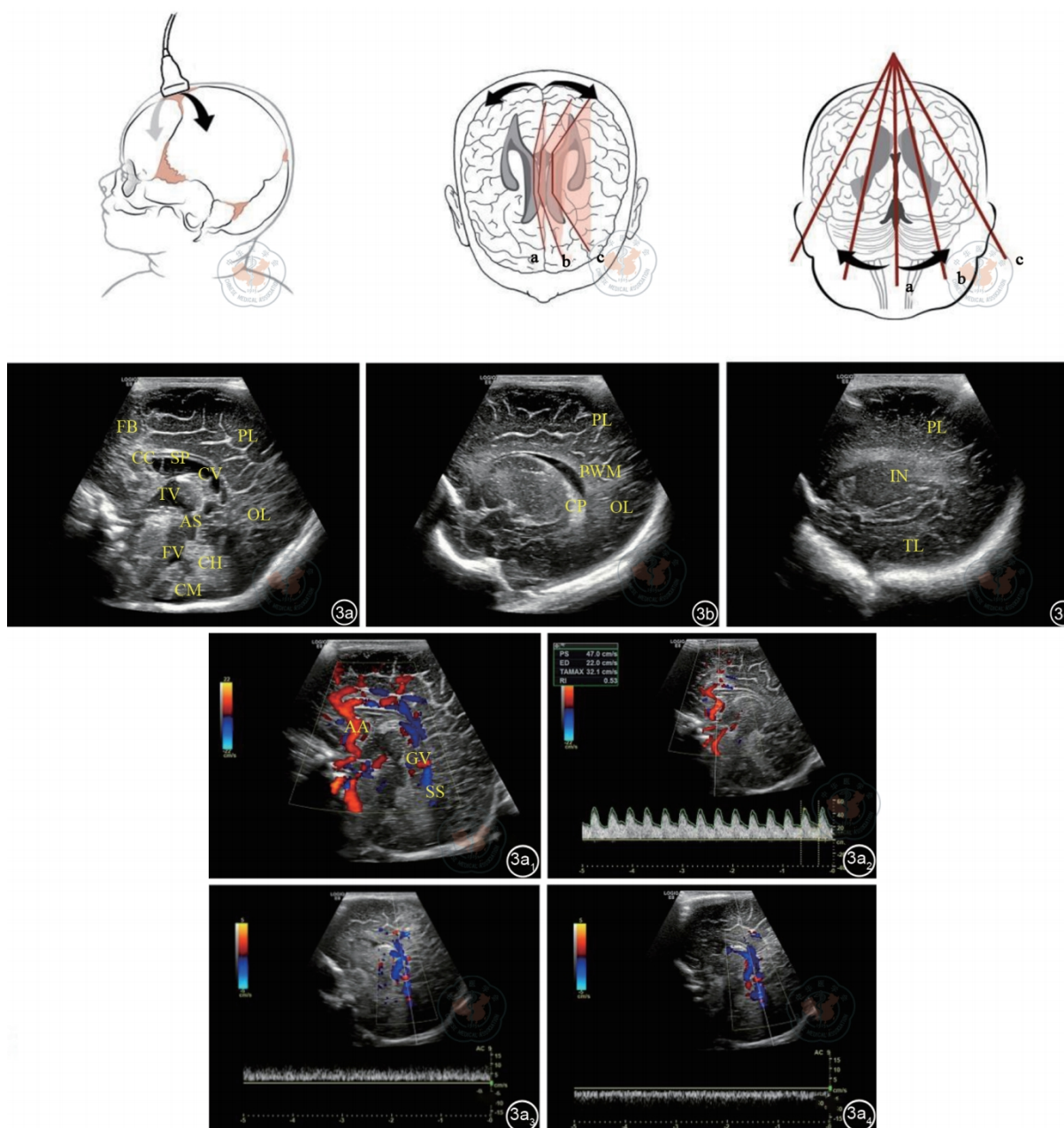
整个侧脑室结构,测量丘脑后缘至枕角的最大距离(图6c, 6c₂)。

七、推荐应用疾病

(一) 颅内出血

颅内出血是新生儿常见疾病,严重者伴有神经精神后遗症。颅内出血包括脑室内出血、硬脑

膜下出血、蛛网膜下腔出血和小脑出血等。其中早产儿脑室内出血分为4级^{[27] 637}: I级为出血局限于室管膜下; II级为脑室内出血,不伴有脑室扩张; III级为脑室内出血伴脑室扩张和(或)出血占据脑室的50%以上; IV级为脑室内出血伴脑室周围白质出血性梗死。



