

· 论著 ·

儿童脑积水额角-枕角比的月龄依赖性与分层特征研究



全文二维码

张津维¹ 吴水华¹ 袁丽平² 阳治国³

¹中南大学湘雅医学院附属儿童医院 湖南省儿童医院神经外科,长沙 410007; ²中南大学湘雅医学院附属儿童医院 湖南省儿童医院康复中心,长沙 410007; ³邵阳县人民医院神经外科,邵阳 422100

通信作者:吴水华,Email: 292454021@qq.com

【摘要】 目的 评估儿童脑积水额角-枕角比(fronto occipital horn ratio, FOHR)的月龄依赖性,将 FOHR 与 Evans 指数(Evans index, EI)并行对照,探讨不同病因、解剖生理类型及月龄分层下 FOHR 的分布特征,为临床量化评估提供依据。 **方法** 本研究为回顾性队列研究。收集 2017 年 8 月至 2025 年 8 月中南大学湘雅医学院附属儿童医院(湖南省儿童医院)神经外科收治的 223 例脑积水患儿临床资料,按照病因(出血相关/结构性梗阻/获得性损伤/炎症)、解剖生理类型(交通性/非交通性/混合)分组;按照月龄分层,采用 Spearman 相关、Kruskal-Wallis 检验,结合敏感性分析验证结论稳健性。 **结果** 患儿月龄 6.0(3.0, 19.5)个月, FOHR 0.559(0.493, 0.615)、EI 0.506(0.418, 0.588); FOHR 与月龄呈中等负相关($\rho = -0.337, P < 0.001$),与 EI 高度正相关($\rho = 0.762, P < 0.001$);不同病因/解剖生理类型组间 FOHR 分布差异无统计学意义($P > 0.05$),轻度、中度、重度 FOHR 构成比分别为 28.3%、40.4%、31.4%。 **结论** FOHR 具有显著月龄依赖性,与 EI 量化一致性高,适用于儿童脑积水全年龄段随访;临床解读需结合月龄与症状,以 EI 互证,不同病因/解剖生理类型均需警惕重度脑室扩张风险。

【关键词】 脑积水; 额角-枕角比; 月龄依赖性; 儿童; Evans 指数**基金项目:**湖南省自然科学基金资助项目(2025JJ50682);湖南省卫生健康科研课题(20255490)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202510005

Age dependence and stratification characteristics of FOHR in children with hydrocephalus

Zhang Jinwei¹, Wu Shuihua¹, Yuan Liping², Yang Zhiguo³

¹ Department of Neurosurgery, Affiliated Children's Hospital, Xiangya School of Medicine, Central South University (Hunan Children's Hospital), Changsha 410007, China; ² Rehabilitation Center, Affiliated Children's Hospital, Xiangya School of Medicine, Central South University (Hunan Children's Hospital), Changsha 410007, China;

³ Department of Neurosurgery, Shaoyang County People's Hospital, Shaoyang 422100, China

Corresponding author: Wu Shuihua, Email: 292454021@qq.com

【Abstract】 Objective To evaluate the age dependence of frontal occipital horn ratio (FOHR) in children with hydrocephalus and compare FOHR with Evans index (EI) in parallel. The distribution characteristics of FOHR under different etiologies, anatomical and physiological types and age stratification were explored to provide rationales for clinical quantitative evaluation. **Methods** A retrospective analysis was conducted for the relevant clinical data of 223 children with hydrocephalus admitted into Hunan Children's Hospital from August 2017 to August 2025. They were assigned into groups based upon the causes (hemorrhage related/structural obstruction/acquired injury/inflammation) and anatomical type (communicating/non communicating/mixed). Spearman's correlation, Kruskal Wallis test and age stratification analysis were employed. And sensitivity analysis was utilized for verifying the robustness of the conclusions. **Results** The results showed that patient age was 6(3, 19.5) month with a FOHR of 0.559 (0.493, 0.615) and an EI of 0.506 (0.418, 0.588); FOHR was correlated moderately negatively with age ($\rho = -0.337, P < 0.001$) and highly positively with EI ($\rho = 0.762, P < 0.001$); No statistically significant difference existed in the distribution of FOHR among different etiologies/types of groups ($P > 0.05$). And the proportions of mild, moderate and severe FOHR were 28.3%,

