

·述评·

小儿脑血管疾病的诊断要点及外科治疗理念

李方成 李军亮

【摘要】 小儿脑血管疾病临床上并不罕见,随着影像学诊断技术的发展和普及,小儿脑血管疾病的检出率有逐渐升高的趋势。小儿脑血管疾病诊断和治疗过程中明显不同于成人的地方在于循证依据的数量和等级均不够理想,而脑血管疾病的诊疗技术(尤其是血管内治疗技术)近年来发展迅速,因此,不断更新小儿脑血管疾病的诊治理念很有必要。多数小儿脑血管疾病属于外科治疗范畴,在多学科会诊模式下,接受合理诊治的患儿大多具有良好的预后。

【关键词】 脑血管疾病; 诊断; 治疗; 儿童

【中图分类号】 R726 R743

Key points and concepts in the diagnosis and treatment of cerebrovascular diseases in children. Li Fangcheng, Li Junliang. Department of Neurosurgery, Municipal Women & Children's Medical Center, Guangzhou 510120, China. Corresponding author: Li Fangcheng, Email: sjwklfc@126.com

【Abstract】 Pediatric cerebrovascular diseases are not rare. With the development and popularization of imaging diagnostic techniques, the detection rate of cerebral vascular diseases has spiked in children. The clinical characteristics of pediatric cerebrovascular disease are different from those of adults so that there are serious diagnostic and therapeutic delays. Most treatment strategies are non-standard and not evidence-based. However, the diagnostic and therapeutic modalities of cerebrovascular disease, especially endovascular technique, has developed rapidly in recent years. Therefore it is necessary to constantly update the understandings and concepts of pediatric cerebrovascular disease. A great majority of children with cerebrovascular disease belong to the category of surgery and reasonable diagnosis and treatment under a multidisciplinary consultation mode yield a decent prognosis.

【Key words】 Cerebrovascular Diseases; Diagnosis; Therapy; Child

随着临床诊疗水平的提高(尤其是影像学诊断技术的发展和普及),在儿童专科医院(特别是大的儿童医学中心)小儿脑血管疾病的检出率有逐渐升高的趋势,但是由于小儿脑血管疾病发病率远低于成人,临床上对其认识水平及重视程度仍不足,表现在诊断意识欠缺、诊治严重延迟、诊疗不规范及治疗策略的参考依据主要借鉴成人治疗经验等诸多方面。值得强调的是,小儿脑血管疾病病例的相对少见、近年来诊疗技术的快速更新、目前诊疗规范的不确定及个人知识的局限性等因素客观上决定了一个事实,即推荐患儿在具有多学科会诊模式的综合小儿神经外科中心接受规范化及个体化的诊疗具有重要的临床意义。本文旨在阐述小儿常见脑血管疾病的诊断要点及外科治疗理念,为提高小儿脑血管疾病的诊疗水平提供参考依据。

一、小儿脑血管疾病的分类和流行病学

从直接诱因来看,小儿脑血管疾病可分为出血性及缺血性两大类,其中缺血性脑血管疾病占多数,常见的出血性脑血管疾病包括动脉瘤、动静脉畸形、动静脉瘘、Galen 静脉动脉瘤样畸形、海绵状血管瘤等,缺血性脑血管疾病主要包括动脉缺血性卒中、烟雾病、颅内静脉窦血栓形成等^[1]。小儿脑血管疾病在病因、发病机制、疾病构成、临床表现等方面均不同于成人。与成人比较,小儿脑血管疾病发病率明显较低,欧美发达国家儿童卒中平均每年发病率为1/100 000至2/100 000,但统计表明自1990年到2013年全球儿童脑血管疾病的患病率增加约35%;中国香港华人1998年至2001年间儿童卒中平均每年的发病率为2.1/100 000,

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2019.09.001

作者单位:广州市妇女儿童医疗中心神经外科(广东省广州市,510120)