注: FB为额叶;CC为胼胝体;SP为透明隔腔;CV为Vergae腔;PL为顶叶;TV为第三脑室;AS为中脑导水管;OL为枕叶;FV为第四脑室;CM为小脑延髓池;CH为小脑半球;PWM为侧脑室旁脑白质;CP为脉络丛;IN为脑岛;TL为颞叶;AA为大脑前动脉;GV为大脑大静脉;SS为直窦

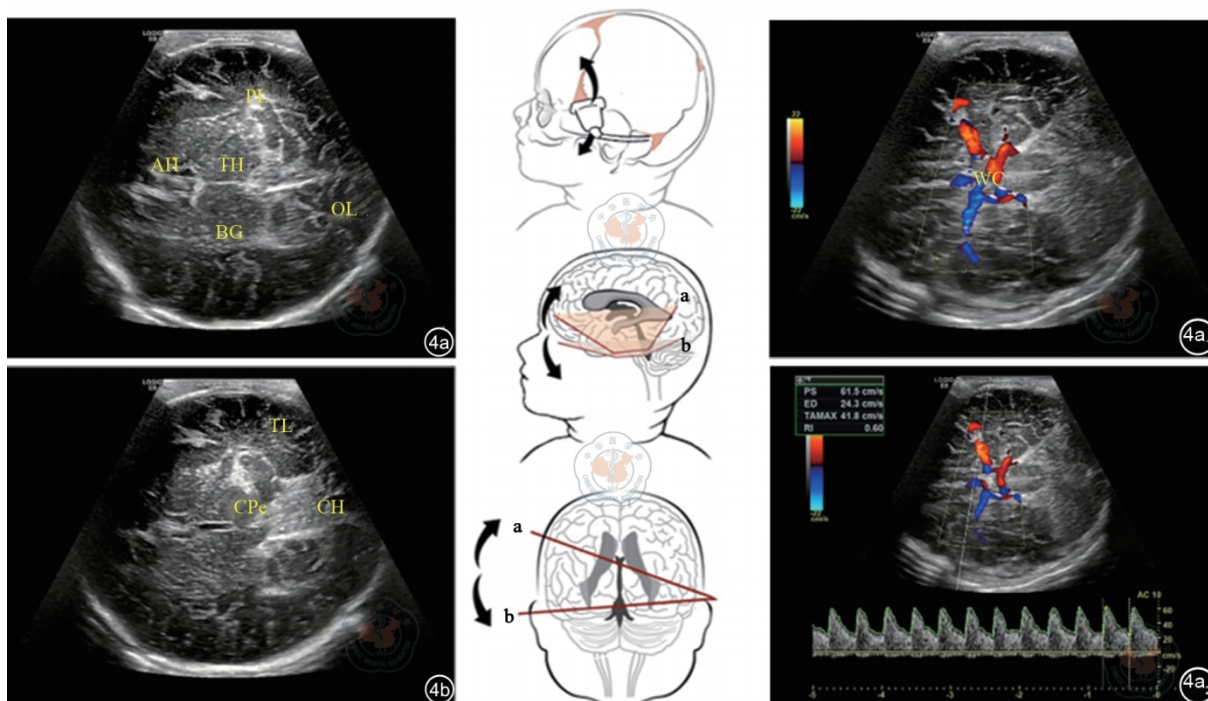
图3 颅脑超声经前凶矢状面扫查图。经前凶矢状面扫查示意图中a~c分别表示经前凶矢状面不同扫查方向的3个切面;图a~c分别对应示意图中切面a~c(a为正中矢状切面;b为旁矢状切面;c为脑岛切面);图a₁~a₄分别为正中矢状切面大脑前动脉彩色多普勒血流图、大脑前动脉脉冲多普勒流速曲线、大脑大静脉脉冲多普勒流速曲线、直窦脉冲多普勒流速曲线

