

Sound touch elastography for assessing effect of biofeedback electrical stimulation for treating primipara with diastasis rectus abdominis

FANG Wenjing¹, MA Gui Feng¹, ZHU Wen¹, WANG Xin², XU Lingfei²,
QI Yongtao¹, LIN Xiumei^{1*}

(1. Department of Ultrasound, Affiliated Hospital of Weifang Medical University, Weifang 261031, China;

2. School of Medical Imaging, Shandong Second Medical University, Weifang 261053, China)

[Abstract] **Objective** To observe the value of sound touch elastography (STE) for assessing effectiveness of biofeedback electrical stimulation for treating primipara with diastasis rectus abdominis (DRA). **Methods** Totally 98 primiparas were prospective enrolled and divided into therapeutic group ($n=48$) and non-therapeutic group ($n=50$) according to whether the biofeedback electrical stimulation performed or not. Meanwhile, 50 healthy non-pregnant women of childbearing period were taken as controls (control group). The inter-rectus distance (IRD_1/IRD_2), Young's modulus (E_1/E_2) at 6 sites and the mean value of E_1/E_2 (E_{mean-1}/E_{mean-2}) 42 days after and 10 weeks after delivery (after one-course treatment) were compared between groups, respectively. Pearson correlation analysis was performed to explore the correlations of E_{mean-3} (difference between E_{mean-2} and E_{mean-1}) and IRD_3 (difference between IRD_2 and IRD_1) in treatment group. **Results** In therapeutic group, IRD_2 was significantly lower than IRD_1 ($P<0.01$). No significant difference was found between IRD_1 and IRD_2 in non-therapeutic group ($P>0.05$). IRD_3 , E_{mean-2} , E_{mean-3} and 6 site- E_2 in therapeutic group were all higher than those in non-therapeutic group (all $P<0.05$). E_1 at 6 sites in therapeutic group were not significantly different with those in non-therapeutic group (all $P>0.05$), which were all lower than those in control group (all $P<0.05$). E_{mean-3} was highly positively correlated with IRD_3 in therapeutic group ($r=0.823$, $P<0.01$). **Conclusion** STE could effectively evaluate the early efficacy of biofeedback electrical stimulation for treating primiparas with DRA.

[Keywords] parity; rectus abdominis; ultrasonography; electric stimulation; prospective studies

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.04.019

声触诊弹性成像评估生物反馈电刺激治疗 初产妇腹直肌分离效果

方文静¹, 马桂凤¹, 朱雯¹, 王欣², 徐灵菲², 齐永涛¹, 林秀梅^{1*}

(1. 潍坊医学院附属医院超声科, 山东 潍坊 261031; 2. 山东第二医科大学医学影像学院, 山东 潍坊 261053)

[摘要] **目的** 观察声触诊弹性成像(STE)评估生物反馈电刺激治疗初产妇腹直肌分离(DRA)效果的价值。**方法** 前瞻性纳入 98 例 DRA 初产妇, 根据是否接受生物反馈电刺激治疗将其分为治疗组($n=48$)及未治疗组($n=50$); 以 50 名健康未孕育龄期女性为对照组。比较治疗组与未治疗组产后 42 天与产后 10 周(即治疗 1 个疗程后)腹直肌间距离(IRD_1/IRD_2)、6 个位点杨氏模量(E_1/E_2)及其均值(E_{mean-1}/E_{mean-2}); 以 Pearson 相关分析评估治疗组 E_{mean-3} (E_{mean-2} 与 E_{mean-1} 差值)与 IRD_3 (IRD_2 与 IRD_1 差值)的相关性。**结果** 治疗组 IRD_2 显著低于 IRD_1 ($P<0.01$); 未治疗组 IRD_2 与 IRD_1 差异无

