

- modulation of the blood-brain barrier in gray and white matter[J]. J Control Release, 2025, 15: 113631.
- [29] Zhu M, Wu P, Li Y, et al. Synergistic therapy for orthotopic gliomas via biomimetic nanosensitizer-mediated sonodynamic therapy and ferroptosis[J]. Biomater Sci, 2022, 10(14): 3911-3923.
- [30] Fan Y, Cui Y, Hao W, et al. Carrier-free highly drug-loaded biomimetic nanosuspensions encapsulated by cancer cell membrane based on homology and active targeting for the treatment of glioma[J]. Bioact Mater, 2021, 6(12): 4402-4414.
- [31] Sharma P, Otto M. Multifunctional nanocomposites modulating the tumor microenvironment for enhanced cancer immunotherapy[J]. Bioact Mater, 2024, 31: 440-462.
- [32] Zhou Y, Jiao J, Yang R, et al. Temozolomide-based sonodynamic therapy induces immunogenic cell death in glioma[J]. Clin Immunol, 2023, 256: 109772.
- [33] Lin X, He T, Tang R, et al. Biomimetic nanoprobe-augmented triple therapy with photothermal, sonodynamic and checkpoint blockade inhibits tumor growth and metastasis[J]. J Nanobiotechnology, 2022, 20(1): 80.
- [34] Wang L, Cao Y, Cheng C, et al. Biomimetic, pH-responsive nanoplateforms for cancer multimodal imaging and photothermal immunotherapy[J]. ACS Appl Mater Interfaces, 2023, 15(1): 1784-1797.
- [35] Lu Z, Bai S, Jiang Y, et al. Amplifying dendritic cell activation by bioinspired nanometal organic frameworks for synergistic sonoimmunotherapy[J]. Small, 2022, 18(44): e2203952.
- [36] Bao M, Wang K, Li J, et al. ROS Scavenging and inflammation-directed polydopamine nanoparticles regulate gut immunity and flora therapy in inflammatory bowel disease[J]. Acta Biomater, 2023, 161: 250-264.
- [37] Xie F, Liu Z, Wang P, et al. Self-delivering nanodrugs developed via small-molecule-directed assembly and macrophage cloaking for sonodynamic-augmented immunotherapy[J]. Adv Healthc Mater, 2022, 11(18): e2202115.
- [38] Chen K, Zhou A, Zhou X, et al. An intelligent cell-derived nanorobot bridges synergistic crosstalk between sonodynamic therapy and cuproptosis to promote cancer treatment[J]. Nano Lett, 2023, 23(7): 3038-3047.
- [39] Xiao T, He M, Xu F, et al. Macrophage membrane-camouflaged responsive polymer nanogels enable magnetic resonance imaging-guided chemotherapy/chemodynamic therapy of orthotopic glioma[J]. ACS Nano, 2021, 15(12): 20377-20390.
- [40] Li R, He Y, Zhu Y, et al. Route to rheumatoid arthritis by macrophage-derived microvesicle-coated nanoparticles[J]. Nano Lett, 2019, 19(1): 124-134.
- [41] Zhao H, Zhao B, Li L, et al. Biomimetic decoy inhibits tumor growth and lung metastasis by reversing the drawbacks of sonodynamic therapy[J]. Adv Healthc Mater, 2020, 9(1): e1901335.
- [42] Hu H, Hua SY, Lin X, et al. Hybrid biomimetic membrane coated particles-mediated bacterial ferroptosis for acute MRSA pneumonia[J]. ACS Nano, 2023, 17(12): 11692-11712.
- [43] Li Y, Teng X, Yang C, et al. Ultrasound controlled anti-inflammatory polarization of platelet decorated microglia for targeted ischemic stroke therapy[J]. Angew Chem Int Ed Engl, 2021, 60(10): 5083-5090.

