

本文引用: 戴云跃, 杨丽娟. 先天性颈内动脉发育不良的超声诊断价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(10): 872-876.
DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2024.10.007.

· 临床研究 ·

[文章编号] 1007-3949(2024)32-10-0872-05

先天性颈内动脉发育不良的超声诊断价值

戴云跃¹, 杨丽娟²

1. 内蒙古科技大学包头医学院中心临床医院, 2. 包头市中心医院神经内科, 内蒙古包头市 014040

[摘要] [目的] 探讨先天性颈内动脉发育不良的超声诊断价值。[方法] 回顾性收集 2022 年 7 月—2023 年 12 月在包头市中心医院超声诊断为先天性颈内动脉发育不良的患者, 记录所有患者一般资料、超声及影像学资料。[结果] 25 317 例颈动脉超声检查受检者中有 13 例患者确诊为先天性颈内动脉发育不良, 发生率为 0.051%。13 例先天性颈内动脉发育不良患者包括 11 例单侧颈内动脉发育不良和 2 例双侧颈内动脉发育不良, 颈动脉管 CT 扫描证实 13 例颈内动脉发育不良患者均为单侧病变, 其中 2 例单侧病变患者超声误诊为双侧病变, 误诊率为 15%。以 CT 扫描颈动脉管发育不良为金标准, 绘制 ROC 曲线评价超声对先天性颈内动脉发育不良的诊断价值, 曲线下面积(AUC)为 0.941, 先天性颈内动脉发育不良的最佳诊断界值为 3.2 mm, 灵敏度为 100%, 特异度为 85%; 超声检查方法与 CT 扫描颈动脉管的金标准检验方法的一致性检验显示 Kappa 值为 0.846。[结论] 超声诊断先天性颈内动脉发育不良有较高的诊断价值, 可作为临床首选检查方法。

[关键词] 颈内动脉; 超声检查; 先天发育不良; 计算机断层扫描; 颈动脉管

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Diagnostic value of ultrasound for congenital internal carotid artery hypoplasia

DAI Yunyue¹, YANG Lijuan²

1. The Central Clinical Hospital of Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, 2. Department of Neurology, Baotou Central Hospital, Baotou, Inner Mongolia 014040, China

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the value of ultrasound in the diagnosis of congenital internal carotid artery hypoplasia (CICAH). **Methods** Patients diagnosed with CICAH by ultrasound in Baotou Central Hospital, Inner Mongolia from July 2022 to December 2023 were retrospectively collected. The general data, ultrasound and imaging data of all patients were recorded. **Results** Among the 25 317 carotid artery ultrasonography subjects, 13 patients were diagnosed as CICAH. The ultrasonic detection rate of CICAH was 0.051%. The 13 cases of CICAH included 11 cases of unilateral internal carotid artery hypoplasia and 2 cases of bilateral internal carotid artery hypoplasia. CT scan of carotid canal confirmed that all 13 cases of internal carotid artery hypoplasia were unilateral lesions, among which 2 cases of unilateral lesions were misdiagnosed as bilateral lesions by ultrasound, with a misdiagnosis rate of 15%. Taking carotid canal dysplasia as the gold standard, ROC curve was plotted to evaluate the diagnostic value of ultrasound in CICAH. The area under the curve (AUC) was 0.941, and the optimal diagnostic threshold value of CICAH was 3.2 mm, sensitivity was 100%, and specificity was 85%. The consistency test between ultrasonic examination and gold standard test method for CT scanning of carotid artery canal showed that Kappa value was 0.846. **Conclusion** Ultrasound has a high diagnostic value in the diagnosis of CICAH, and can be used as the first choice of clinical examination.

[KEY WORDS] internal carotid artery; ultrasound examination; congenital hypoplasia; computed tomography; carotid artery canal

[收稿日期] 2024-02-22

[修回日期] 2024-04-17

[基金项目] 内蒙古自治区卫生健康科技计划项目(202201507); 内蒙古医科大学校级联合项目(YKD2021LH065)

[作者简介] 戴云跃, 硕士研究生, 研究方向为血管超声, E-mail: 1187637668@qq.com。通信作者杨丽娟, 博士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向为头颈血管超声, E-mail: 675356478@qq.com。