[第一作者] 方文静(1995—), 女, 山东潍坊人, 硕士, 医师。研究方向: 妇产超声学。E-mail: fwj7788@163.com

[通信作者] 林秀梅, 潍坊医学院附属医院超声科, 261031。E-mail: wyfylin@126.com

[收稿日期] 2023-12-19 [修回日期] 2024-01-25

统计学意义($P>0.05$)。治疗组 IRD_3 、 E_{mean-2} 、 E_{mean-3} 及 6 个位点 E_2 均高于未治疗组(P 均 <0.05)；治疗组与未治疗组 6 个位点 E_1 差异无统计学意义(P 均 >0.05)且均低于对照组(P 均 <0.05)。治疗组 E_{mean-3} 与 IRD_3 呈高度正相关($r=0.823$, $P<0.01$)。结论 STE 可有效评估生物反馈电刺激治疗早期初产妇 DRA 效果。

[关键词] 产次；腹直肌；超声检查；电刺激；前瞻性研究

[中图分类号] R714.7；R445.1 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2024)04-0570-05

产后腹直肌分离 (diastasis rectus abdominis, DRA) 指女性孕期腹白线不断延伸、前腹壁功能减弱所致两侧腹直肌 (rectus abdominis, RA) 内侧缘相互分离^[1], 以低频电流生物反馈电刺激进行治疗可明显改善^[2]。目前国内学者多以高频超声测量腹直肌间距离 (inter-rectus distance, IRD) >2 cm 为诊断 DRA 的金标准^[3-4], 但无法评估腹壁肌肉力学特性。声触诊弹性成像 (sound touch elastography, STE) 为新型剪切波弹性成像技术, 可量化组织弹性特征, 实时、无创、定量地评估 RA 弹性^[5], 且不同观察者测值的一致性良好^[6]。本研究观察 STE 评估生物反馈电刺激用于治疗初产妇 DRA 效果的价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 前瞻性纳入 2020 年 12 月—2021 年 12 月于潍坊医学院附属医院产科自然分娩、产后 42 天经高频超声确诊 DRA 的 98 例初产妇, 年龄 23~35 岁、平均 (28.6 ± 2.6) 岁; 根据是否接受生物反馈电刺激治疗将其归入治疗组 ($n=48$) 或未治疗组 ($n=50$)。纳入标准: ①盆底肌力 3 级及以上; ②无生物反馈电刺激治疗禁忌证; ③分别于产后 42 天及 10 周 (即生物反馈电刺激治疗 1 个疗程后) 接受 STE 检查; ④随访资料完整。以 50 名健康无产史育龄女性为对照组, 年龄 25~32 岁、平均 (28.3 ± 1.9) 岁; 与治疗及未治疗组同期接受腹部高频超声检查。本研究经院伦理委员会批

准 (wyfy-2020-ky-275), 所有受检者均知情同意。

1.2 生物反馈电刺激治疗 采用麦澜德生物反馈治疗仪 (MLDB4S 治疗版) 治疗初产妇 DRA, 每次 30 min、每周 3 次, 以 10 次为 1 个疗程。

1.3 仪器与方法 采用 Mindray Resona8S 型超声诊断仪、配备频率 5~14 MHz 线阵探头。嘱受试者仰卧, 双膝呈直角弯曲, 于静息态肌肉收缩状态下判断 RA 内侧缘, 重复测算呼气末脐下 3 cm、脐部及脐上 3 cm 处 IRD 平均值并取平均值作为结果; 观察两侧脐水平 (R_0 、 L_0)、脐上 3 cm 水平 (R_{+3} 、 L_{+3}) 及脐下 3 cm 水平 (R_{-3} 、 L_{-3}) RA 中部最大肌肉面积区域, 以二维图像清晰显示后启动 STE, 于患者呼气末屏气 5 s 状态下将探头垂直放置于皮肤表面并保持稳定, 待图像色彩均匀、M-STB Index 显示为 5 颗绿星时获得稳定 STE 图像并冻结。由 1 名具有 5 年以上工作经验的超声医师采集并存储图像, 分别记录 6 个位点杨氏模量 (E) 及其均值 (E_{mean}), 测量 2 次取平均值。见图 1、2。