40.4% and 31.4%, respectively. **Conclusions** FOHR has significant age dependence and high consistency with EI quantification, making it suitable for full age follow-ups of children with hydrocephalus; Clinical interpretation should be based upon age and symptoms, with mutual confirmation of EI. Different etiologies/types should raise a high alert for the risk of severe ventricular dilation.

【Key words】 Hydrocephalus; Fronto-Occipital Horn Ratio; Age Dependency; Pediatrics; Evans Index

Fund program: Hunan Provincial Natural Science Foundation of China (2025JJ50682); Hunan Provincial Healthcare Research Grant (20255490)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202510005

脑积水是儿童常见中枢神经系统疾病,其新生儿患病率在高收入国家为 1/1 000 ~ 2/1 000,低收入国家则更高^[1]。全球每年新增小儿脑积水病例超 40 万,80% 以上集中在发展中国家^[2]。该疾病可由先天性发育异常、肿瘤、出血、感染、外伤等多种病因引发,各月龄阶段均可能发病,尤其多见于婴幼儿群体。临床上,准确评估脑室扩大程度是脑积水诊断、治疗决策及预后判断的关键。传统评估指标 Evans 指数(Evans index, EI)仅通过测量双侧脑室额角最宽处与颅内径的比值反映额角宽度,存在评估维度单一的局限。额角-枕角比(frontooccipital horn ratio, FOHR)是近年来应用于儿童脑积水诊治的新型简便指标,其测量方式为:在轴位经双侧室间孔(Monro 孔)平面,测量双侧脑室额角与枕角内侧壁间距之和,再除以同层面最大颅内横径即双顶径(biparietal diameter, BPD)的 2 倍^[3]。已有研究证实,FOHR 与实际脑室体积高度相关,且观察者间一致性良好(组内相关系数 intraclass correlation coefficient, ICC > 0.9),评估效果优于主观分级^[3]。目前 FOHR 已在多种影像模态中广泛应用于儿童脑积水的影像学评估^[4]。尽管 FOHR 应用前景良好,但当前关于该指标与儿童月龄的关联,以及不同病因、不同解剖生理类型患儿基线 FOHR 分布的全龄段、分层研究仍较为匮乏。基于此,本研究系统评估 FOHR 的月龄依赖性及分层特征,并与 EI 进行并行对照,旨在为儿童脑积水的临床量化评估与治疗决策提供更全面的依据。

资料与方法

一、研究对象

本研究为回顾性队列研究。收集中南大学湘雅医学院附属儿童医院(湖南省儿童医院)神经外科 2017 年 8 月至 2025 年 8 月收治的 223 例脑积水患儿临床资料,其中男 136 例、女 87 例;月龄 6.0 (3.0, 19.5)个月。病例纳入标准:①首次手术治疗

前完成颅脑影像学检查,并行 FOHR 与 EI 测量;②月龄 ≤ 18 岁;③经临床症状与影像学检查综合评估确诊为脑积水,或影像学检查提示存在侧脑室扩张。排除标准:①影像资料缺失无法测量 FOHR;②月龄信息缺失;③明确为脑萎缩/代偿性脑室扩大,且临床未诊断脑积水;④明显颅骨重塑或严重颅骨畸形,无法测量 BPD。收集患儿月龄(早产儿以矫正月龄为准)、性别、胎龄、病因、解剖生理类型、术前是否行脑脊液临时引流等资料。本研究通过中南大学湘雅医学院附属儿童医院(湖南省儿童医院)伦理委员会审核批准(HCHLL-2025-369),并因回顾性研究豁免患儿及家属知情同意。