随着全国卒中中心的不断建设,头颈血管的超声检查在各级医疗机构广泛开展,在大规模血管超声的筛查过程中,头颈血管的先天发育异常和生理性变异的检出率也逐年增多,其中椎动脉先天发育不良在临床工作中最多见,与其相关的临床研究也较多^[1-3],关于先天性颈内动脉发育不良(congenital internal carotid artery hypoplasia, CICAH)研究较少。CICAH 是由先天发育异常所致单侧或双侧颈内动脉管径纤细,属颈内动脉胚胎发育异常的一种,发生率小于 0.01%^[4]。近几年的研究显示 CICAH 的发生率逐年增高^[5]。CICAH 患者由于颈内动脉管径变细,通过其进入颅内的血流量也相应减少,但大多数 CICAH 患者可通过脑底动脉环或原始胚胎血管等多种途径保证脑血流的供应,临床表现为无症状或头疼等不适^[6-7],部分患者可出现与继发性血流动力学改变相关的临床症状,比如合并动脉瘤而出现蛛网膜下腔出血等^[4,7-11],老年患者常表现为发育不良侧的缺血性脑卒中症状^[12],因此 CICAH 也逐渐引起临床关注。本研究分析本中心的大量数据,总结 CICAH 的超声表现并结合 CT 对颈动脉管的检查情况评价超声检查对 CICAH 诊断的准确性。

1 资料和方法

1.1 研究对象

2022 年 7 月—2023 年 12 月在包头市中心医院门诊或住院行颈部血管检查者 25 317 例,年龄 13~97 岁,其中男性 13 670 例(54%),平均年龄(61.53±11.56)岁,女性 11 647 例(46%),平均年龄(62.30±11.62)岁。收集相关临床资料。

1.2 检查方法

颈动脉超声检查采用荷兰飞利浦公司 EPIQ 7 及 CX50 彩色多普勒超声诊断仪,配备 L12-3 线阵探头和 C5-1 凸阵探头。按照颈部血管的检查规范化进行扫描^[13]。头颅 CT 检查采用西门子公司生产的 SOMATOM Definition Flash 双源 CT 进行。图像经重组参数如下:窗宽 3 500 Hu,窗位 600 Hu,视野 24.6 mm×24.6 mm,层厚 5 mm。

1.3 相关诊断标准

目前国内并无统一的 CICAH 影像学诊断标准及超声诊断标准,CICAH 的临床诊断主要依赖颈内动脉管径纤细并伴有同侧颈动脉管变细(图 1),超声测量颈内动脉内径的部位为颈内动脉近段,位

于颈动脉球部以远、颈内动脉前后壁相对平行的部分^[14]。参考已发表文献^[15],本研究中超声诊断 CICAH 标准为:①颈内动脉管径纤细,颈段近段内径小于或等于 3 mm;②颈内动脉管壁内膜光滑平整无增厚,内膜回声无显著增强;③同侧颈总动脉、颈动脉球部管径正常范围;④病变侧血流充盈无缺损,与发育正常侧颈内动脉相比,病变侧血流速度明显降低、频谱阻力增高。参照已发表文献^[9],本研究中颈动脉管发育不良的诊断标准:颈动脉管内径小于 4 mm(水平段测量)(图 2)。颈内动脉颈段是颈内动脉全程中最长的一段,为了更好地进行解剖学定位,颅外段颈动脉超声将颈内动脉颈段进一步分为颈内动脉近段和远段,颈内动脉近段超声管腔结构显示最为清晰,也是通常测量颈内动脉内径、颈内动脉内膜中膜厚度最常采用的部位,也是超声诊断颈内动脉发育不良时颈内动脉内径测量部位。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 进行数据统计分析。组间比较采用独立样本 *t* 检验;组间率的比较采用 χ^2 检验。以 CT 扫描颈动脉管为颈动脉发育不良的金标准,绘制 ROC 曲线评价超声诊断颈内动脉发育不良的准确性。曲线下面积(AUC)的取值范围为 0~1,以 0.5<AUC≤0.7 表示诊断价值较低,0.7<AUC≤0.9 表示诊断价值中等,AUC>0.9 表示诊断价值较高, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。用 Kappa 一致性检验分析超声检查方法与金标准检查方法的一致性。Kappa 值的取值范围为-1~+1,若 Kappa 值为负数,证明观察一致率比机遇造成的一致率还小,Kappa 值≥0.75 为极好的一致性,Kappa 值在 0.4~0.75 为中高度一致,Kappa 值≤0.40 时表明一致性差。

2 结果

2.1 CICAH 的超声检出情况

在 2022 年 7 月—2023 年 12 月期间共超声检查颈部血管患者 25 317 例,超声检出并经 CT 扫描颈动脉管确诊为 CICAH 患者 13 例,其中男性 8 例(62%),女性 5 例(38%),超声检出率为 0.051%。