通信作者:李方成, Email: sjwklfc@126.com

与欧美国家水平接近^[2-4]。发病率与年龄和性别有关,其中婴儿和5岁以下儿童发病率较高,在此背景下许多学者提出了围产期卒中的概念,即从妊娠早期到出生后第一个月之间发生的缺血和出血性事件^[5]。从性别分布来看,小儿脑血管疾病的患病群体以男性为主。在病种构成上,儿童出血性脑血管疾病以动静脉畸形最常见,动脉瘤较为罕见,而成人动脉瘤相对常见;Galen 静脉动脉瘤样畸形几乎均在新生儿期及婴幼儿期发病,缺血性脑血管疾病在儿童中以动脉缺血性卒中和烟雾病常见,成人则以动脉粥样硬化性脑缺血为主^[1]。需要注意的是文献中报道的镰状细胞贫血及其他血液高凝状态(如蛋白 C、蛋白 S、抗凝血酶Ⅲ缺乏和 Leiden V 突变等)导致的动脉缺血性卒中主要见于西方国家,在我国汉族儿童中这些危险因素则十分罕见,烟雾病在日本儿童中明显高发,推测可能与种族背景不同有关^[6]。病因学方面儿童脑血管疾病多为先天性,遗传因素占一定比例,成人则存在高血压、高血脂、吸烟、肥胖等后天性的高危病因。然而最近的研究表明,尽管动脉粥样硬化通常不是导致儿童和青少年缺血性卒中的原因,但导致成年卒中发病的动脉粥样硬化这一过程可能始于儿童时期,而血脂异常往往在缺血性卒中的儿童中更为常见,这提示我们从儿童期即应保持良好的饮食、体育活动和避免烟草制品来保持血管健康,以降低成年后的卒中发生率^[7-8]。

二、小儿脑血管疾病的临床表现和诊断

成人卒中往往突然发病,多以急诊就医。但对于儿童来说,由于其临床表现缺乏特异性,病因多样,而具体到某一特定病种临床上又相对罕见,诊治过程涉及多个学科,因此临床误诊、漏诊及延迟诊治的现象较为常见。因为婴幼儿发病时临床表现不典型,欧美国家特别强调为儿科医生、急诊医生和急诊医务人员等一线医护人员定期制定教育计划,提高儿童卒中诊断和急诊管理方面的知识和技能,达到早诊断、早治疗的目的,并取得了非常好的效果,值得我们借鉴^[9]。此外,儿童脑血管疾病发病后的症状还有一个异于成人的显著特点,那就是有相当高的癫痫发生率,在低龄儿童群体中表现得尤其明显,有报告指出卒中后早期癫痫发病率为22%~58%,约为成人的18倍,皮质受累与疾病发作存在显著相关^[10]。这需要我们高度重视,对高危患儿及时给予抗癫痫药物。对亚临床发作者及时行视频脑电检查也非常必要,可更好地指导诊断及治疗。在小儿脑血管疾病的诊断过程中,影像学检查发挥了至关重要的作用,我们必须熟悉各种检查手段的优缺点。具体来说,CT是急性期检查的首选,主要目的在于确认有无脑出血,另外CT在诊断蛛网膜下腔出血、识别颅内钙化时较MRI有一定优势,也更适合于部分存在镇静困难的患儿;CT对直径超过2 mm动脉瘤的检出率接近数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)水平,但由于儿童脑组织仍处于高速发育的过程中,因此选择CT扫描必须考虑电离辐射及造影剂的潜在危害。MRI是目前大多数脑血管疾病检查的最佳方式,具有较高的组织分辨率,在不使用对比剂的情况下即可获得脑血管图像。此外MRI对颅内静脉窦血栓有很好的诊断价值,但MRI得到的血管成像是基于血液的流空效应,对小儿较小的血管直径及相对缓慢的血流来说,有可能对血管及静脉窦的狭窄程度产生放大效应,出现失真现象,此时必须结合临床表现进行鉴别。海绵状血管瘤没有真正的供血动脉,DSA检查结果往往呈阴性,确诊必须依赖MRI。而CT和MRI灌注成像是评价缺血性脑血管的必要项目,也是制定手术策略和随访复查的重要依据,DTI和fMRI对功能区和累及传导束的血管畸形手术切除均有一定的指导价值。近些年出现的高分辨率核磁能够对血栓成分及血管壁性质进行分析,对动脉夹层、血管炎、缺血性脑血管疾病血栓再通的诊治起到良好的指导作用^[11]。目前,DSA仍是大多数脑血管疾病诊断的金标准,对高度怀疑的某些CT或MRI诊断困难的隐匿性血管病,有时也必须通过DSA检查来确诊,此外DSA的突出优势还在于能在诊断的同时完成治疗。随着材料及设备的飞速发展,神经介入越来越多地应用于小儿脑血管疾病的诊断与治疗,虽然儿童存在血管条件及体重等方面的限制,但文献报道在有经验的中心接受DSA检查和治疗的儿童术中和术后并发症发生率与成人相似甚至更低,但尽管如此也必须始终考虑电离辐射及造影剂对儿童的损伤,尽量避免不必要的检查并采取保护措施(包括超声引导穿刺股动脉、优化造影程序、缩短曝光时间、合理使用光栅遮挡、减少增强器与患儿之间的空隙、对非检查部位进行铅帘保护、使用非离子型等渗造影剂并对半稀释以及必要时将治疗分期进行等)^[12]。由于脑血管疾病具有高度危害性及可复发性,在小儿脑血管疾病的诊断上我们还是要强调,面对可疑病例必须具有较高的怀疑指数,将血管病列入鉴别诊断的范围,并尽可能纳入所有潜在的病因,在此前提下选择最优的影像学检查手段;另外由于急性期血管痉挛、血肿压迫等影响,必要时需连续或者重复检查,以明确或排除诊断,及时正确的诊断始终是规范化及个体化治疗的前提。

