

## · 专题 · 儿童脑血管病的介入治疗 ·

## 介入栓塞治疗婴幼儿 Galen 静脉动脉瘤样畸形 2 例并文献综述



全文二维码

张津维 吴水华 苏君 陈朝晖 伍添

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

通信作者: 吴水华, Email: 292454021@qq.com

**【摘要】 目的** 探讨婴幼儿 Galen 静脉动脉瘤样畸形的临床特征、诊断及介入栓塞治疗的效果。

**方法** 回顾性分析 2020 年 1 月至 2022 年 12 月湖南省儿童医院神经外科收治的 2 例 Galen 静脉动脉瘤样畸形患儿临床资料, 并检索 2014 年 1 月至 2024 年 10 月 PubMed、万方医学网和中国知网中介入栓塞治疗婴幼儿 Galen 静脉动脉瘤样畸形相关文献, 总结分析患儿临床特征、分型、诊断、介入栓塞治疗方式及治疗结果。 **结果** 本院收治的 2 例中, 病例 1 术后 12 个月头围 52 cm, 语言和大运动等发育较术前明显改善, 能自行走路, 复查头颅 MRI 提示 Galen 静脉动脉瘤样畸形较术前明显缩小。病例 2 术后 6 个月头围 53.5 cm, 语言发育较术前改善, 复查头颅 MRI 提示 Galen 静脉动脉瘤样畸形较术前无变化, 脑室扩张较前好转, 家属拒绝再次行脑血管造影及介入栓塞治疗, 目前已失访。共检索到符合纳排标准文献 10 篇, 共报道介入栓塞治疗婴幼儿 Galen 静脉动脉瘤样畸形 15 例, 加上本院 2 例, 共 17 例。其中脉络膜型 12 例, 壁内型 5 例; 孕期 B 超检出 3 例; 经静脉介入栓塞 1 例, 经动静脉联合栓塞 1 例, 经动脉介入栓塞 15 例。1 例死亡, 3 例动脉瘤样畸形残留, 13 例治愈 (76.47%)。在术前合并脑积水的 11 例患儿中, 术后完全缓解 7 例、明显缓解 2 例、无缓解 1 例、死亡 1 例。 **结论** Galen 静脉动脉瘤样畸形是一种罕见的颅内血管畸形, 主要临床表现为头围增大、发育落后、心力衰竭, 产前彩超、胎儿磁共振检查是产前诊断的主要手段, 脑血管造影是确诊的金标准, 介入栓塞治疗效果良好。

**【关键词】** 颅内动静脉畸形; Galen 静脉动脉瘤样畸形; 血管内治疗; 栓塞, 治疗性; 婴幼儿**基金项目:** 湖南省自然科学基金资助项目 (2025JJ50682)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202410066-006

**Management of vein of Galen aneurysmal malformation with interventional embolization in infants and children: a report of 2 cases with a literature review**

Zhang Jinwei, Wu Shuihua, Su Jun, Chen Zhaozhui, Wu Tian

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

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

**【Abstract】 Objective** To explore the clinical features, diagnoses and outcomes of interventional embolization for vein of Galen aneurysmal malformation (VGAM) in infants and toddlers. **Methods** Retrospective review was conducted for the relevant clinical data of two children of VGAM from January 2020 to December 2022. And the literature related to the treatment of VGAM with interventional embolization was searched in PubMed, Wanfang Medical Network and China Knowledge Network from January 2014 to October 2024. Clinical characteristics, stages, diagnoses, treatment protocols and treatment outcomes were summarized. **Results** Case 1 had a head circumference of 52 cm during a 12-month follow-up period. Development of speech and gross motor improved significantly as compared with preoperative period. Independent ambulation was feasible. Cranial magnetic resonance imaging (MRI) indicated that VGAM significantly diminished as compared with preoperative period. In case 2, head circumference was 53.5 cm during a 12-month follow-up period. Development of speech and language improved as compared with preoperative period. Cranial MRI revealed that VGAM had no change as compared with preoperative period and dilatation of cerebral ventricles improved as compared with preoperative period. The family declined to undergo cerebral angiography and interventional embolization again.

The patient was lost to follow-ups. Ten articles retrieved from the literature fulfilled the inclusion and exclusion criteria. A total of 15 cases of VGAM in infants and children treated by interventional embolization were reported along with 2 cases at our hospital. The clinical types were choroidal ( $n = 12$ ) and intramural ( $n = 5$ ). Three cases were detected by ultrasound during pregnancy. The procedures included interventional embolization via venous ( $n = 1$ ), combined embolization via arterial-vein embolization ( $n = 1$ ) and trans-arterial interventional embolization ( $n = 15$ ). There were death ( $n = 1$ ) and residual aneurysm-like malformation ( $n = 3$ ). Curative rate was 76.47%. There were preoperative combined hydrocephalus ( $n = 11$ ), postoperative complete relief ( $n = 7$ ), obvious relief ( $n = 2$ ) and non-relief ( $n = 1$ ). **Conclusions** VGAM is a very rare intracranial vascular malformation with major clinical manifestations of expanded head circumference, growth retardation and heart failure. Intrapartum ultrasound and fetal magnetic resonance may aid in intrapartum diagnosis. And cerebral angiography is a gold standard for confirming a diagnosis. Interventional embolization is highly efficacious.