(收稿日期: 2024-08-09)

• 病例报道 •

Brain-neck integrated ultrasound evaluation of left common carotid artery occlusion with severe brachiocephalic trunk stenosis: a case report

脑颈动脉一体化超声评估左侧颈总动脉闭塞并头臂干重度狭窄 1 例

雷恬, 孙林, 汪越澄

[中图分类号] R445.1

[文献标识码] B

患者男, 70 岁, 因“反复头晕 10 余年, 1 周前晕厥 1 次”入院。自述既往高血压史伴反复头晕 10 余年, 未予重视; 2 型糖尿病史 2 年余。3 年前因双侧甲状腺瘤行甲状腺切除术, 术后规律服用甲状腺素片, 病情控制稳定, 否认精神病、冠心病等。体格检查: 体温 36.6℃, 双上肢血压不对称, 左侧血压 91/59 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), 右侧血压 62/48 mmHg, 呼吸 20 次/min, 心律齐, 未闻及杂音。双侧额纹及鼻唇沟对称, 口角无歪斜; 四肢

肌力、肌张力及双下肢腱反射均正常, 病理反射未引出, 美国国立卫生研究院脑卒中量表评分 0 分, 未见明显神经系统阳性体征。入院后血常规、尿常规、凝血功能、肝肾功能、肿瘤标志物检查均未见异常。甲状腺功能检查: 游离甲状腺素 10.4 pmol/L, 超敏促甲状腺激素 13.35 mU/L, 甲状腺球蛋白抗体 6.6 U/ml。经胸超声心动图检查: 主动脉瓣退行性病变; 二尖瓣后瓣退变并关闭不全(轻至中度), 左室收缩功能测值正常范围。脑颈动脉

基金项目: 湖南省医卫行业联合基金项目(2024JJ9527)

作者单位: 长沙市中医医院 长沙市第八医院超声影像科, 湖南 长沙 410100

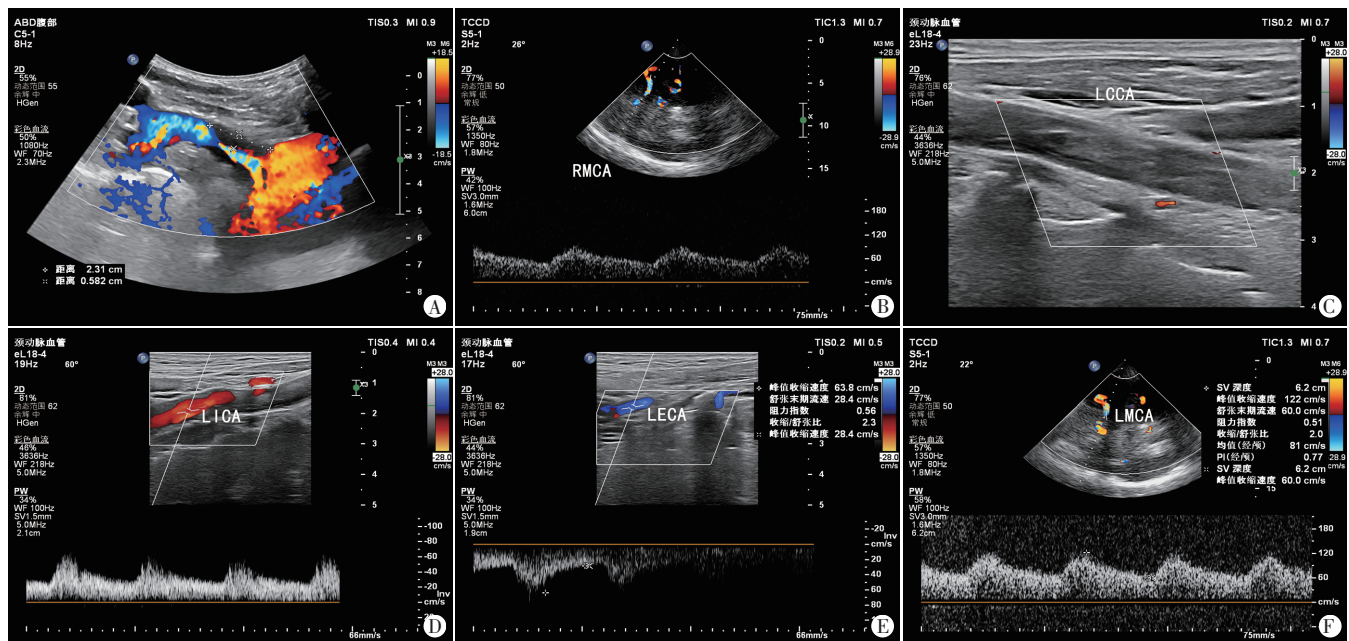
通讯作者: 汪越澄, Email: yuechengwangwang@163.com