将产后 42 天、10 周 IRD 分别记为 IRD_1 及 IRD_2 , E/E_{mean} 分别记为 E_1/E_{mean-1} 及 E_2/E_{mean-2} , 以 IRD_1 与 IRD_2 差值为 IRD_3 、 E_{mean-1} 与 E_{mean-2} 差值为 E_{mean-3} 。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。以 $\bar{x} \pm s$ 表示正态分布计量资料, 分别以采用单因素 ANOVA 检验行多组间、以独立样本 t 检验行 2 组间比

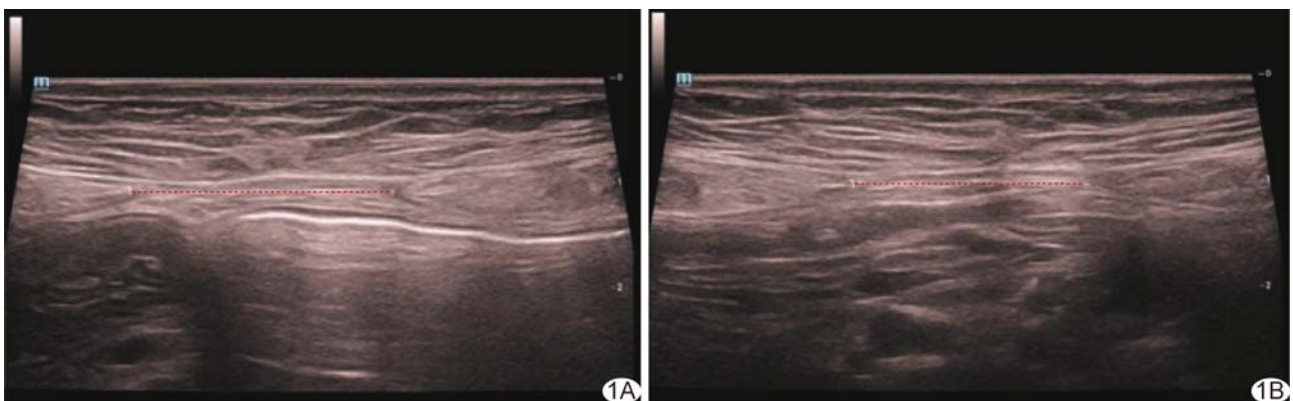


图 1 DRA 初产妇, 28 岁, 接受生物反馈电刺激治疗 A、B. 产后 42 天 (A) 及 10 周 (B) 高频超声声像图示脐上 3 cm 处 IRD 值分别为 2.4 及 2.1 cm (红线为测量线)