**【Key words】** Intracranial Arteriovenous Malformations; Vein Aneurysmal of Galen Malformation; Endovascular Therapy; Embolization, Therapeutic; Child

**Fund program:** Supported by Hunan Provincial Natural Science Foundation of China(2025JJ50682)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410066-006

Galen 静脉动脉瘤样畸形又称大脑大静脉畸形 (vein of Galen aneurysmal malformation, VGAM), 是脉络膜裂隙中罕见的一种先天性血管畸形, VGAM 属于高流量动静脉瘘, 而不是真正的动脉瘤。VGAM 是由于脉络丛间腔的动脉与胚胎时期前脑正中静脉之间的动静脉发生异常沟通所致。通常情况下前脑正中静脉在胎儿第 11 周逐渐消退, 根据 VGAM 的血管构筑及组织胚胎学过程, Raybaud 等<sup>[1]</sup>认为 VGAM 通常发生在胎儿第 6 ~ 11 周。经查阅文献显示, 自 1937 年 Jaeger 等<sup>[2]</sup>首次描述 VGAM 至今, 文献报告病例数不足 400 例。VGAM 占儿童脑动静脉畸形的 1%<sup>[1,3]</sup>。随着介入栓塞技术及新的介入材料的出现, VGAM 的治疗策略在不断发展, 本文回顾性分析湖南省儿童医院神经外科近期收治的 2 例 VGAM 患儿诊疗经过, 并对近 10 年相关文献进行综述, 供临床医师诊治该病参考。