一体化超声检查:①头臂干前后壁上可见低回声斑块附着,较大者大小约 23.0 mm×5.8 mm,局部管腔狭窄,狭窄处残余管径约 2.0 mm,原始管径约 8.2 mm;狭窄处血流束细窄,呈花色血流信号,收缩期峰值流速 395 cm/s。②右侧锁骨下动脉起始段后壁见一大约 16.0 mm×2.1 mm 低回声斑块,管腔未见狭窄,频谱形态失常,失去三相波改变。③右侧颈总动脉、颈内动脉、颈外动脉、大脑中动脉血流速度正常,频谱峰时后延。④左侧颈总动脉内充满不均质低回声,管腔内未探及明显血流信号。⑤左侧颈外动脉血流反向,频谱呈颅内化改变;左侧颈内动脉及大脑中动脉血流速度正常,频谱峰时后延。⑥左侧椎动脉血流速度全程增快,峰值流速 107 cm/s;右侧椎动脉血流频谱呈部分窃血改变(收缩期峰值流速和舒张末期流速分别为-25 cm/s、10 cm/s);基底动脉血流速度及方向正常。⑦左侧甲状腺干、甲状腺下动脉、甲状腺上动脉、枕动脉血流速度均较对侧增快。见图 1,2。超声提示:(1)头臂干内斑块形成并重度狭窄(代偿侧支途径:左侧椎动脉-右侧椎动脉-锁骨下动脉);(2)左侧颈总动脉闭塞,左侧颈内动脉窃血(开放侧支途径可能为:①左侧椎动脉-枕动脉-颈外动脉-颈内动脉;②甲状腺干-枕动脉-颈外动脉-颈内动脉;③甲状腺干-甲状腺下动脉-甲状腺上动脉-颈外动脉-颈内动脉)。头部 CT 提示:双侧基底节区腔隙性脑梗死。头颈部 CT 血管三维成像提示:头颈部动脉粥样硬化,左侧颈总动脉起始部闭塞,头臂干中至重度狭窄,双侧颈内动脉 C4~C6 段轻至中度狭窄,左侧甲状腺下动脉与甲状腺上动脉、左侧椎动脉与枕动脉、颈升动脉与枕动脉吻合侧支形成(图 3)。