(二) 脑室周围白质软化

脑室周围白质软化是早产儿脑缺血所致最常见的脑损伤。早期为白质水肿期;2~4周时显示大小不一的单灶或多灶性软化灶;3~4个月后软化灶较小者变小至消失,较大者长期存在^[28-29]。

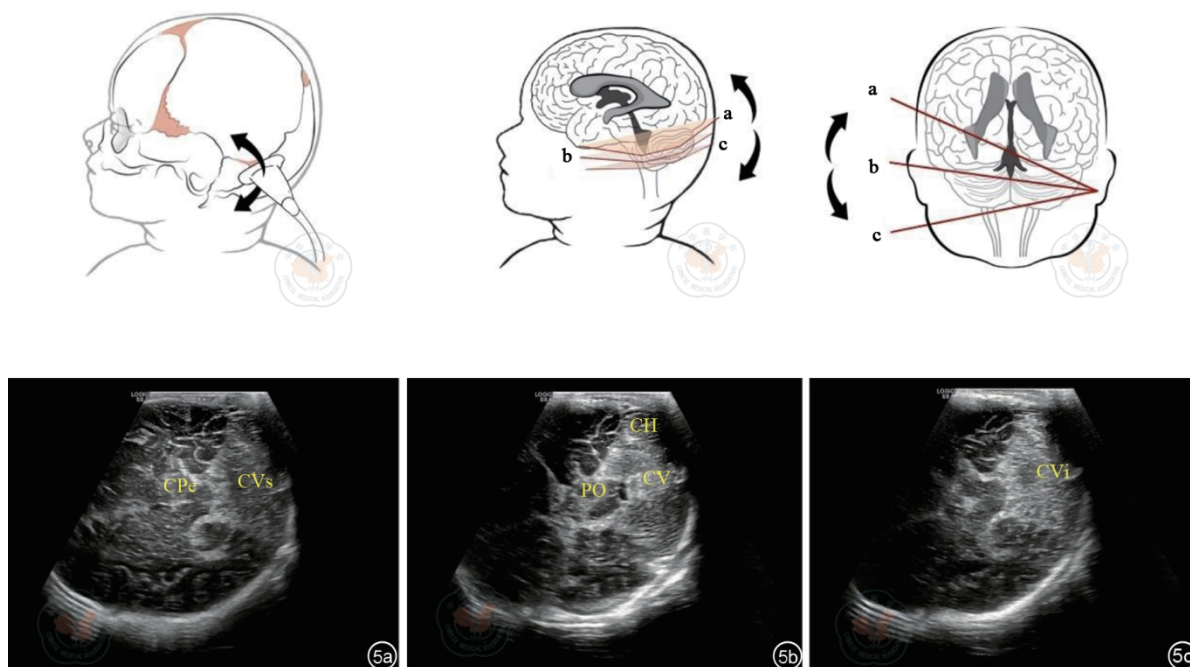
(三) 脑积水

脑积水是脑脊液动力学失衡导致的脑脊液聚积。表现为侧脑室和(或)第三、四脑室扩张,伴有明显张力感。梗阻性脑积水可显示为阻塞部位以上脑室明显扩张,阻塞部位以下脑室正常或