2.2 CICAH 的超声表现

二维超声显示发育不良的颈内动脉近段管壁三层膜结构清晰、呈“双轨征”,内膜-中膜光滑平整无增厚,近段管径明显变细,为 1.4~3.0 mm,平均内径(2.30±0.49) mm,病变对侧颈内动脉近段平均

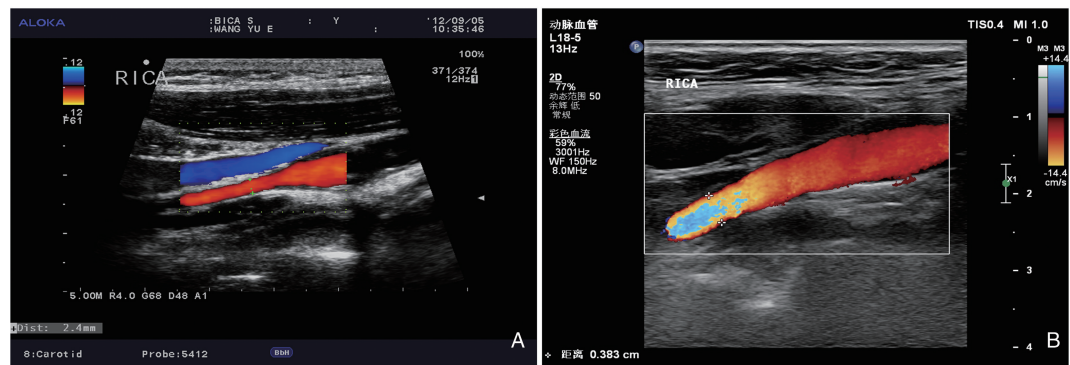


图 1. 颈内动脉近段 CDFI 声像图

A 为 CICA 患者 CDFI 声像图;颈内动脉近段管径明显变细,红色为颈内动脉近段血流充盈(颈内动脉无亮带血流信号),蓝色为颈内静脉血流充盈,绿色游标测量部位为颈内动脉近段血流束宽度,为 2.4 mm;B 为颈内动脉发育正常者 CDFI 声像图;颈内动脉近段管径正常,红色为颈动脉球部和颈内动脉近段血流充盈(颈内动脉可见亮带血流信号),绿色游标测量部位为颈内动脉近段血流束宽度,为 3.8 mm。

Figure 1. CDFI sonography of the proximal segment of internal carotid artery

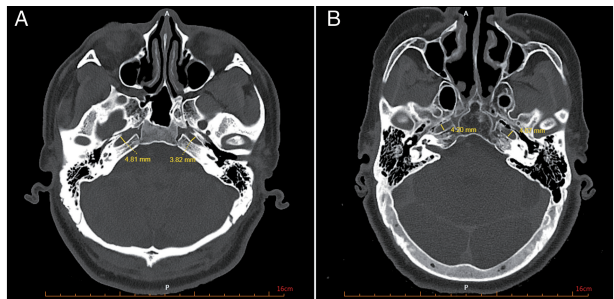


图 2. 轴向 CT 颅底扫描显示颈动脉管

A 为 CICA 患者颈动脉管的 CT 扫描结果:双侧颈动脉管直径不对称(黄色游标测量双侧颈动脉管直径,右侧 4.81 mm,左侧 3.82 mm);B 为颈内动脉发育正常者颈动脉管的 CT 扫描结果:双侧颈动脉管直径基本对称(黄色游标测量双侧颈动脉管直径,右侧 4.20 mm,左侧 4.67 mm)。

Figure 2. Axial computed tomogram of the skull base showing the carotia canal

内径(3.81±0.70) mm,两侧内径比较差异有显著性($P<0.01$,表 1);彩色多普勒超声显示病变颈内动脉可见确切的血流信号,血流频谱相对低速高阻。

2.3 CICA 患者颈动脉管的检查结果

颈内动脉先天发育不良同侧颈动脉管直径 2.4~4.0 mm,平均(3.41±0.39) mm。颈内动脉先天发育不良对侧颈动脉管直径为 4.1~6.3 mm,平均(4.95±0.63) mm,双侧颈动脉管直径比较差异有显著性($P<0.01$,表 1)。