讨论:目前全球范围内脑卒中发病率呈上升趋势,脑颈动脉狭窄或闭塞是发生缺血性脑卒中的主要原因^[1],及时检出并干预是预防脑卒中的关键。脑颈动脉一体化超声即经颅彩

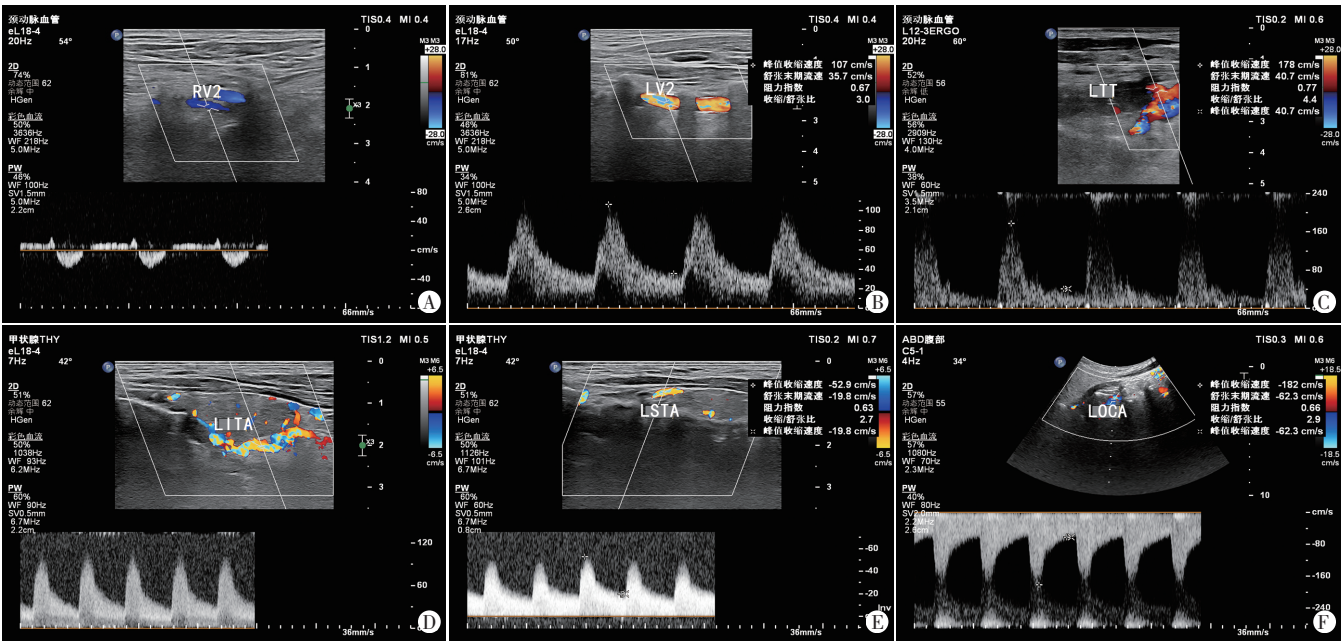
色多普勒+颈部血管超声,可同时检查脑颈部动脉,准确地对责任血管进行定性、定量、定位评估,使原本的两项检查整合、互补,不仅减少了漏误诊,还简化了就诊流程,节约了就诊时间。脑颈动脉一体化超声在颈动脉内膜剥脱术患者术前风险评估及筛选中具有重要意义^[2]。研究^[3]表明应用脑颈动脉一体化超声可在术前评估脑梗死患者大脑中动脉粥样硬化、脑颈部动脉狭窄风险,术中实时监测脑颈部动脉血流动力学变化,术后评估脑血流灌注,通过快速、全面、精准地评估脑颈部动脉管腔及血流动力学情况,为临床有效诊疗及评估预后提供更直观、有价值的影像学 and 血流动力学信息,有助于降低脑卒中的致残率和致死率^[4]。

当一侧颈总动脉闭塞时,由于病变远端颈内动脉压力明显低于同侧颈外动脉,颈内动脉可将颈外动脉的血液逆向窃至颈内动脉,亦可将健侧正常颈部血管的血液通过颈部侧支窃至病变侧^[5],以保证病变侧颅内血流灌注。颈内动脉窃血是颈总动脉慢性闭塞患者的重要代偿供血途径,主要代偿侧支途径有:①椎动脉-枕动脉-颈外动脉-颈内动脉;②甲状腺干-枕动脉-颈外动脉-颈内动脉;③甲状腺干-甲状腺下动脉-甲状腺上动脉-颈外动脉-颈内动脉;④健侧颈外动脉-双侧甲状腺上动脉间吻合-患侧颈外动脉-颈内动脉等。根据本例患者左侧椎动脉、甲状腺干及甲状腺下动脉血流速度增快,左侧甲状腺上动脉、枕动脉血流速度增快及血流反向等表现,推测本例患者具有上述 4 条代偿侧支途径中的前 3 条。当头臂干重度狭窄或慢性闭塞时,主要代偿侧支途径有:①左侧椎动脉-右侧椎动脉-锁骨下动脉;②基底动脉-右侧椎动脉-锁骨下动脉;③枕动脉-椎动脉-锁骨下动脉;④左侧颈内动脉系统-前交通动脉-右颈总动脉-锁骨下动脉。本例患者脑颈动脉一体化超声检查显示颅内动脉管腔狭窄改变,左、右侧颅内动脉血管间压力梯