三、目前在小儿脑血管疾病管理方面的经验

1. 建立多学科会诊模式。小儿脑血管疾病病因复杂,治疗手段涉及抗凝、溶栓、神经介入、外科手术、立体定向放射、康复等多个学科领域。为获得相对理想的疗效,必须采用多学科会诊模式,保证治疗策略的规范化及连续性,但由于目前小儿脑血管疾病的治疗经验多来自成人研究及非随机试验结果,因此诊疗过程中遵循个体化原则也非常重要。

2. 国家或协会组织层面加强网络卒中中心及急救网络的建设,在制度上协调卒中中心、基层医院和急救转运的合理运作,在院内加强卒中单元和急救绿色通道建设非常必要,尤其对缺血性卒中的患儿格外重要。

3. 小儿脑组织具有良好的重塑性,只要接受及时的诊治,脑血管疾病患儿的预后通常明显好于成人,因此对大多数病例都应积极救治。

四、常见出血性脑血管疾病的诊疗要点

1. 儿童颅内动脉瘤。儿童颅内动脉瘤与成人比较有3个突出的特点:①发病率低,总体发病率为0.5%~4.6%^[13],国内样本量最大的病例报道来自首都医科大学附属天坛医院神经外科1990至2006年的资料,共诊治了13例儿童颅内动脉瘤,占同期所有颅内动脉瘤的1.4%^[14];②儿童颅内动脉瘤中,男性患病率为女性的2~12倍,而成人颅内动脉瘤女性患病率高于男性^[15,16];③儿童颅内动脉瘤多发生在大脑中动脉分支,后循环也相对常见;而成人好发于后交通及前交通动脉,大型、巨大型动脉瘤较儿童不常见;病因构成上,感染性动脉瘤及外伤性动脉瘤主要见于儿童,但儿童动脉瘤的具体发病机制仍不清楚;儿童动脉瘤破裂后大多以癫痫为首发症状,而成人则相对罕见^[16]。开颅夹闭及血管内栓塞治疗同样适用于儿童患者,较新的动脉瘤治疗技术(如采用支架辅助栓塞及血流导向装置)也有成功应用于儿童的报道,但必须选择合适的病例。此外,神经介入技术已经取得了巨大的进步,但是考虑患儿较长的预期寿命,在治疗策略的选择上有人倾向于复发率更低的开颅瘤颈夹闭术,但仍需根据术者的经验实施个体化治疗。