2.4 CICA 的超声诊断准确性分析

超声诊断 15 支颈内动脉发育不良,CT 扫描颈动脉管结果显示 15 支发育不良的颈内动脉有 13 支伴随着同侧颈动脉管发育不良(表 2)。以颈动脉管发育不良为诊断颈内动脉发育不良的金标准,绘制 ROC 曲线评价超声对颈内动脉发育不良诊断价值,

曲线下面积(AUC)为 0.941(图 3)。CICA 的最佳诊断界值为 3.2 mm,对应的灵敏度为 100%,特异度为 85%。超声诊断 CICA 与颈内动脉发育不良金标准即 CT 扫描颈动脉管诊断比较,Kappa 值为 0.846,有较高的一致性。

表 1. 颈内动脉发育不良患者双侧颈内动脉内径及颈动脉管内径测量值比较

Table 1. Comparison of measurements of bilateral internal carotid artery diameter and carotid canal diameter in patients with internal carotid artery hypoplasia

项 目	<i>n</i>	病变侧/ mm	病变对侧/ mm	<i>P</i> 值
颈内动脉内径	13	2.30±0.49	3.81±0.70	0.000
颈动脉管内径	13	3.41±0.39	4.95±0.63	0.000

表 2. 颈内动脉发育不良的超声检查结果与金标准检查结果分析

Table 2. Analysis of ultrasound results and gold standard results of internal carotid artery hypoplasia

单位:例

超声检查	颈动脉管的 CT 检查(金标准)		合计
	阳性	阴性	
阳性	13	2	15
阴性	0	11	11
合计	13	13	26

3 讨 论

本研究为大样本的回顾性分析研究。研究数

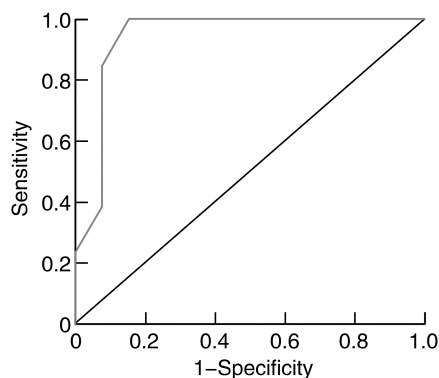


图 3. 超声诊断先天性颈内动脉发育不良的 ROC 曲线
Figure 3. ROC curve of ultrasound diagnosis of congenital internal carotid artery hypoplasia

据显示,CICAH 的发生率为 0.051% (13/25 317),与来自土耳其脑血管造影的回顾性分析结果基本一致,其 CICAH 的发生率为 0.054%^[5]。与 2015 年 Chen 等^[15]的研究数据相比(9/25 000),本研究的发生率略增高,分析发生率偏高的原因可能与近年来无症状受检者增加有关。本研究采用 Chen 等^[15]研究中 CICAH 推荐的诊断参考值,13 例 CICAH 患者颈内动脉近段内径范围为 1.4~3.0 mm,均值为(2.3±0.5) mm,13 例 CICAH 患者中双侧颈总动脉内径和颈动脉球部内径均在正常范围。Chen 等^[15]研究中颈内动脉发育不良侧颈内动脉近段内径范围为 1.7~3.0 mm,均值为(2.4±0.4) mm,颈总动脉内径略小于对侧颈总动脉内径[(4.8±0.6) mm 比(5.9±0.7) mm],但两组数据在统计学上并无显著性差异,提示单纯 CICAH 患者双侧颈总动脉基本对称。以上这两个研究检查方法均为超声检查,且样本量相当,关键研究数据基本一致,可以初步认为超声检查 CICAH 的诊断可靠性。

临床工作中,CICAH 的超声诊断常常在双侧颈动脉管径对比分析的基础上结合局部颈内动脉的声像图表现进行综合评估,但在复杂血管病变患者中,特别慢性颅内血管病变继发颅外段颈内动脉管径变细,与 CICAH 的管径变细表现相似、难以鉴别,此时颈动脉管的 CT 检测是最好的鉴别方法,这是由于颈动脉管的胚胎发育常常在颈内动脉的胚胎发育完成之后,即颈内动脉在胚胎的第 4 周完成,而颈动脉管在胚胎第 5 周和第 6 周完成,因此,CICAH 常常伴随着颈动脉管的发育不良或缺如。本研究中 13 例 CICAH 患者包括 11 例超声诊断为单侧颈内动脉发育不良和 2 例超声诊断为双侧 CICAH 患者,颈动脉管 CT 扫描结果提示 11 例单侧颈内动脉