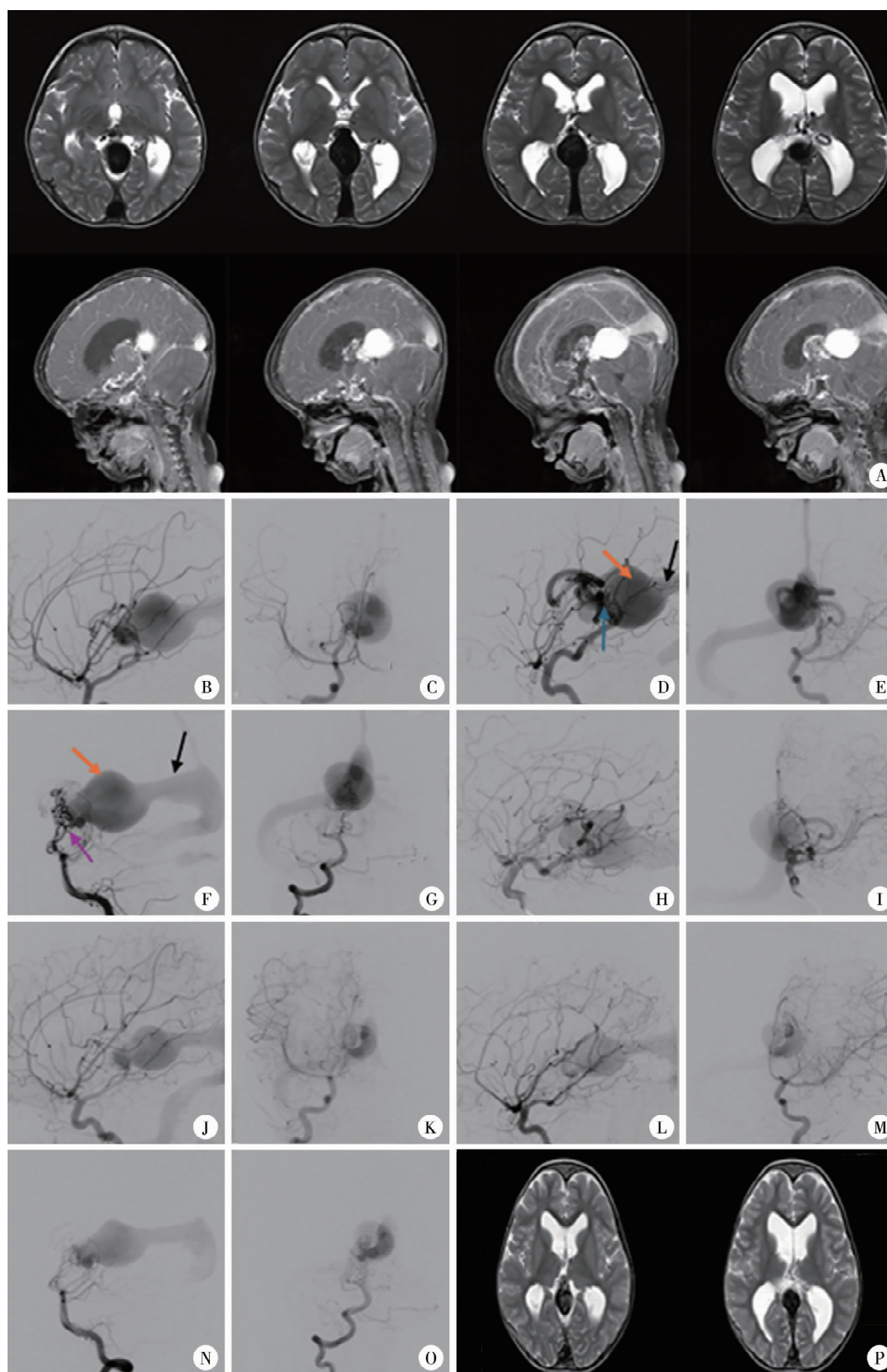
## 资料与方法

### 一、本院收治患儿诊疗情况

病例 1, 女, 2 岁 7 个月, 体重 11 kg, 头围 52 cm。因发育落后就诊。出生时发现头颅较大, 家长未予重视, 1 岁 7 个月时, 头大无明显改善, 遂至当地医院就诊, 考虑缺钙所致, 予口服补钙 2 个月。头围大无明显改善, 语言发育较同龄儿童落后, 易摔跤, 摔倒后难以自行站立。于本院行头颅磁共振平扫加增强 (magnetic resonance imaging, MRI) 检查, 结果提示双侧脑室及第三脑室增宽, 大脑大静脉呈瘤样扩张, 与多个引流静脉相通 (图 1A)。脑血管造影显

示右侧大脑前动脉通过前交通动脉向对侧大脑前动脉供血, 左侧后交通动脉增粗明显, 考虑胚胎型 VGAM。右侧脉络膜前、左侧胚胎型大脑后、丘脑后穿支动脉、脉络膜后内/外侧动脉向大脑大静脉供血, 大脑后大静脉呈瘤样扩张 (图 1B、C、D、E、F、G)。心脏彩超未发现异常。诊断: VGAM (脉络膜型), 脑积水。治疗: 采取静脉吸入全身麻醉下经股动脉分期介入栓塞术, 术前进行全身肝素化 (100 U/kg, 首次最大剂量不超过 3 000 U, 每 1 小时追加 1 次, 剂量为第一次剂量的 1/2), 经股动脉置入 6F 动脉鞘, 将微导管置入目标瘘口, 利用乙烯-乙醇共聚物 (Onyx) 联合电解可脱性微弹簧圈栓塞目标瘘口。第一次栓塞部位为左侧胚胎型大脑后动脉远端最大两支动静脉瘘 (图 1H、I), 2 个月后进行第二次栓塞, 栓塞部位为左侧胚胎型大脑后动脉远端另一支动静脉瘘、右侧脉络膜前供血动脉及部分脉络膜后动脉。术后即刻复查头颅 CT 了解颅内情况, 观察患儿生命体征、瞳孔及精神状态, 股动脉穿刺口处加压包扎 24 h。

病例 2, 男, 5 岁 9 个月, 体重 17 kg, 头围 53 cm, 因语言发育落后来本院就诊, MRI 提示 Galen 静脉动脉瘤样畸形并幕上脑积水与间质性脑水肿 (图 2A)。脑血管造影显示胼周动脉的脉络膜支、双侧脉络膜前动脉、双侧后交通分支及脉络膜后内/外侧动脉及丘脑后分支动脉向大脑大静脉供血, 大脑大静脉呈动脉瘤样扩张 (图 2B、2C、2D、2E、2F、2G)。心脏彩超未发现异常。诊断: VGAM (脉络膜型), 脑积水。采取静脉吸入全身麻醉下经股动脉分期介入栓塞术, 术前进行全身肝素化, 经股动脉