二、分组方式

按照不同病因将患儿分为 3 组:①出血相关组:由颅内出血引起的脑积水(如早产儿脑室内出血后脑积水等);②结构性梗阻组:由解剖结构异常导致脑脊液循环受阻的脑积水,包括先天性发育畸形(如中脑导水管狭窄、Dandy-Walker 综合征等)、脑肿瘤及囊肿引起的阻塞性脑积水;③获得性损伤/炎症组:由后天损伤或炎症导致的脑积水,如外伤后脑积水、感染后脑积水。根据脑积水的不同解剖生理类型分为:①非交通性脑积水:脑室系统某处阻塞导致的脑脊液积聚;②交通性脑积水:脑脊液吸收障碍或过度分泌导致脑室系统积液,脑室与蛛网膜下腔交通通畅;③混合型脑积水:兼有梗阻及交通性因素的脑积水。本研究在统计分析中将非交通性与混合型合并为一组,与交通性构成二分类,病因分组和解剖生理类型分组相互独立交叉,每例患儿可分别归类于上述病因组和解剖生理类型组。

三、主要变量及观察指标

①月龄:指患儿入院时实际月龄(早产儿以矫正月龄为准)。本研究预先将月龄划分为 0 ~ 6 个月(不含 6 个月)、6 ~ 12 个月(不含 12 个月)、12 ~ 24 个月(不含 24 个月)、24 ~ 60 个月(不含 60 个月)、≥ 60 个月 5 个阶段,用以刻画影像线性指标

(FOHR、EI)在不同发育阶段的分布与一致性^[5-9]。

②FOHR:入院时 FOHR 测量值(未手术干预时),在轴位室间孔水平测量双侧额角最大内径(F)和双侧后角(三角部/枕角)侧壁间最大内径(O),再测量该层面双顶径的距离(BPD),计算 $FOHR = \frac{F+O}{2 \times BPD}$ (图 1A)。

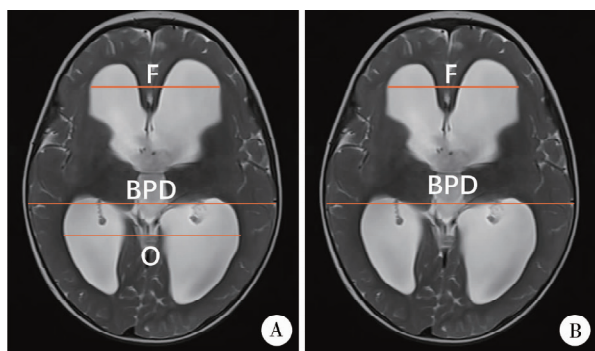
③EI:入院时 Evans 指数测量值(未手术干预时),在轴位室间孔水平测量双侧额角最大内径(F),测量该层面双顶径的距离(BPD),计算 $EI = \frac{F}{BPD}$ (图 1B)。

④病因分组:出血相关组 63 例(28.3%)、结构性梗阻组 113 例(50.7%)、获得性损伤/炎症组 47 例(21.1%)。

⑤解剖生理类型分组:交通性 114 例(51.1%)、非交通性 88 例(39.5%)、混合型 21 例(9.4%)(为便于统计比较,表中合并呈现为“非交通性/混合”)。

⑥术前临时引流:记录患儿在最终手术(分流或脑室镜等)前是否接受过脑脊液临时引流措施(如外引流等)。该因素可能影响基线影像时脑室大小,用于敏感性分析。

⑦FOHR 与 EI 比较时的月龄分层:参考儿童颅骨生长、囟门发育以及在脑积水治疗中已被验证的月龄分层。其生物学合理性包括:前囟多在 12~18 个月闭合,总体脑体积 2 岁时达成人的 80%~90%,5~6 岁接近成人水平(约 95%),提示 12 个月、24 个月、60 个月为具有可解释性的发育切点^[5-9]。