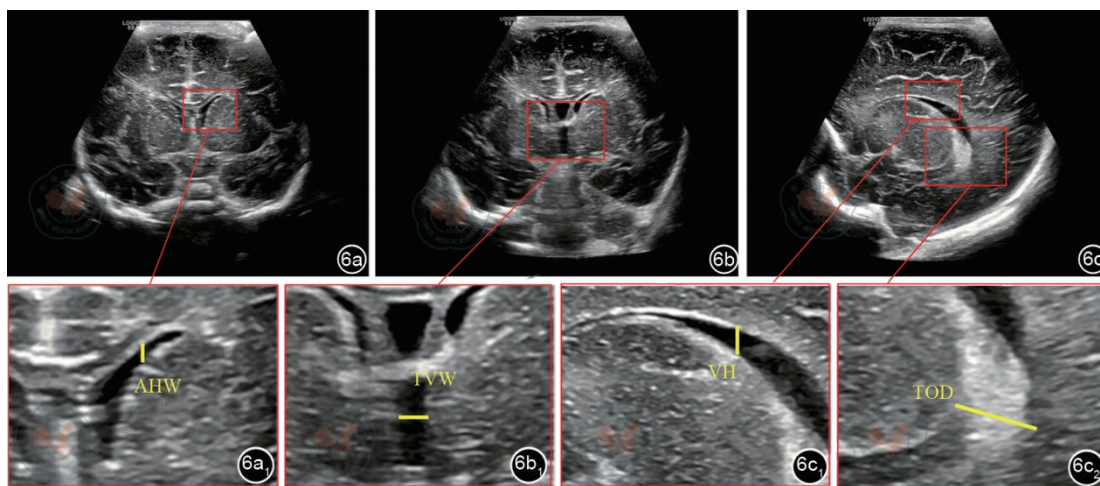
注:AH为前角;TH为丘脑;BG为基底核;PL为顶叶;OL为枕叶;TL为颞叶;CPe为大脑脚;CH为小脑半球;WC为颅底动脉环

图4 颅脑超声经颞窗中窝扫查图。经颞窗中窝扫查示意图中a、b分别表示经颞窗中窝不同扫查方向的2个切面;图a、b分别对应示意图中切面a、b(a为丘脑基底核水平切面;b为大脑脚水平切面);图a₁、a₂分别为丘脑基底核水平切面彩色多普勒颅底动脉环、大脑中动脉(水平段)脉冲多普勒流速曲线



注:CPe为大脑脚;CVs为小脑上蚓部;CV为小脑蚓部;PO为脑桥;CH为小脑半球;CVi为小脑下蚓部

图5 颅脑超声经乳突窗后颅窝扫查图。经乳突窗后颅窝扫查示意图中a~c分别表示经乳突窗后颅窝不同扫查方向的3个切面;图a~c分别对应示意图中切面a~c(a为上蚓部水平切面;b为第四脑室水平切面;c为下蚓部水平切面)



注: AHW为前角内径(垂直); TVW为第三脑室横径; VH为侧脑室体部内径(垂直); TOD为丘-枕距

图6 颅脑超声测量图。图a为测量前角内径(图a₁中黄色直线为前角内径); 图b为测量第三脑室横径(图b₁中黄色直线为第三脑室横径); 图c为测量侧脑室体部内径(图c₁中黄色直线为侧脑室体部内径)和丘-枕距(图c₂中黄色直线为丘-枕距)

缩小^[30-31] [27] 685。

(四) 缺氧缺血性脑损伤

缺氧缺血性脑损伤是导致永久性神经损伤的重要原因之一。轻度脑水肿声像图变化可以不明显; 中重度脑损伤脑整体结构模糊、清晰度减低^[32-34]。轻度脑水肿脑血流可以是正常的; 中、重度脑损伤阻力指数异常增高或异常减低^[35]。

(五) 脑梗死(选用)

脑梗死以大脑中动脉最常受累。大脑中动脉主干供血区域早期可出现大片状稍高回声区, 高于对侧相应部位, 边界不清, 1周后梗死灶边界变清楚, 2~3周后严重的出现液化改变^[36]。

(六) 细菌性脑膜炎

细菌性脑膜炎早期最常见的声像图表现是脑膜增厚、回声增强, 脑沟增宽, 部分会伴发脑膜下积液。脑膜炎可并发脑脓肿形成。弥漫性脑萎缩、脑多发软化灶是脑膜炎的并发症^[37]。

(七) 脑脓肿

脑脓肿常继发于严重的脑膜炎, 可发生于脑实质的不同部位。早期为局部失去脑沟回纹理, 液化后显示较厚的囊壁, 需要与脑实质出血的吸收阶段鉴别。

(八) 先天性畸形

先天性畸形包括: (1) 神经管畸形中的脑膨出及脑膜膨出表现为颅骨缺损处伴有脑组织和(或)脑膜膨出; (2) 透明隔腔缺如表现为前角间无透明隔, 前角融合, 前角融合处顶部呈凹陷