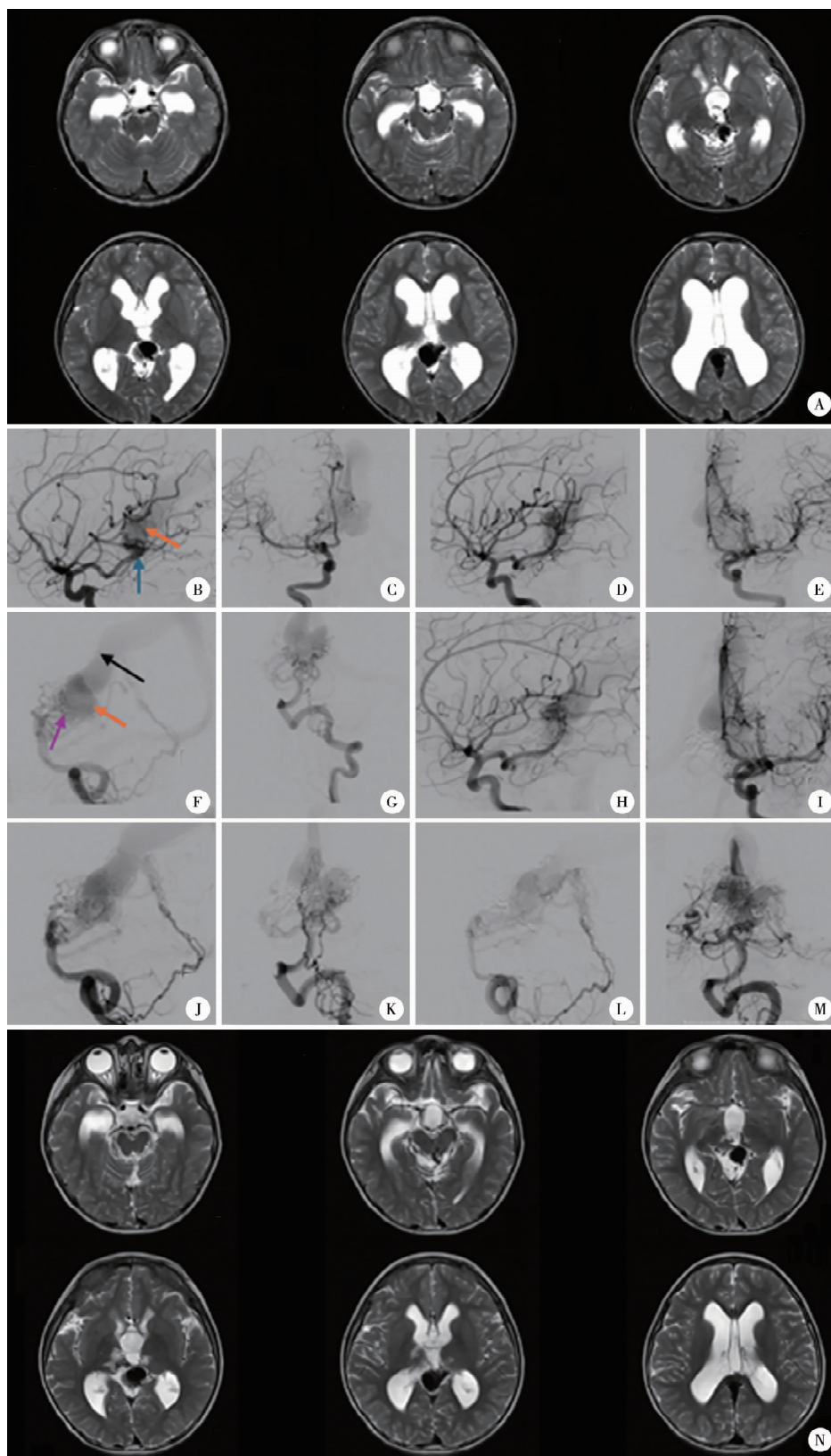


注 A:术前头颅磁共振 T2 轴位像及矢状位增强像; B、C、D、E、F、G:术前脑血管造影右侧颈内动脉侧位、正位片,术前脑血管造影左侧颈内动脉侧位、正位片,术前脑血管造影椎动脉侧位、正位片; H、I:第一次栓塞术后左侧颈内动脉侧位及正位造影片; J、K、L、M、N、O:第二次介入栓塞术后右侧颈内侧位、正位片,左侧颈内侧位、正位片,椎动脉侧位、正位片; P:第二次栓塞术后 1 年复查头颅磁共振 T2 轴位像。蓝色箭头为前组供血动脉;紫色箭头为后组供血动脉;橙色箭头为扩张的 Galen 静脉瘤;黑色箭头为引流静脉

图 1 1 例 31 月龄 Galen 静脉动脉瘤样畸形患儿介入手术前后影像学检查资料 (病例 1)

Fig. 1 Perioperative imaging of a 31-month-old child with VGAM (Case 1)





注 A:术前头颅核磁共振 T2 轴位像; B、C、D、E、F、G:术前脑血管造影右侧颈内动脉侧位、正位片,术前脑血管造影左侧颈内动脉侧位、正位片,术前脑血管造影椎动脉侧位、正位片; H、I、J、K:第一次栓塞术后左侧颈内动脉侧位及正位造影,椎动脉侧位及正位造影; L、M:第二次介入栓塞术后椎动脉侧位、正位片; N:第二次栓塞术后 6 个月复查头颅核磁共振 T2 轴位像。蓝色箭头为前组供血动脉;紫色箭头为后组供血动脉;橙色箭头为扩张的 Galen 静脉瘤;黑色箭头为引流静脉

图 2 1 例 5 岁 9 个月 Galen 静脉动脉瘤样畸形患儿介入手术前后影像学资料(病例 2)

Fig. 2 Perioperative imaging of a 69-month-old child with VGAM (Case 2)

置入 6F 动脉鞘,予微导管置入目标瘘口,利用乙烯-乙醇共聚物(Onyx)联合电解可脱性微弹簧圈栓塞目标瘘口。第一次栓塞部位为左侧后交通动脉远端、左侧脉络膜前、脉络膜后内/外侧动脉瘘口(图 2H、2I、2J、2K)。2 个月后进行第二次栓塞,栓塞部位为脉络膜后内/外侧动脉瘘口(图 2L、2M)。术后即刻复查头颅 CT 了解颅内情况,注意患儿生命体征、瞳孔及精神状态,股动脉穿刺口处加压包扎 24 h。