发育不良患者均存在同侧颈动脉管发育不良,2 例双侧颈内动脉发育不良患者的颈动脉 CT 扫描提示均存在单侧颈动脉管发育不良,说明病变对侧变细的颈内动脉为后天病变所致,因此,超声诊断颈内动脉发育不良时、特别是双侧颈内动脉发育不良时应当充分考虑病变对侧管径变细是否为异常血流动力学所致的后天病变,并且建议增加颅底 CT 的扫描。本研究以颈动脉管发育不良为诊断 CICAH 的金标准,用 ROC 评价超声诊断 CICAH 的准确性,AUC 为 0.941,说明超声诊断颈内动脉发育不良有较高诊断价值。一致性分析检验显示两种检查方法有较高的一致性,Kappa 值为 0.846,说明超声与 CT 扫描颈动脉管检查在诊断颈内动脉发育不良有较高的一致性。国内郑福浩等^[16]报道了 1 例双侧颈动脉发育异常患者,MRA 及 DSA 显示右侧颈内动脉缺如,左侧颈内动脉纤细,颅底 CT 发现右侧颈动脉管缺如,左侧颈动脉管细小,同时左侧颈内动脉毗邻颈静脉球后部,岩部颈内动脉垂直段位于前庭系统外侧,符合迷走颈内动脉的表现。由此可见,颅底 CT 在颈内动脉发育异常的诊断中起着重要作用。虽然 DSA 被认为是诊断脑血管病变的金标准,但不建议仅依靠 DSA 或 MRA 来评估颈内动脉发育异常。CTA 可全程多角度、多重组方法展现颈动脉管壁形态特点,重建的颅底图像同时可评估颈动脉管的发育状况,可作为诊断颈动脉发育异常的一站式检查方法^[17-18]。

综上所述,本研究中应用超声检查方法诊断 CICAH,将血管胚胎发育异常所致的颈总动脉、颈动脉球部及颈内动脉颈段的管径特点作为超声诊断依据,诊断准确性高。与 CT 大型检查设备相比,超声检查设备更容易在各级医疗机构获得并且容易被患者接受,作为头颈血管检查的一线筛查手段,超声检查有更高的检查频次和检出率,因此,超声诊断 CICAH 值得被广泛推广并应用。

[参考文献]

- [1] 杨丽娟,武佳芳,李芳,等. 颅外段椎动脉夹层的超声诊断价值[J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36(1): 1-4.
YANG L J, WU J F, LI F, et al. Ultrasound diagnostic value of extracranial vertebral artery dissection[J]. Chin J Ultrasound in Med, 2020, 36(1): 1-4.
- [2] 孙宜永,闫鹏,李珊,等. 椎动脉发育不良与急性单发后循环梗死患者梗死部位和椎-基底动脉形态及斑块特征关系的研究[J]. 中国脑血管病杂志, 2023, 20(4): 230-238, 247.