状; (3) 胼胝体缺如以胼胝体完全缺失为主要表现, 第三脑室扩大并向头侧移位, 侧脑室前角增大并向外侧移位, 透明隔腔消失^[38]; (4) 无脑回畸形表现为脑沟回完全消失, 表面光滑; (5) 部分脑回缺如显示脑回数目减少, 病变侧大脑半球明显增大、皮质增厚、脑室增大^[39]; (6) 先天性蛛网膜囊肿表现为脑内囊状无回声, 囊肿与侧脑室不连通; (7) Dandy-Walker 畸形主要表现为小脑蚓部及小脑半球发育不全, 第四脑室扩大, 小脑延髓池扩大, 后颅窝形成囊肿, 以及梗阻性脑积水。

八、颅脑超声报告规范

颅脑超声报告建议包含以下基本内容: (1) 脑中线是否偏移, 双侧脑回声是否对称; (2) 脑沟回纹理清晰程度, 脑皮质、白质以及基底核区的回声是否增强、是否均匀; (3) 透明隔腔、Vergae腔以及中间帆腔是否残存。侧脑室、第三脑室、中脑导水管、第四脑室是否扩张, 内有无异常回声; (4) 双侧脉络丛是否对称, 形态是否正常, 回声是否均匀; (5) 小脑位置及形态是否正常, 回声是否均匀; (6) 脉冲多普勒超声描述大脑前动脉、大脑中动脉和中央动脉(选用)的峰值血流速度以及阻力指数; (7) 主要病变的描述。

九、局限性

新生儿及婴儿颅脑超声检查对硬膜下出血和蛛网膜下腔出血诊断不敏感; 对于脑实质的腔隙状、灶状梗死或出血诊断不敏感, 有漏诊可能; 对于炎症反应

较轻的早期化脓性脑膜炎诊断不敏感。以上均需动态观察并结合其他影像学检查方法进行综合评估。

参与共识撰写及讨论的专家

执笔专家

刘 磊 夏 焙 罗 红 尹立雪

审校专家(按姓氏拼音首字母排序)

陈文娟(湖南省儿童医院)

陈亚青(上海交通大学医学院附属新华医院)

金 梅(成都市妇女儿童中心医院)

刘百灵(西安市儿童医院)

罗 红(四川大学华西第二医院)

孙颖华(复旦大学附属儿科医院)

汤泽中(北京大学第一医院)

田家玮(哈尔滨医科大学附属第二医院)

王 岚(吉林大学第一医院)

王 莽(重庆医科大学附属儿童医院)

夏 焙(深圳市儿童医院)

叶菁菁(浙江大学医学院附属儿童医院)

尹立雪(四川省医学科学院·四川省人民医院)

周丛乐(北京大学第一医院)

专家组成员(按姓氏拼音首字母排序)

蔡贵榕(成都市金牛区妇幼保健院)

曹海玮(开封市儿童医院)

陈晓康(厦门市儿童医院)

高 虹(昆明市儿童医院)

高 峻(华中科技大学附属武汉儿童医院)

蒋健穗(柳州市妇幼保健院)

蒋江帆(南宁市妇幼保健院)

蒋双兰(东莞市儿童医院)

雷 琳(十堰市太和医院)

林 洲(深圳市儿童医院)

刘 磊(深圳市儿童医院)

刘庆华(山东大学齐鲁儿童医院)

刘晓峰(榆林市儿童医院)

陆双泉(苏州大学附属儿童医院)

马晓静(复旦大学附属儿科医院)

马晓娟(成都市第一人民医院)

毛利萍(洛阳市妇幼保健院)

彭晓卫(江西省儿童医院)

阮琴韵(福州医科大学附属第一医院)

史莉玲(山西省儿童医院)

苏仙练(莆田学院附属医院)

王 丹(河南省儿童医院)

王芳韵(首都医科大学北京儿童医院)

王竞宇(成都市龙泉驿区第一人民医院)