## 二、文献检索方法

检索 PubMed、万方医学网和中国知网 2014 年 1 月至 2024 年 10 月公开发表的文献,中文检索词为“介入栓塞术”、“婴幼儿”、“Galen 静脉动脉瘤样畸形”、“大脑大静脉畸形”;英文检索词为“interventional embolization”、“Infants”、“Vein of Galen Aneurysmal Malformation”。文献纳入标准:①介入栓塞治疗婴幼儿 Galen 静脉动脉瘤样畸形的病例报告或临床研究;②病例资料齐全,以介入栓塞介绍为主题;③年龄≤6 岁。排除标准:①文献报告病例数据资料不全;②综述、信件、会议摘要或同一数据来源的文献;③文献中讨论 Galen 静脉动脉瘤样畸形并发症。

## 结 果

本院收治的病例 1 于第一次栓塞术后第 7 天出院,出院时神志清楚,双侧瞳孔正常,四肢活动自

如,于第二次栓塞术后 12 个月随访,头围 52 cm,语言和大运动等发育情况较术前明显改善,能自行走路。复查头颅 MRI 提示 Galen 静脉动脉瘤样畸形较术前明显缩小,脑室扩张无明显变化(图 1P)。复查脑血管造影(图 1J、1K、1L、1M、1N、1O)提示仍有多条增粗血管流入 Galen 静脉。患儿目前生长发育正常,脑积水情况未加重。

病例 2 于第一次栓塞术后 7 d 出院,出院时神志清楚,双侧瞳孔正常,四肢活动自如。第二次栓塞术后 6 个月随访,头围 53.5 cm,语言发育较术前改善,复查头颅 MRI 提示(图 2N) Galen 静脉动脉瘤样畸形较术前无变化,脑室扩张较前好转。目前已失访。

文献检索共获得符合纳排标准的文献 10 篇(表 1),共报道介入栓塞手术治疗婴幼儿 Galen 静脉动脉瘤样畸形 15 例,加上本院 2 例,共 17 例。17 例患儿年龄 4 天至 69 个月,其中脉络膜型 12 例、壁内型 5 例;孕期 B 超检出 3 例;经动脉介入栓塞 15 例,经静脉介入栓塞 1 例,经动静脉联合栓塞 1 例。术后平均随访 19.1 个月,1 例死亡,3 例动脉瘤样畸形残留,13 例治愈(76.47%)。在术前合并脑积水的 11 例患儿中,术后完全缓解 7 例、明显缓解 2 例、未缓解 1 例、1 例死亡。

## 讨 论

VGAM 是涉及前脑正中静脉(Markowski 静脉)

表 1 文献报道介入栓塞治疗婴幼儿 Galen 静脉动脉瘤畸形患儿资料

Table 1 Clinical profiles of VGAM infants and toddlers treated with interventional embolization reported in the literature

第一作者	性别	年龄	临床症状	分型	手术方式	治疗次数	结局	随访时间 (月)	是否合并脑积水 及脑积水预后
Bhattarai 等 <sup>[4]</sup>	男	24 个月	癫痫	脉络膜型	经动脉介入栓塞	5	治愈	12	否
李军亮等 <sup>[5]</sup>	女	17 个月	发育落后	壁内型	经动脉介入栓塞	1	治愈	42	否
李军亮等 <sup>[5]</sup>	男	3 个月	面部静脉怒张	脉络膜型	经动脉介入栓塞	2	治愈	20	是/明显缓解
李军亮等 <sup>[5]</sup>	男	9 个月	出生 B 超确诊	壁内型	经动脉介入栓塞	1	治愈	6	是/完全缓解
李军亮等 <sup>[5]</sup>	女	2 个月	孕期 B 超确诊	脉络膜型	经动脉介入栓塞	1	治愈	12	否
李军亮等 <sup>[5]</sup>	女	16 个月	癫痫发作	脉络膜型	经动脉介入栓塞	1	治愈	6	是/完全缓解
李军亮等 <sup>[5]</sup>	男	24 个月	头围增大	脉络膜型	经动脉介入栓塞	2	残留	7	是/完全缓解
Grieb 等 <sup>[6]</sup>	男	4 d	肺动脉高压	脉络膜型	经动脉静脉联合介入栓塞	5	治愈	36	是/完全缓解
Jagadeesan 等 <sup>[7]</sup>	男	5 个月	生后 B 超确诊	脉络膜型	经静脉介入栓塞	3	治愈	12	否
Joo 等 <sup>[8]</sup>	女	4 个月	鼻出血	壁内型	经动脉介入栓塞	1	治愈	9	是/完全缓解
Komiyama 等 <sup>[9]</sup>	男	6 个月	心力衰竭	脉络膜型	经动脉介入栓塞	2	残留	12	否
Bohileta 等 <sup>[10]</sup>	女	7 d	孕期 B 超确诊	脉络膜型	经动脉介入栓塞	2	死亡	-	是/未缓解
Okcesiz 等 <sup>[11]</sup>	女	15 d	孕期 B 超确诊	脉络膜型	经动脉介入栓塞	2	治愈	60	是/完全缓解
Pop 等 <sup>[12]</sup>	男	11 个月	头围增大	壁内型	经动脉介入栓塞	1	治愈	24	否
Lomachinsky 等 <sup>[13]</sup>	男	9 个月	头围增大	壁内型	经动脉介入栓塞	2	治愈	48	是/完全缓解