2. 儿童动静脉畸形及动静脉瘘。颅内动静脉畸形(cerebral arteriovenous malformation, cAVM)及动静脉瘘是儿童自发性颅内出血最常见的原因,平均年出血率约2%~4%,可导致20%~25%的致死及致残率;畸形团直径小、深静脉引流是导致儿童cAVM出血的独立危险因素^[17]。儿童cAVM多以破裂出血为首发表现,鉴于儿童患者的自然史及较长的预期寿命,颅内AVM破裂出血患儿容易形成较重的心理负担,因此多数学者建议,对于儿童cAVM应该采取积极的治疗策略。减少术后复发及再次出血是制定治疗策略时需首要考虑的问题,如果可能应首选显微手术切除病灶^[18]。设备及材料的进步(如杂交手术室的广泛应用、4D DSA图像的应用、可解脱微导管及新型液体栓塞剂的出现、高压锅技术及经静脉入路等栓塞理念的更新),极大地提高了颅内动静脉畸形介入栓塞的安全性和治愈率。立体定向放射治疗的闭塞率不高,治疗期内仍存在出血风险及电离辐射的危害决定了其只能作为儿童患者的辅助治疗手段。大量数据表明,经积极治疗后儿童cAVM患者的预后明显优于成人,其原因可能在于儿童具有良好的神经可塑性,使得患儿更能耐受出血及手术的打击。需要强调的是,儿童颅内动静脉畸形术后有较高的复发率,这一点与儿童动脉瘤术后复发率高于成人类似,因此多数学者建议对患儿进行长期甚至终身随访,对低危患儿可以选择MRA复查,但DSA仍是复查的金标准,结合文献报道,作者建议术后1年、5年各复查1次DSA,同时每2年复查1次MRA,复查一直持续到患儿18岁,此时可再次行DSA检查以评估预后^[19]。

3. Galen静脉动脉瘤样畸形。Galen静脉动脉瘤样畸形也称大脑大静脉动脉瘤样畸形,其实质为发生在大脑大静脉池的动静脉瘘,供血动脉多为供应脉络丛的血管,引流静脉为未退化的胚胎期前脑正中静脉,而真正的Galen静脉通常未发育,也并不参与引流;Galen静脉动脉瘤样畸形的临床表现与瘘口的流量及并发的神经系统损伤密切相关,主要临床表现有新生儿充血性心力衰竭、癫痫、脑积水、头痛、智力及认知功能受损、蛛网膜下腔出血等,瘘口流量越大,神经系统症状出现越早越严重。其分类方法包括按血管造影分类和按年龄组分类两种,前者有利于指导手术,而后者更能反应患儿的临床特点、治疗效果及预后。需要指出的是,脑积水一方面是由于压迫中脑导水管所致,而更重要的原因在于动脉血流入静脉窦可导致静脉窦及静脉高压,影响脑脊液的吸收,经血管内栓塞治疗后脑积水多能自行缓解,不需手术治疗^[20]。随着血管内栓塞材料和技术的发展,Galen静脉动脉瘤样畸形的治疗效果和预后较显微手术时代取得了革命性的突破,由

于手术难度极高,且具有一定的致死概率,Galen 静脉动脉瘤样畸形目前几乎均通过介入栓塞来治疗,经积极治疗,多数患儿预后良好^[21]。笔者诊治的6例 Galen 静脉动脉瘤样畸形均通过介入栓塞疗法治愈。Glubran-2 外科胶浓度可调且弥散性良好,推荐结合弹簧圈应用于瘘口的栓塞。

4. 海绵状血管瘤。儿童海绵状血管瘤的诊断相对简单,几乎均以癫痫起病,MRI 是确诊的首选检查手段,特征性表现为病灶周围出现低密度含铁血黄素环,对表浅病灶一般选择积极的手术治疗,对多次出血及癫痫顽固的功能区及深部病变,也可以选择在导航及神经电生理监测下进行手术治疗。

5. 儿童出血性脑血管疾病的其它相关问题。儿童自发性颅内出血中,以上述脑血管的结构性病变为主要病因的仅占其中一部分,其它常见的原因还包括:VitK1 缺乏出血、凝血因子缺乏(A 型或 B 型血友病)、特发性血小板减少性紫癜等,因此在进行影像学检查的同时,详细的实验室检查同样重要。由于 VitK1 缺乏是新生儿自发性颅内出血的高危因素,而出生时预防性给予即可避免,因此必须强调常规补充^[22]。