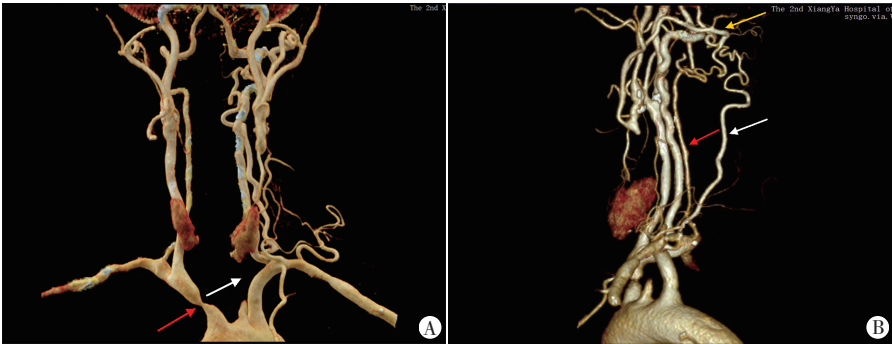
A、B:头臂干管腔重度狭窄,其内斑块大小约 23.0 mm×5.8 mm,右侧大脑中动脉频谱峰时后延;C~F:左侧颈总动脉完全闭塞,未探及血流信号,左侧颈内动脉从左侧颈外动脉窃血,左侧大脑中动脉频谱峰时后延。RMCA:右侧大脑中动脉;LCCA:左侧颈总动脉;LICA:左侧颈内动脉;LECA:左侧颈外动脉;LMCA:左侧大脑中动脉

图 1 本例患者颈部血管超声图



A、B:右侧椎动脉V2段呈窃血改变,左侧椎动脉V2段血流代偿性增快;C~E:左侧甲状腺干、左侧甲状腺下动脉、左侧甲状腺上动脉侧支通路开放;F:左侧椎动脉V3段向左侧枕动脉侧支通路开放。RV2:右侧椎动脉V2段;LV2:左侧椎动脉V2段;LTT:左侧甲状腺干;LITA:左侧甲状腺下动脉;LSTA:左侧甲状腺上动脉;LOCA:左侧枕动脉

图2 本例患者颈部血管及椎动脉超声图



A:头臂干重度狭窄(红色箭头示),左侧颈总动脉闭塞(白色箭头示);B:侧支循环建立,红色箭头示颈升动脉,白色箭头示颈深动脉,黄色箭头示枕动脉

图3 本例患者头颈部CT血管三维成像图

度不明显,提示前交通动脉不开放;而左侧椎动脉血流速度全程增快,右侧椎动脉呈“双向”血流频谱,提示其可能为上述4条代偿侧支途径中的第1条。脑颈动脉一体化超声具有无创、可重复、实时动态、操作简便、无特殊禁忌证等优势,可准确评估高血压患者脑颈部动脉结构、血流动力学变化、侧支循环开放情况,从而诊断动脉狭窄或闭塞性病变,为临床制定脑卒中防治

方案提供全面的血流动力学参考依据,有一定的临床价值。

参考文献

- [1] Roy A, Datta S. Medicinal plants against ischemic stroke[J]. Curr Pharm Biotechnol, 2021, 22(10): 1302-1314.
- [2] 杨敬,宋林子,华扬.脑-颈血管超声一体化评估促进卒中中心建设的实践与思考[J]. 中国医药导报, 2021, 18(36): 193-196.
- [3] Guerreiro C, Basílio G, Sequeira P. Congenital absence of the internal carotid artery with intercavernous anastomosis[J]. World Neurosurg, 2020, 143(11): 68-69.
- [4] 王欲赫,朱贤胜.脑颈一体化血管超声技术在脑卒中中的应用研究[J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(20): 4-6.
- [5] 顾秀娟,张巍,郑帅,等.颈动脉斑块常规超声及超声造影预测颈动脉狭窄患者缺血性脑卒中[J]. 中国介入影像与治疗学, 2022, 19(9): 570-574.

(收稿日期:2024-10-08)