的脉络膜型动静脉畸形,通常发生在胚胎第 6~11 周。前脑正中静脉是 Galen 静脉的前身,由于长期动静脉分流导致血流动力学异常,使得 Galen 静脉未能正常发育。因此,VGAM 患儿的引流静脉实际上是前脑正中静脉,而非 Galen 静脉本身<sup>[1]</sup>。这也意味着 VGAM 患儿的引流静脉并不承担正常脑深部静脉的引流功能。在 VGAM 患儿中,供血动脉主要分为两组,前组供血动脉包括大脑前动脉的胼周动脉分支、脉络膜前动脉分支及后交通动脉分支;后组供血动脉包括丘脑后穿通动脉、脉络后内/外侧动脉、四叠体动脉和小脑上动脉。根据 Berenstein 等<sup>[14]</sup>的研究,VGAM 可根据瘘口位置分为脉络膜型和壁内型。壁内型 VGAM 的瘘口位于前脑正中静脉壁内,主要由脉络膜前动脉和脉络膜后动脉供应,其特征为瘘口单一,动静脉分流量少,颅内血流增加不明显,故临床表现出现较晚,预后较好<sup>[15]</sup>。相较而言,脉络膜型 VGAM 更常见,其瘘口位于前脑正中静脉前端,通常由多个动脉(如脉络膜动脉、胼胝体周围动脉及丘脑穿通动脉分支)供血,且瘘口数量多,动静脉分流量大。这种类型常伴有盗血现象及心力衰竭表现,因而预后较差<sup>[15]</sup>。

文献报道约 29% 的 VGAM 患儿可在产前被发现<sup>[16]</sup>。近年来,尽管常规产前超声检查的应用日益普及,但 VGAM 的产前诊断率并未显著提高<sup>[17]</sup>。与超声相比,胎儿磁共振成像具有多项优势,能够提供更多有助于病例评估和处理的信息<sup>[18]</sup>。胎儿磁共振不仅可以明确病变邻近部位的解剖结构,还能评估脑组织的前期损伤、脑积水等情况<sup>[19]</sup>。对于产前超声提示 VGAM 的患儿,进一步完善胎儿磁共振成像有助于正确诊断,同时明确脑损伤程度,这对于治疗决策和预后评估至关重要。在产前确诊 VGAM 后,可为患儿出生后的心脏评估及手术时机选择提供重要参考。出生后,通过头颅磁共振检查可以评估 VGAM 患儿的动脉供血数量和类型、引流静脉及血栓情况。然而,磁共振无法明确瘘口的具体位置及血流动力学特征。相比之下,脑血管造影是诊断 VGAM 的金标准,能够清晰显示病变血管的全部结构及细节,为制定介入栓塞治疗方案提供可靠依据。

VGAM 的治疗目的是改善临床症状,避免新的症状出现<sup>[20]</sup>。由于患儿个体差异,治疗目的因人而异。对于新生儿,重点是减少血流量、改善心力衰竭,而对于年长儿童,则以预防神经系统症状为主要目标。Alvarez 等<sup>[20]</sup>指出治疗的目标并非完全封

堵病灶,尤其是在发病率和死亡率较高的情况下,需要在技术难度(如患儿体重对手术的影响)与神经症状发展之间找到平衡。例如,对于新生儿,首次介入栓塞减少约 30% 的动静脉分流血量即可显著改善心力衰竭症状,后续治疗可在患儿 5 月龄后继续进行,或根据临床症状决定手术时机。对于平均介入栓塞次数而言,每个患儿需分阶段进行,平均 2.5 次<sup>[20]</sup>。未经治疗的 VGAM 预后极差<sup>[21]</sup>。在神经介入栓塞技术出现之前,开颅手术曾是唯一的治疗方式,但死亡率达 80%~100%<sup>[22]</sup>。随着神经介入技术的发展,Berenstein 等<sup>[23]</sup>回顾性分析 113 例接受介入栓塞治疗的 VGAM 患儿,治愈率达 82.2%,死亡率 4.5%。目前,介入栓塞术已成为 VGAM 的首选治疗方法,其主要目的是预防颅内静脉压升高和心力衰竭的发生。栓塞治疗的具体次数取决于瘘口情况,通常需间隔 1~3 个月进行,以减少脑出血和静脉血栓等并发症的风险。这一治疗策略与本研究结果中的治愈率和分阶段栓塞模式一致。在 VGAM 治疗中,血管入路可以选择动脉或静脉,新生儿甚至可以通过脐动脉进入<sup>[24]</sup>。尽管部分文献提到经静脉途径,但静脉途径并非首选,因为静脉栓塞可能导致静脉血栓形成,进而影响深静脉引流,甚至引发 Galen 静脉瘤样畸形破裂穿孔<sup>[3]</sup>。因此,经动脉途径仍然是主要方法。Jagadeesan 等<sup>[7]</sup>曾报道一例新生儿因股动脉穿刺困难而采取股静脉入路,最终通过卵圆孔进入颅内动脉完成栓塞,但该例属于特殊情况。