- SUN Y Y, YAN P, LI S, et al. Association between vertebral artery hypoplasia and infarct site and vertebrobasilar artery morphology or plaque characteristics in patients with acute single posterior circulation cerebral infarction [J]. *Chin J Cerebrovasc Dis*, 2023, 20(4): 230-238, 247.
- [3] 杨丽娟, 武佳芳. 椎动脉发育不良与急性后循环缺血性脑卒中[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2018, 20(1): 75-77.
- YANG L J, WU J F. Association between vertebral artery hypoplasia and acute posterior circulation ischemic stroke [J]. *Chin J Geriatr Heart Brain Vessel Dis*, 2018, 20(1): 75-77.
- [4] 李子付, 黄清海, 杨志刚, 等. 颈内动脉发育异常患者的影像学及临床特征分析(附六例报告)[J]. *中华神经外科杂志*, 2015, 31(2): 196-199.
- LI Z F, HUANG Q H, YANG Z G, et al. Radiographic and clinical features of internal carotid artery anomalies [J]. *Chin J Neurosurg*, 2015, 31(2): 196-199.
- [5] AKDEMIR AKTAŞ H, FARIMAZ M, FIRAT A, et al. Rare congenital anomalies of the internal carotid artery: anatomic and radiologic aspects of three cases and review of the literature [J]. *Surg Radiol Anat*, 2020, 42(11): 1363-1370.
- [6] 谢珊珊, 冉云彩, 王 潇, 等. 颈内动脉发育异常的高分辨磁共振管壁成像特征[J]. *郑州大学学报(医学版)*, 2022, 57(6): 869-877.
- XIE S S, RAN Y C, WANG X, et al. Features of internal carotid artery congenital anomalies on high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging[J]. *J Zhengzhou Univ Med Sci*, 2022, 57(6): 869-877.
- [7] 牛军伟, 周晓梅, 袁景林, 等. 先天性颈内动脉发育不良患者的临床与影像学特点分析[J]. *中华神经医学杂志*, 2022, 21(9): 885-890.
- NIU J W, ZHOU X M, YUAN J L, et al. Clinical and radiological features of patients with hypoplasia of the internal carotid artery[J]. *Chin J Neuromedicine*, 2022, 21(9): 885-890.
- [8] 宋明慧, 岳云龙, 金延方, 等. 磁共振相位对比成像评价永存三叉动脉合并一侧颈内动脉发育不良[J]. *临床放射学杂志*, 2018, 37(5): 756-759.
- SONG M H, YUE Y L, JIN Y F, et al. Blood flow in persistent primitive trigeminal artery with internal carotid artery stenosis: evaluate with phase contrast MR [J]. *J Clin Radiol*, 2018, 37(5): 756-759.
- [9] TAŞAR M, YETİŞER S, TAŞAR A, et al. Congenital absence or hypoplasia of the carotid artery: radioclinical issues [J]. *Am J Otolaryngol*, 2004, 25(5): 339-349.
- [10] IDE C, DE COENE B, MAILLEUX P, et al. Hypoplasia of the internal carotid artery: a noninvasive diagnosis [J]. *Eur Radiol*, 2000, 10(12): 1865-1870.
- [11] MUTH G, BABAIE A, JOHNSON A, et al. Congenital agenesis of the internal carotid artery [J]. *Intern Med J*, 2022, 52(6): 1101-1102.
- [12] WHITLEY H, ZAZAY A, SKALICKÝ P, et al. Congenital internal carotid artery hypoplasia: a systematic review [J]. *Neuroradiol J*, 2023, 36(1): 5-16.
- [13] 国家卫生计生委脑卒中防治工程委员会. 中国脑卒中血管超声检查指导规范[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2015, 12(8): 599-610.
- Stroke Prevention and Treatment Engineering Committee of the National Health and Family Planning Commission. Guidelines for vascular ultrasound examination of stroke in China [J]. *Chin J Med Ultrasound (Electronic Edition)*, 2015, 12(8): 599-610.
- [14] 国家卫生健康委员会脑卒中防治专家委员会血管超声专业委员会, 中国超声医学工程学会浅表器官及外周血管超声专业委员会, 中国超声医学工程学会颅脑及颈部血管超声专业委员会. 头颈部血管超声若干问题的专家共识(颈动脉部分) [J]. *中国脑血管病杂志*, 2020, 17(6): 346-352.
- National Health Commission Stroke Prevention and Treatment Expert Committee Vascular Ultrasound Professional Committee, Superficial Organ and Peripheral Vascular Ultrasound Professional Committee of the Chinese Society of Ultrasound Medical Engineering, The Brain and Neck Vascular Ultrasound Professional Committee of the Chinese Society of Ultrasound Medical Engineering. Expert consensus on some problems of cerebral and carotid vascular ultrasonography (Part of carotid) [J]. *Chin J Cerebrovasc Dis*, 2020, 17(6): 346-352.
- [15] CHEN P Y, LIU H Y, LIM K E, et al. Internal carotid artery hypoplasia: role of color-coded carotid duplex sonography [J]. *J Ultrasound Med*, 2015, 34(10): 1839-1851.
- [16] 郑福浩, 乔晓红. 双侧颈内动脉发育异常: 1例报道并文献复习 [J]. *国际脑血管病杂志*, 2023, 31(9): 717-720.
- ZHENG F H, QIAO X H. Congenital dysplasia of bilateral internal carotid artery: a case report and review of the literature [J]. *Int J Cerebrovasc Dis*, 2023, 31(9): 717-720.
- [17] 宋殿行, 郭 鹏, 杨新国, 等. 颈内动脉发育不良的 CT 诊断 [J]. *临床放射学杂志*, 2019, 38(1): 58-62.
- SONG D H, GUO P, YANG X G, et al. MDCT detection of hypoplasia of the internal carotid artery [J]. *J Clin Radiol*, 2019, 38(1): 58-62.
- [18] BAZ R A, SCHEAU C, NISCOVEANU C, et al. Morphometry of the entire internal carotid artery on CT angiography [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 57(8): 832.
- (此文编辑 许雪梅)