注 A:FOHR 测量的方式; B:EI 测量的方式; F:双侧额角最大内径; O:双侧后角(三角部/枕角)侧壁间最大内径; BPD:双顶径的距离

图 1 额角-枕角比与 Evans index 测量的示意图

Fig.1 Schematic Diagram of FOHR and EI Measurements

四、统计学处理

使用 SPSS 26.0 进行统计分析。连续变量经 Shapiro-Wilk 正态性检验均不服从正态分布,故以 $M(Q_1, Q_3)$ 描述;分类变量以频数、构成比表示。采用 Spearman 秩相关分别评估月龄与 FOHR、EI 的相关性,并计算 FOHR 与 EI 的相关性;为获得区间估计,使用 Bootstrap(300 次)计算 95% CI。采用 Kruskal-

Wallis 秩和检验比较病因分组与解剖生理类型分组之间 FOHR、EI 的分布差异;采用卡方检验比较 FOHR 严重度分层 [<0.50 (不含 0.50)、 $0.50 \sim 0.60$ (不含 0.60)、 ≥ 0.60] 的构成比。分别比较各分层内 FOHR、EI 的分布差异 (Kruskal-Wallis 秩和检验),并行两两 Mann-Whitney U 检验 (Holm 法校正多重比较);各层内拟合 $EI = a \times FOHR + b$ 并报告 a, b, R^2 。通过比较含交互项与不含交互项的线性模型, F 检验评估斜率是否随月龄层改变。为检验主要结论的稳健性,设置两类敏感性分析:①剔除术前行脑脊液临时引流者后,按上述流程重复相关分析、组间比较与分层线性拟合;②采用 ETVSS 月龄层替代主分析分层,重复分层比较、线性拟合与交互项检验,以验证不同月龄分层体系下结论的一致性。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结果

一、FOHR 与年龄的相关性

Spearman 秩相关显示,月龄与 FOHR 呈显著负相关 ($\rho = -0.337, P < 0.001$; Bootstrap [$B = 300$] 95% CI: $-0.462 \sim -0.203$),提示月龄越大,基线脑室扩大量级相对越轻。以 $\log(\text{月龄})$ 替代后,相关方向与强度基本一致 ($\rho = -0.337, P < 0.001$; Bootstrap 95% CI: $-0.462 \sim -0.203$),表明不同月龄转换方式对相关结论无明显影响。见表 1。

表 1 脑积水患儿 FOHR 与月龄的相关性分析

Table 1 Correlation analysis of FOHR and age

变量	Spearman ρ 值	P 值	Bootstrap 95% CI 值
月龄 & FOHR	-0.337	<0.001	-0.462 ~ -0.203
$\log(\text{月龄})$ & FOHR	-0.337	<0.001	-0.462 ~ -0.203
FOHR & EI	0.762	<0.001	0.698 ~ 0.816

注 FOHR:额角-枕角比值;EI:Evans 指数

二、不同分组患儿的 FOHR 分布

出血相关组 FOHR 0.572 (0.515, 0.614)、结构性梗阻组 FOHR 0.559 (0.492, 0.617)、获得性损伤/炎症组 FOHR 0.546 (0.489, 0.599), 3 组 FOHR 分布差异无统计学意义 ($P = 0.529$);交通性组 FOHR 0.568 (0.504, 0.611)、非交通性组/混合型组 FOHR 0.550 (0.492, 0.618), 差异亦无统计学意义 ($P = 0.530$)。

三、FOHR 与 EI 的对照分析

FOHR 与 EI 整体呈显著正相关(表 1),按预设

月龄层分别拟合线性模型 $EI = a \times FOHR + b$ (表 2)。含交互项与不含交互项模型的 F 检验结果显示, FOHR 对 EI 的影响斜率是否随月龄层改变的总体检验 $P = 0.053$, 但存在边缘差异趋势, 提示发育阶段可能对 FOHR 与 EI 的映射强度存在轻度调制。