对于 VGAM 合并脑积水患儿,脑脊液动力学改变是婴幼儿脑积水的主要原因。脑脊液的吸收主要依赖颅内的蛛网膜颗粒,通过静脉窦内的静脉负压完成。然而,VGAM 患儿因高流量动静脉分流导致静脉窦内压力升高,进而引发脑脊液吸收障碍。此外,若合并心脏功能障碍、颅底结构异常等其他因素,可能会加重脑积水程度<sup>[25]</sup>。对于 VGAM 患儿脑积水的处理,目前尚存在较大争议。理论上,脑室-腹腔分流术可以缓解脑积水,但 Zerah 等<sup>[26]</sup>研究指出,VGAM 患儿接受脑室-腹腔分流术或三脑室造瘘术可能因脑脊液减少而进一步升高静脉压,进而加重心力衰竭。因此,该研究中所有病例均未直接处理脑积水,而是通过治疗 VGAM 来间接改善脑积水的情况。

综上所述,Galen 静脉动脉瘤样畸形是一种罕见的颅内血管畸形,其主要临床表现为头围增大、发育落后、心力衰竭,彩超、胎儿磁共振是产前诊断



的主要手段,脑血管造影是确诊的金标准,介入栓塞治疗效果良好。

**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、苏君负责文献检索;张津维、苏君负责论文调查设计,张津维、苏君、伍添负责数据收集与分析;张津维负责论文结果撰写;张津维、苏君、陈朝晖、吴水华负责论文讨论分析;吴水华负责对文章知识性内容进行审阅