魏宏英(包头市儿童医院)

温 红(惠州市中心人民医院)

项霞青(无锡市儿童医院)

谢 峰(兰州市第二人民医院)

谢铁峰(中山市人民医院)

徐世亮(海口市人民医院)

杨舒萍(福建医科大学附属漳州市医院)

张翠明(山西医科大学附属二院)

郑春华(首都儿科研究所附属儿童医院)

朱张茜(温州市人民医院 温州市妇女儿童医院)

绘 图

唐子鉴(深圳市儿童医院)

参 考 文 献

- 1 周丛乐. 新生儿颅脑超声诊断学 [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2007: 1-306.
- 2 夏焙. 小儿超声诊断学 [M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 1-740.
- 3 夏焙, 张玉奇. 小儿超声诊断学手册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 1-376.
- 4 Jaworska J, Komorowska-Piotrowska A, Pomiećko A, et al. Consensus on the application of lung ultrasound in pneumonia and bronchiolitis in children [J]. Diagnostics (Basel), 2020, 10(11): 935.
- 5 Singh Y, Tissot C, Fraga MV, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Pediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC) [J]. Crit Care, 2020, 24(1): 65.
- 6 Rumack CM, Levine D. Neonatal and infant brain imaging [M] // Diagnostic ultrasound. 5th ed. Philadelphia: Elsevier, 2018: 1511-1572.
- 7 Siegel M. Pediatric Sonography [M]. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011: 43-117.
- 8 AIUM practice parameter for the performance of neurosonography in neonates and infants [J]. J Ultrasound Med, 2020, 39(5): E57-E61.
- 9 Soetaert AM, Lowe LH, Formen C. Pediatric cranial Doppler sonography in children: non-sickle cell applications [J]. Curr Probl Diagn Radiol, 2009, 38(5): 218-227.
- 10 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): 698-706.
- 11 Cuzzilla R, Spittle AJ, Lee KJ, et al. Postnatal brain growth assessed by sequential cranial ultrasonography in infants born <30 weeks' gestational age [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2018, 39(6): 1170-1176.
- 12 Elmfors AF, Sandgren T, Ford K, et al. Normal values of the resistivity index of the pericallosal artery with and without compression of the anterior fontanelle [J]. Pediatr Radiol, 2019, 49(5): 646-651.
- 13 Forster DE, Koumoundouros E, Saxton V, et al. Cerebral blood flow velocities and cerebrovascular resistance in normal term neonates in the first 72 hours [J]. J Paediatr Child Health, 2018, 54(1): 61-68.
- 14 The british medical ultrasound society. Guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound equipment prepared by the safeth group of the british medical ultrasound society [J]. Ultrasound, 2010, 18(2): 52-59.
- 15 Barnett SB, Ter Haar GR, Ziskin MC, et al. International recommendations and guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound in medicine [J]. Ultrasound Med Biol, 2000, 26(3): 355-366.
- 16 Lalzad A, Wong F, Singh N, et al. Knowledge of safety, training, and