表 2 223 例脑积水患儿 EI 与 FOHR 的月龄分层线性拟合

Table 2 Age-stratified linear fits for EI and FOHR

分组	例数	斜率 a	截距 b	R ²
0~6 个月(不含 6 个月)	103	1.1395	-0.1030	0.547
6~12 个月(不含 12 个月)	46	0.9561	-0.0297	0.457
12~24 个月(不含 24 个月)	26	1.2918	-0.2022	0.597
24~60 个月(不含 60 个月)	21	0.7127	0.0859	0.590
≥60 个月	27	0.6236	0.1077	0.355

注 FOHR: 额角-枕角比值; EI: Evans 指数

四、FOHR 严重度的分层构成特征

按预设阈值分层, FOHR < 0.50、0.50~0.60、≥ 0.60 分别占 28.3%、40.4%、31.4%。出血相关组中重度(FOHR ≥ 0.60)比例为 34.9%, 略高于结构性梗阻组(32.7%)与获得性损伤/炎症组(23.4%); 非交通性/混合组 FOHR < 0.50 的比例(35.2%)高于交通性组(23.7%)。不同病因分组($\chi^2 = 2.154, P = 0.373$)与不同解剖生理类型分组($\chi^2 = 2.786, P = 0.251$)下, FOHR 严重度构成比差异均无统计学意义。

五、敏感性分析

月龄与 FOHR 的负相关方向与显著性保持一致($\rho = -0.289, P < 0.001$), FOHR 与 EI 的相关性仍维持较高水平($\rho = 0.774, P < 0.001$)。层内 EI 于不同 FOHR 严重度的差异在前 3 个月龄层均有统计学意义($P < 0.001$), ≥ 10 岁层因样本量较小($n = 12, P = 0.103$), 提示研究结果具有良好稳健性。

讨 论

FOHR 与患儿月龄呈中等负相关($\rho = -0.337, P < 0.001$), 这一结果揭示了儿童脑积水脑室扩张的关键发育相关性特征, 月龄越小, 基线 FOHR 值越高, 脑室扩张程度相对更显著。这一现象的核心机制与不同月龄儿童的颅脑结构发育特点直接相关: 婴幼儿(尤其是 1 岁以内)前囟未闭、颅缝松动, 颅骨可塑性强, 脑脊液积聚时头围可代偿性增大, 脑室能在较低颅内压下明显扩张, 因此就诊时多表现为头颅增大、囟门饱满, 而颅内压增高症状较隐

匿。年长儿童(≥ 2 岁)颅缝已闭合, 颅腔容积固定, 脑脊液积聚后脑室扩张空间受限, 可更早出现头痛、呕吐、视乳头水肿等颅内高压症状, 往往在脑室未达到重度扩张时即接受干预, 导致基线 FOHR 值相对较低。需强调的是, 月龄与 FOHR 的负相关并非提示年长患儿病情更轻。随着神经系统发育成熟, 大脑对脑积水的耐受性下降, 即使中度脑室扩张(FOHR 0.50~0.60)也可能造成明显神经功能损害, 临床需结合症状而非单纯的 FOHR 值判断病情严重程度^[10]。

本研究显示, 不同病因(出血相关/结构性梗阻/获得性损伤/炎症)及解剖生理类型(交通性/非交通性/混合型)患儿的 FOHR 分布差异无统计学意义($P > 0.05$), 但存在值得关注的临床趋势: 出血相关组(多为早产儿脑室出血后脑积水)的重度 FOHR 占比(34.9%)略高于其他组, 因围产期脑室出血后的脑积水进展迅速, 部分低收入地区患儿未及时干预, 可出现极度脑室扩张(FOHR > 0.6 甚至 0.7 以上)。结构性梗阻组(如脑肿瘤、中脑导水管狭窄)的 FOHR 中位数(0.56)相对较低, 因患儿常因明显颅内高压症状在脑室中度扩张时即接受手术治疗, 避免了重度扩张的发生。获得性损伤/炎症组的重度 FOHR 比例最低(23.4%), 感染后脑积水患儿常伴随脑膜脑实质粘连, 部分病例虽脑室仅轻度扩张, 但颅内高压症状已较明显, 无需进展至重度即启动治疗。上述结果提示: 所有类型的儿童脑积水均有 1/4~1/3 可能进展为重度脑室扩张(FOHR ≥ 0.60), 临床需摒弃“特定病因类型风险更低”的固有认知, 对所有患儿需密切监测脑室大小变化, 及时干预^[11-12]。