五、常见缺血性脑血管疾病的诊疗要点

1. 动脉缺血性卒中。动脉缺血性卒中是最常见的儿童缺血性脑血管疾病,不同于成人的动脉粥样硬化性原因,其常见病因为血管炎、外伤、心脏病、血液病、脑动脉性疾病(夹层、肌纤维发育不良等),还有少见的遗传、代谢及免疫性疾病,因此,确定病因通常应包括对所有潜在病因的系统评估。治疗上,对于成人动脉缺血性卒中,可选择动脉再通治疗,包括静脉应用溶栓药、导管接触性溶栓或支架取栓、机械吸栓等血管内取栓技术,上述方法已被证明在时间窗内对患者有显著益处,并极大地改变了缺血性卒中诊疗理念,也促进了卒中网络和卒中绿色通道建设^[23]。然而,是否以及如何的儿童时期应用这些疗法仍然存在争议,由于病例数较少,文献中报道血管内取栓术的有效性和并发症可能存在偏倚,同时儿童的特殊性还在于较小的股动脉和脑动脉限制了材料的使用,当病因为动脉严重发炎、动脉夹层或烟雾病时(均为儿童较常见病因),将导管插入上述血管时容易造成并发症,此时,血管内介入干预风险的收益比将明显不同^[24]。作者认为,除非确认为血栓或栓塞性病因,其他血管内治疗应谨慎采用。多数经验表明,根据筛查得到的病因对动脉缺血性卒中患儿应用抗血小板药物或抗凝药物是安全和有效的,其中对于由心脏和血栓性疾病引起的动脉缺血性卒中,首选抗凝药物;大多数儿童接受为期2年的治疗,以覆盖绝大多数卒中复发的时间窗,存在严重遗传性血栓性血液病(如蛋白C缺乏症、抗凝血酶缺乏症、高同型半胱氨酸血症)的情况下则需长期服药^[25]。

2. 烟雾病。烟雾病有2个发病高峰,分别为6~10岁和35~39岁,儿童期主要表现为缺血症状^[26]。由于儿童仍处于发育期,因此在满足其它诊断条件时,影像学检查结果表现为单侧病变的患儿也可以确诊烟雾病。作者在临床工作中还发现,因哭闹、大笑、过热饮食诱发的缺血发作与儿童烟雾病的发生关系密切,因为过度换气可导致脑血管收缩。尽管MRI可以确诊烟雾病,但是笔者认为DSA检查仍是必要的,DSA检查对评估侧枝血管的形成、制定手术策略至关重要。手术指证把握上,只要患儿有相应的临床症状或存在影像学灌注不足的证据,而自身代偿又没有建立的情况下,就应尽快接受手术。手术血运重建是烟雾病或烟雾综合征的主要治疗方法,在儿童中主要采用的方法为间接搭桥,效果显著(将术后1~5年时间点的卒中风险由32%~90%降低为<5%)^[27]。2017年的一篇文献回顾描述了每种方法的优缺点,并得出结论:从各项指标的对比结果来看,接受间接搭桥的烟雾病患儿比接受直接搭桥的患儿恢复得更好^[28]。由于间接搭桥简单有效,结合12例小儿烟雾病间接搭桥手术的经验,作者不建议对小儿(尤其是低龄儿童)实施直接搭桥手术,但在实际操作的过程中各机构之间的首选方法仍有不同。

3. 颅内静脉窦血栓形成。小儿颅内静脉窦血栓的临床表现缺乏特异性,容易导致漏诊、误诊及延迟诊治现象。当临床高度怀疑时需进行针对性的MRV或DSA检查。高危因素包括发热、贫血、脱水、感染(尤其是头颈部感染如中耳炎、乳突炎、鼻窦炎等)及系统性红斑狼疮(与狼疮抗凝血、抗磷脂抗体有关)、抗凝血酶缺乏等,诊断时需要进行全面评估。诊治此类患儿时必须高度重视2个问题:对视力的检查和保护以及对潜在癫痫发作的及时预防和治疗,当保守治疗措施无法控制颅内压时,为保护视力,脑脊液分流手术、去骨瓣减压及视神经管减压手术都应在考虑范围内^[29]。抗凝治疗仍是基础和主要的治疗方案,对病情危重、抗凝治疗效果不佳的患儿可以尝试血管内容栓和机械取栓治疗,但强调由受过严格培训的医生实施操作^[30]。