- practice of neonatal cranial ultrasound: a survey of operators [J]. *J Ultrasound Med*, 2018, 37(6): 1411-1421.
- 17 张小敏. 医院感染管理应用于超声科中的价值 [J]. *中国医药管理杂志*, 2017, 25(2): 37-39.
 - 18 周丛乐, 汤泽中. 新生儿颅脑超声诊断学 [M]. 2 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2020: 18-20.
 - 19 Slovis TL, Bulas DI, Nelson MD. Neonatal brain imaging [M] // Slovis TL, Coley BD, Bulas DI, et al. *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging*. Philadelphia: Elsevier, 2008: 398-429.
 - 20 Luna JA, Goldstein RB. Sonographic visualization of neonatal posterior fossa abnormalities through the posterolateral fontanelle [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2000, 174(2): 561-567.
 - 21 Steggerda SJ, de Bruïne FT, Smits-Wintjens VE, et al. Ultrasound detection of posterior fossa abnormalities in full-term neonates [J]. *Early Hum Dev*, 2012, 88(4): 233-239.
 - 22 Steggerda SJ, van Wezel-Meijler G. Cranial ultrasonography of the immature cerebellum: role and limitations [J]. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2016, 21(5): 295-304.
 - 23 Correa F, Enriquez G, Rossello J, et al. Posterior fontanelle sonography: an acoustics window into the neonatal brain [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2004, 25(7): 1274-1282.
 - 24 Di Salvo DN. A new view of the neonatal brain: clinical utility of supplemental neurologic US imaging windows [J]. *Radiographics*, 2001, 21(4): 943-955.
 - 25 Nyhsen CM, Humphreys H, Nicolau C, et al. Infection prevention and ultrasound probe decontamination practices in Europe: a survey of the European Society of Radiology [J]. *Insights Imaging*, 2016, 7(6): 841-847.
 - 26 Dorner RA, Burton VJ, Allen MC, et al. Preterm neuroimaging and neurodevelopmental outcome: a focus on intraventricular hemorrhage, post-hemorrhagic hydrocephalus, and associated brain injury [J]. *J Perinatol*, 2018, 38(11): 1431-1443.
 - 27 Inder TE, Perlman JM, Volpe JJ. Preterm Intraventricular Hemorrhage/Posthemorrhagic hydrocephalus [M] // Volpe's *Neurology of the Newborn*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier, 2018: 637, 685.
 - 28 Leijser LM, de Bruïne FT, van der Grond J, et al. Is sequential cranial ultrasound reliable for detection of white matter injury in very preterm infants? [J]. *Neuroradiology*, 2010, 52(5): 397-406.
 - 29 周丛乐. 早产儿脑室旁白质损伤的诊断与评价 [J]. *实用儿科临床杂志*, 2009, 24(14): 1051-1054.
 - 30 Brouwer MJ, de Vries LS, Groenendaal F, et al. New reference values for the neonatal cerebral ventricles [J]. *Radiology*, 2012, 261(1): 224-231.
 - 31 Zhang XH, Qiu SJ, Chen WJ, et al. Predictive value of cranial ultrasound for neurodevelopmental outcomes of very preterm infants with brain injury [J]. *Chin Med J*, 2018, 131(8): 920-926.
 - 32 Maller VV, Choudhri AF, Cohen HL. Neonatal head ultrasound: a review and update-part 2: the term neonate and analysis of brain anomalies [J]. *Ultrasound Q*, 2019, 35(3): 212-223.
 - 33 Orman G, Benson JE, Kweldam CF, et al. Neonatal head ultrasonography today: a powerful imaging tool! [J]. *J Neuroimaging*, 2015, 25(1): 31-55.
 - 34 Cassia GS, Faingold R, Bernard C, et al. Neonatal hypoxic-ischemic injury: sonography and dynamic color Doppler sonography perfusion of the brain and abdomen with pathologic correlation [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2012, 199(6): 743-752.
 - 35 Kumar AS, Chandrasekaran A, Asokan R, et al. Prognostic value of resistive index in neonates with hypoxic ischemic encephalopathy [J]. *Indian Pediatr*, 2016, 53(12): 1079-1082.
 - 36 汤泽中, 周丛乐, 王红梅, 等. 新生儿脑梗死早期诊断方法的探讨 [J]. *中华围产医学杂志*, 2009, 12(4): 281-284.
 - 37 Yikilmaz A, Taylor GA. Sonographic findings in bacterial meningitis in neonates and young infants [J]. *Pediatr Radiol*, 2008, 38(2): 129-137.
 - 38 Broumandi DD, Hayward UM, Benzian JM, et al. Best cases from the AFIP: hemimegalencephaly [J]. *Radiographics*, 2004, 24(3): 843-848.
 - 39 Babyn P, Chuang S, Daneman A, et al. Sonographic recognition of unilateral megalencephaly [J]. *J Ultrasound Med*, 1992, 11(10): 563-566.

(收稿日期: 2021-03-30)

(本文编辑: 汪荣)

中国医药教育协会超声医学专业委员会儿童超声学组, 中华医学会儿科学分会超声医学筹备学组. 新生儿及婴儿颅脑超声专家共识 [J/OL]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2021, 18(6): 534-542.