EI 是传统脑室扩张评估指标, 仅反映额角宽度, 而 FOHR 通过整合额角与枕角间距, 能更全面反映脑室整体扩张程度。本研究证实, FOHR 与 EI 呈高度正相关($\rho = 0.762, P < 0.001$), 且在不同月龄分层中均保持良好一致性。0~6 个月、6~12 个月、12~24 个月、24~60 个月、≥ 60 个月各分层中, EI 与 FOHR 的线性拟合 R² 均在 0.35 以上, 提示两者量化一致性稳定。月龄分层对两者的映射关系存在轻度调制趋势($P = 0.053$), 婴幼儿期(0~24 个月)拟合斜率更高, 说明该阶段 FOHR 对脑室体积变化的敏感性可能更强。这一结果支持临床采用“FOHR + EI 双指标并行评估”策略: FOHR 适用于全龄段儿童脑积水随访, EI 可作为补充互证, 尤其在颅骨畸形、测量条件受限等场景下, 两者结合

能提升评估准确性^[13-14]。

本研究为单中心回顾性设计,导致样本病因构成和诊治策略存在区域特异性,结果普适性需多中心大样本研究验证。未纳入健康儿童的月龄匹配参照数据,也未报告测量者间一致性,可能影响指标的外部推广与测量精度。影像学数据来源于临床常规检查,不同患儿的扫描条件存在差异,虽已测量流程标准化,但仍可能存在轻微测量误差。仅分析基线横断面数据,缺乏术后 FOHR 变化与临床结局(如神经功能恢复、并发症)的关联分析,无法明确 FOHR 对预后的预测价值。未量化后颅窝狭窄、蛛网膜粘连程度等解剖学差异,这些因素可能影响脑脊液动力学及脑室扩张规律,需在后续研究中纳入^[15-16]。尽管存在上述局限,本研究敏感性分析显示核心结论保持稳定,证实研究结果具有一定稳健性。

综上所述,FOHR 具有显著月龄依赖性,与 EI 量化一致性高,适用于儿童脑积水全年龄段随访;临床解读需结合月龄与症状,以 EI 互证,不同病因/类型均需警惕重度脑室扩张风险。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 张津维负责文献检索;张津维负责论文调查设计,张津维、袁丽平、阳治国负责数据收集与统计学分析;张津维负责论文结果撰写;张津维、袁丽平、吴水华负责论文讨论分析;张津维、吴水华负责对文章知识性内容进行审阅