总之,我们应提高对小儿脑血管疾病的认识和管理水平,争取在多学科会诊模式下做到及时诊断和治疗,不断提高其治疗效果并改善患儿预后。

参考文献

- 1 Ferriero DM, Fullerton HJ, Bernard TJ, et al. Management of stroke in neonates and children: a scientific statement from the american heart association/american stroke association[J]. Stroke, 2019, 50(3): e51-e96. DOI: 10.1161/STR.000000000000183.
- 2 Lehman LL, Khoury JC, Taylor JM, et al. Pediatric stroke rates over 17 years: report from a population-based study[J]. J Child Neurol, 2018, 33(7): 463-467. DOI: 10.1177/0883073818767039.
- 3 Krishnamurthi RV, deVeber G, Feigin VL, et al. Stroke prevalence, mortality and disability-adjusted life years in children and youth aged 0-19 years: data from the Global and Regional Burden of Stroke 2013[J]. Neuroepidemiology, 2015, 45(3): 177-189. DOI: 10.1159/000441087.
- 4 Chung Brian, Wong Virginia. Pediatric stroke among Hong Kong Chinese subjects[J]. Pediatrics, 2004, 114(2): e206-e212. DOI: 10.1542/peds.114.2.e206.
- 5 Lehman LL, Beaute J, Kapur K, et al. Workup for perinatal stroke: does not predict recurrence[J]. Stroke, 2017, 48(8): 2078-2083. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.017356.
- 6 Mallick AA, Ganesan V, Kirkham FJ, et al. Childhood arterial ischaemic stroke incidence, presenting features, and risk factors: a prospective population-based study[J]. Lancet Neurology, 2014, 13(1): 35-43. DOI: 10.1016/S1474-4422(13)70290-4.
- 7 Simma B, Martin G, Müller T, et al. Risk factors for pediatric stroke: consequences for therapy and quality of life[J]. Pediatr Neurol, 2007, 37(2): 121-126. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2007.04.005.
- 8 Sultan S, Dowling M, Kirton A, et al. Dyslipidemia in children with arterial ischemic stroke: prevalence and risk factors[J]. Pediatr Neurol, 2018, 78(1): 46-54. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2017.09.019.
- 9 Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2018 Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Stroke, 2018, 49(3): e46-e110. DOI: 10.1161/STR.0000000000000158.
- 10 Singh RK, Zecavati N, Singh J, et al. Seizures in acute childhood stroke[J]. J Pediatr, 2012, 160(2): 291-296. DOI: 10.1016/j.jpeds.2011.07.048.
- 11 Yock-Corrales A, Barnett P. The role of imaging studies for evaluation of Stroke in Children[J]. Pediatr Emerg Care, 2011, 27(10): 966-974. DOI: 10.1097/PEC.0b013e318230a002.
- 12 Lin N, Smith ER, Scott RM, et al. Safety of neuroangiography and embolization in children: complication analysis of 697 consecutive procedures in 394 patients[J]. J Neurosurg Pediatr, 2015, 16(4): 432-438. DOI: 10.3171/2015.2.PEDS14431.
- 13 Huang J, McGirt MJ, Gailloud P, et al. Intracranial aneurysms in the pediatric population: Case series and literature review[J]. Surg Neurol, 2005, 63(5): 424-432. DOI: 10.1016/j.surneu.2004.11.023.
- 14 Yang M, Wang S, Zhan Y, et al. Management of intracranial aneurysm in children: clipped and coiled[J]. Childs Nerv Syst, 2008, 24(9): 1005-1012. DOI: 10.1007/s00381-008-0618-4.
- 15 Orozco M, Trigueros F, Quintana F, et al. Intracranial aneurysms in early childhood[J]. Surg Neurol, 1978, 9(4): 247-252.
- 16 Chen R, Zhang S, You C, et al. Pediatric intracranial aneurysms: changes from previous studies[J]. Childs Nerv Syst, 2018, 34(9): 1697-1704. DOI: 10.1007/s00381-018-3818-6.
- 17 Darsaut TE, Guzman R, Marcellus ML, et al. Management of pediatric intracranial arteriovenous malformations: experience with multimodality therapy[J]. Neurosurgery, 2011, 69(3): 540-556. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3182181e00.
- 18 Gross BA, Storey A, Orbach DB, et al. Microsurgical treatment of arteriovenous malformations in pediatric patients: the Boston Children's Hospital experience[J]. J Neurosurg Pediatr, 2015, 15(1): 71-77. DOI: 10.3171/2014.9.PEDS146.
- 19 Jimenez JE, Gersey ZC, Wagner J, et al. Role of follow-up imaging after resection of brain arteriovenous malformations in pediatric patients: a systematic review of the literature[J]. J Neurosurg Pediatr, 2017, 19(2): 149-156. DOI: 10.3171/2016.9.PEDS16235.
- 20 Recinos PF, Rahmathulla G, Pearl M, et al. Vein of Galen malformations: epidemiology, clinical presentations, management[J]. Neurosurg Clin N Am, 2012, 23(1): 165-177. DOI: 10.1016/j.nec.2011.09.006.
- 21 Blount JP, Oakes WJ, Tubbs RS, et al. History of surgery for cerebrovascular disease in children. Part II. Vein of Galen malformations[J]. Neurosurg Focus, 2006, 20(6): E10.
- 22 Volpe JJ. Intracranial hemorrhage in early infancy: renewed importance of vitamin K deficiency[J]. Pediatr Neurol, 2014, 50(6):