## 参 考 文 献

- [1] Raybaud CA, Strother CM, Hald JK. Aneurysms of the vein of Galen: embryonic considerations and anatomical features relating to the pathogenesis of the malformation [J]. *Neuroradiology*, 1989, 31(2): 109-128. DOI: 10. 1007/BF00698838.
- [2] Jaeger J, Forbes R, Dandy W. Bilateral congenital cerebral arteriovenous communication aneurysm [J]. *Trans Am Neurol Assoc*, 1937, 63: 173-176.
- [3] Casasco A, Lylyk P, Hodes JE, et al. Percutaneous transvenous catheterization and embolization of vein of Galen aneurysms [J]. *Neurosurgery*, 1991, 28(2): 260-266. DOI: 10. 1097/00006123-199102000-00013.
- [4] Bhattarai K, Patel M, Garcia M, et al. Vein of Galen aneurysmal malformation: a case report and literature review [J]. *Cureus*, 2023, 15(12): e51305. DOI: 10. 7759/cureus. 51305.
- [5] 李军亮, 许新科, 陈程, 等. Galen 静脉动脉瘤样畸形 6 例诊治及预后分析 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2019, 18(9): 744-747. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2019. 09. 007.
- Li JL, Xu XK, Chen C, et al. Diagnosis and treatment of Galen venous aneurysmal malformation: a report of 6 cases [J]. *J Clin Ped Sur*, 2019, 18(9): 744-747. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2019. 09. 007.
- [6] Grieb D, Feldkamp A, Lang T, et al. Caroli disease associated with vein of Galen malformation in a male child [J]. *Pediatrics*, 2014, 134(1): e284-e288. DOI: 10. 1542/peds. 2013-0747.
- [7] Jagadeesan BD, Zacharatos H, Nascene DR, et al. Endovascular management of a vein of Galen aneurysmal malformation in an infant with challenging femoral arterial access [J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2016, 18(2): 231-234. DOI: 10. 3171/2016. 2. PEDS15652.
- [8] Joo W, Mercier P, Kheradmand S, et al. Vein of Galen malformation treated with the micro vascular plug system: case report [J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2017, 19(6): 729-733. DOI: 10. 3171/2016. 12. PEDS16305.
- [9] Komiya M, Miyatake S, Terada A, et al. Vein of Galen aneurysmal malformation in monozygotic twin [J]. *World Neurosurg*, 2016, 91: 672. e11-672. e15. DOI: 10. 1016/j. wneu. 2016. 04. 031.
- [10] Bohiltea RE, Turcan N, Mihalea C, et al. Ultrasound prenatal diagnosis and emergency interventional radiologic therapy of Galen aneurysmal malformation in a newborn [J]. *Maedica (Bucur)*, 2016, 11(4): 334-340.
- [11] Okcesiz I, Donmez H. An alternative endovascular technique for vein of Galen aneurysmal malformation treatment: etylene vinyl alcohol co-polymer embolization via double-lumen balloon microcatheter [J]. *Turk Neurosurg*, 2021, 31(4): 661-664. DOI: 10. 5137/1019-5149. JTN. 31097-20. 2.
- [12] Pop R, Manisor M, Wolff V, et al. Flow control using Scepter? balloons for Onyx embolization of a vein of Galen aneurysmal malformation [J]. *Childs Nerv Syst*, 2015, 31(1): 135-140. DOI: 10. 1007/s00381-014-2576-3.
- [13] Lomachinsky V, Taborsky J, Felici G, et al. Endoscopic third ventriculostomy in an infant with vein of Galen aneurysmal malformation treated by endovascular occlusion: case report and a review of literature [J]. *Neurochirurgie*, 2022, 68(5): 540-543. DOI: 10. 1016/j. neuchi. 2021. 12. 001.
- [14] Berenstein A, Lasjaunias P. Arteriovenous fistulas of the brain [M]//Berenstein A, Lasjaunias P. *Surgical Neuroangiography*. Berlin: Springer, 1992: 267-317. DOI: 10. 1007/978-3-642-71864-9\_5.
- [15] Sepulveda W, Vanderheyden T, Pather J, et al. Vein of Galen malformation: prenatal evaluation with three-dimensional power Doppler angiography [J]. *J Ultrasound Med*, 2003, 22(12): 1395-1398. DOI: 10. 7863/jum. 2003. 22. 12. 1395.
- [16] Taylor GA. Intracranial venous system in the newborn: evaluation of normal anatomy and flow characteristics with color Doppler US [J]. *Radiology*, 1992, 183(2): 449-452. DOI: 10. 1148/radiology. 183. 2. 1561348.
- [17] Yuh WT, Nguyen HD, Fisher DJ, et al. MR of fetal central nervous system abnormalities [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1994, 15(3): 459-464.
- [18] Messori A, Polonara G, Salvolini U. Prenatal diagnosis of a vein of Galen aneurysmal malformation with fetal Mr imaging study [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2003, 24(9): 1923-1925.
- [19] Li TG, Zhang YY, Nie F, et al. Diagnosis of foetal vein of Galen aneurysmal malformation by ultrasound combined with magnetic resonance imaging: a case series [J]. *BMC Med Imaging*, 2020, 20(1): 63. DOI: 10. 1186/s12880-020-00463-6.
- [20] Alvarez H, Garcia Monaco R, Rodesch G, et al. Vein of Galen aneurysmal malformations [J]. *Neuroimaging Clin N Am*, 2007, 17(2): 189-206. DOI: 10. 1016/j. nic. 2007. 02. 005.
- [21] Lasjaunias P, Garcia-Monaco R, Rodesch G, et al. Vein of Galen malformation. endovascular management of 43 cases [J]. *Childs Nerv Syst*, 1991, 7(7): 360-367. DOI: 10. 1007/BF00304199.
- [22] Johnston IH, Whittle IR, Besser M, et al. Vein of Galen malformation: diagnosis and management [J]. *Neurosurgery*, 1987, 20(5): 747-758. DOI: 10. 1227/00006123-198705000-00013.
- [23] Berenstein A, Paramasivam S, Sorscher M, et al. Vein of Galen aneurysmal malformation: advances in management and endovascular treatment [J]. *Neurosurgery*, 2019, 84(2): 469-478. DOI: 10. 1093/neuros/nyy100.
- [24] Hoang S, Choudhri O, Edwards M, et al. Vein of Galen malformation [J]. *Neurosurg Focus*, 2009, 27(5): E8. DOI: 10. 3171/2009. 8. FOCUS09168.
- [25] Lasjaunias PL, Chng SM, Sachet M, et al. The management of vein of Galen aneurysmal malformations [J]. *Neurosurgery*, 2006, 59(5 Suppl 3): 59(5): S3-184-S3-194. DOI: 10. 1227/01. NEU. 0000237445. 39514. 16.
- [26] Zerah M, Garcia-Monaco R, Rodesch G, et al. Hydrodynamics in vein of Galen malformations [J]. *Childs Nerv Syst*, 1992, 8(3): 111-117. DOI: 10. 1007/BF00298261.

(收稿日期: 2024-10-29)

**本文引用格式:** 张津维, 吴水华, 苏君, 等. 介入栓塞治疗婴幼儿 Galen 静脉动脉瘤样畸形 2 例并文献综述 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2025, 24(2): 131-137. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202410066-006.

**Citing this article as:** Zhang JW, Wu SH, Su J, et al. Management of vein of Galen aneurysmal malformation with interventional embolization in infants and children: a report of 2 cases with a literature review [J]. *J Clin Ped Sur*, 2025, 24(2): 131-137. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202410066-006.