参 考 文 献

- [1] Haizel-Cobbina J, Coompon C, Addy S, et al. Pediatric hydrocephalus management at a major neurosurgical referral center in Kumasi, Ghana [J]. Childs Nerv Syst, 2025, 41 (1): 299. DOI: 10.1007/s00381-025-06960-9.
- [2] Dai YW, Zhong ZS, Qin Y, et al. AI model integrating imaging and clinical data for predicting CSF diversion in neonatal hydrocephalus: a preliminary study [J]. Hum Brain Mapp, 2025, 46 (14): e70363. DOI: 10.1002/hbm.70363.
- [3] 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.
- [4] Sabeti M, Alikhani S, Shakoor MH, et al. Automatic determination of ventricular indices in hydrocephalic pediatric brain CT scan [J]. Interdiscip Neurosurg, 2023, 31: 101675. DOI: 10.1016/j.inat.2022.101675.
- [5] 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.
- [6] SanE, San S, Akgün V, et al. Measures of ventricles and Evans' index; from neonate to adolescent [J]. Pediatr Neurosurg, 2015, 50 (1): 12-17. DOI: 10.1159/000370033.
- [7] Gilmore JH, Knickmeyer RC, Gao W. Imaging structural and functional brain development in early childhood [J]. Nat Rev Neurosci, 2018, 19 (3): 123-137. DOI: 10.1038/nrn.2018.1.
- [8] Kulkarni AV, Drake JM, Kestle JRW, et al. Predicting who will benefit from endoscopic third ventriculostomy compared with shunt insertion in childhood hydrocephalus using the ETV Success Score [J]. J Neurosurg Pediatr, 2010, 6 (4): 310-315. DOI: 10.3171/2010.8.PEDS103.
- [9] Durnford AJ, Kirkham FJ, Mathad N, et al. Endoscopic third ventriculostomy in the treatment of childhood hydrocephalus: validation of a success score that predicts long-term outcome [J]. J Neurosurg Pediatr, 2011, 8 (5): 489-493. DOI: 10.3171/2011.8.PEDS1166.
- [10] Hodler J, Kubik-Huch RA, von Schulthess GK. Diseases of the brain, head and neck, spine 2020-2023: diagnostic imaging [M]. Cham: Springer, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-38490-6.
- [11] Reynolds RA, Ahluwalia R, Krishnan V, et al. Risk factors for unchanged ventricles during pediatric shunt malfunction [J]. J Neurosurg Pediatr, 2021, 28 (6): 703-709. DOI: 10.3171/2021.6.PEDS2125.
- [12] Raybaud C, Krishnan P. Hydrocephalus in children: a neuro-radiological perspective [J]. Neurol India, 2021, 69 (Supplement): S283-S291. DOI: 10.4103/0028-3886.332282.
- [13] Riva-Cambrin J, Kulkarni AV, Burr R, et al. Impact of ventricle size on neuropsychological outcomes in treated pediatric hydrocephalus: an HCRN prospective cohort study [J]. J Neurosurg Pediatr, 2021, 29 (3): 245-256. DOI: 10.3171/2021.8.PEDS21146.
- [14] Otun A, Morales DM, Garcia-Bonilla M, et al. Biochemical profile of human infant cerebrospinal fluid in intraventricular hemorrhage and post-hemorrhagic hydrocephalus of prematurity [J]. Fluids Barriers CNS, 2021, 18 (1): 62. DOI: 10.1186/s12987-021-00295-8.
- [15] 刘祎, 秦齐, 张佳, 等. 婴幼儿脑室出血后脑积水的危险因素分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2024, 23 (3): 242-246. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202208008-008.
- [16] Liu Y, Qin Q, Zhang J, et al. Analysis of risk factors of hydrocephalus after intraventricular hemorrhage in infants [J]. J Clin Ped Sur, 2024, 23 (3): 242-246. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202208008-008.
- [16] Paturu M, Triplett RL, Thukral S, et al. Does ventricle size contribute to cognitive outcomes in posthemorrhagic hydrocephalus? Role of early definitive intervention [J]. J Neurosurg Pediatr, 2022, 29 (1): 10-20. DOI: 10.3171/2021.4.PEDS212.

(收稿日期: 2025-10-08)

本文引用格式:张津维, 吴水华, 袁丽平, 等. 儿童脑积水额角-枕角比的月龄依赖性与分层特征研究 [J]. 临床小儿外科杂志, 2026, 25 (4): 360-364. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202510005.

Citing this article as: Zhang JW, Wu SH, Yuan LP, et al. Age dependence and stratification characteristics of FOHR in children with hydrocephalus [J]. J Clin Ped Sur, 2026, 25 (4): 360-364. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202510005.