- 545-546. DOI:10.1016/j.pediatrneurol.2014.02.017.
- 23 Geng J, Ling Y, Sun Y, et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Circulation, 2013, 8(3): 870-947.
 - 24 Ellis MJ, Amlie-Lefond C, Orbach DB. Endovascular therapy in children with acute ischemic stroke: review and recommendations[J]. Neurology, 2012, 79(suppl 1): S158-S164. DOI:10.1212/WNL.0b013e31826958bf.
 - 25 Goldenberg NA, Bernard TJ, Fullerton HJ, et al. Antithrombotic treatments outcomes, and prognostic factors in acute childhood-onset arterial ischaemic stroke: a multicentre, observational, cohort study[J]. Lancet Neurol, 2009, 8(12): 1120-1127. DOI: 10.1016/S1474-4422(09)70241-8.
 - 26 Duan L, Bao XY, Yang WZ, et al. Moyamoya disease in China: its clinical features and outcomes[J]. Stroke, 2012, 43(1): 56-60. DOI:10.1161/STROKEAHA.111.621300.
 - 27 Scott RM, Smith ER. Moyamoya disease and moyamoya syndrome[J]. N Engl J Med, 2009, 360(12): 1226-1237. DOI:10.1056/NEJMr0804622.
 - 28 Macyszyn L, Attiah M, Ma TS, et al. Direct versus indirect revascularization procedures for moyamoya disease: a comparative effectiveness study[J]. J Neurosurg, 2017, 126(5): 1523-1529. DOI:10.3171/2015.8.JNS15504.
 - 29 DeVeber G, Andrew M, Adams C, et al. Cerebral sinovenous thrombosis in children[J]. N Engl J Med, 2001, 345(6): 417-423. DOI:10.1056/NEJM200108093450604.
 - 30 Mortimer AM, Bradley MD, O'Leary S, et al. Endovascular treatment of children with cerebral venous sinus thrombosis: a case series[J]. Pediatr Neurol, 2013, 49(5): 305-312. DOI:10.1016/j.pediatrneurol.2013.07.008.

(收稿日期: 2019-05-26)

本文引用格式: 李方成, 李军亮. 小儿脑血管疾病的诊断要点及外科治疗理念[J]. 临床小儿外科杂志, 2019, 18(9): 713-718. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2019.09.001.

Citing this article as: Li FC, Li JL. Key points and concepts in the diagnosis and treatment of cerebrovascular diseases in children[J]. J Clin Ped Sur, 2019, 18(9): 713-718. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2019.09.001.

本刊对表格版式的要求

本刊对表格的版式要求如下:

- (1) 在文中的位置: 表格需紧接相关一段文字, 不串文, 不腰截文字, 不宜出现在讨论段中。
- (2) 表序和表题: 需有中英文表题, 表题在表格上方居中排, 不用标点, 停顿处转行, 转行的文字左右居中。表题不得与表分排在两页上。
- (3) 表头: 纵标目在每栏上方居中排。标目词若需转行, 同一表内各栏直转或横转必须一致。
- (4) 表格转行: ①直表转栏排: 凡表内谓语项目较少、主语项目较多而致全表横短竖长时, 为了节省版面和美观, 可将表转成左右两栏来排。两栏之间用双正线隔开(双线之间距为 1 mm), 转栏后重复排表头。②横表分段排: 凡表内主语项目较少、谓语项目较多而致全表横长竖短时, 可将表转成上下两段来排。两段之间用双正线隔开, 下方的一段重复排主语纵、横标目。