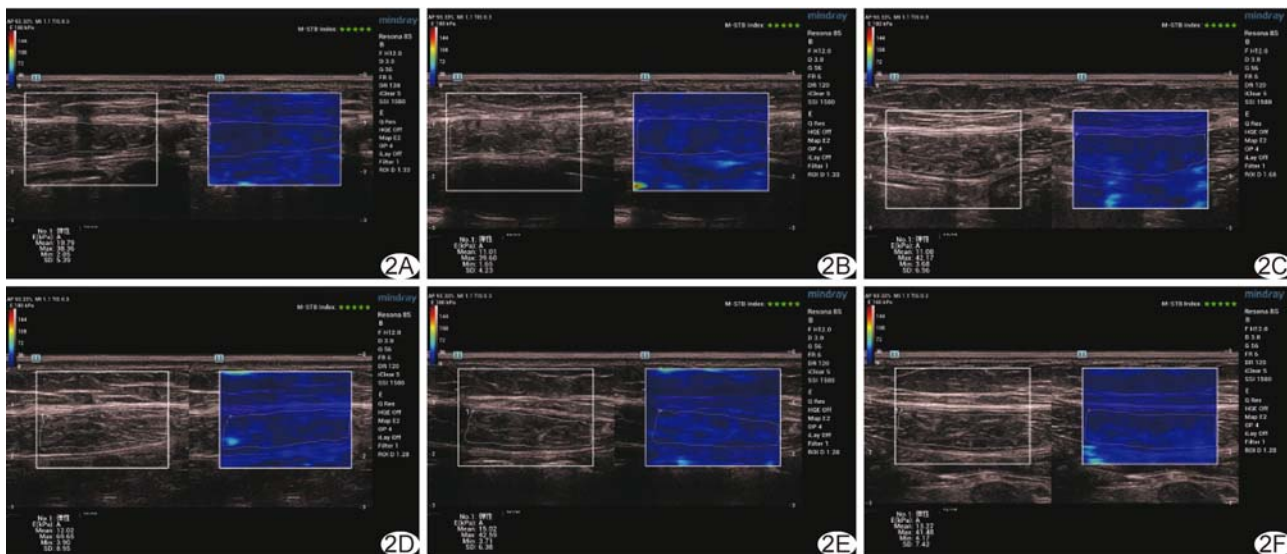


图 2 DRA 初产妇, 28 岁, 接受生物反馈电刺激治疗 A~C. 产后 42 天 STE 图示 R₊₃(A)、R₀(B)及 R₋₃(C)处 E 分别为 10.79、11.01 及 11.00 kPa; D~F. 产后 10 周 STE 图示 R₊₃(D)、R₀(E)及 R₋₃(F)处 E 分别为 12.02、15.02 及 13.27 kPa

较;以中位数(上下四分位数)表示偏态分布计量资料,行 Mann-Whitney U 检验。以 Pearson 相关分析观察治疗组 E_{mean-3} 与 IRD₃ 的相关性: |r| ≥ 0.8 为高度相关, 0.5 ≤ |r| < 0.8 为中度相关, 0.3 ≤ |r| < 0.5 为低度相关, 0 < |r| < 0.3 为弱相关。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 3 组受检者年龄、孕前体质量指数 (body mass index, BMI) 差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。治疗组与未治疗组患者年龄、孕前 BMI、孕期增加体质量及新生儿体质量差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。见表 1。

2.2 高频超声 治疗组 IRD₁、IRD₂ 及 IRD₃ 分别为 (3.05 ± 0.40)、(2.10 ± 0.50) 及 (0.95 ± 0.29) cm; 未治疗组分别为 (3.03 ± 0.37)、(2.89 ± 0.36) 及 0.10 (0.10, 0.20) cm。治疗组 IRD₂ 显著低于 IRD₁ (t = -10.243, P < 0.01); 未治疗组 IRD₁ 与 IRD₂ 差异无统计学意义 (t = -1.901, P = 0.062)。治疗组 IRD₃ 高于未治疗组 (Z = -8.621, P < 0.01)。

2.3 STE 治疗组 E_{mean-1}、E_{mean-2} 及 E_{mean-3} 分别为 (10.65 ± 1.82)、(14.36 ± 1.85) 及 3.80 (3.40, 4.10) kPa; 未治疗组分别为 (10.88 ± 1.78)、(11.25 ± 1.77) 及 0.40 (0.30, 0.40) kPa。治疗组 E_{mean-2} 及 E_{mean-3} 均高于未治疗组 (t = 8.491, Z = 8.335, P 均 < 0.01);

表 1 DRA 初产妇与健康未孕育龄期女性一般资料比较

组别	年龄(岁)	孕前 BMI (kg/m ²)	孕期增加体质量 (kg)	新生儿体质量 (kg)
治疗组 (n=48)	28.9 ± 2.9	20.53 ± 0.98	13.25 ± 2.50	3.25 ± 0.25
未治疗组 (n=50)	28.0 ± 2.0	20.57 ± 0.92	14.02 ± 1.92	3.23 ± 0.21
对照组 (n=50)	28.3 ± 1.9	20.34 ± 0.96	—	—
F/t 值	1.412	0.771	-1.723	0.525
P 值	0.253	0.472	0.091	0.614

上述 2 组间 E_{mean-1} 差异无统计学意义 (t = -0.632, P = 0.531)。

治疗组与未治疗组 6 个位点 E₁ 差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05) 且均低于对照组 (P 均 < 0.05); 治疗组 6 个位点 E₂ 均高于未治疗组 (P 均 < 0.05)。治疗组 6 个位点 E₂ 均高于 E₁ (P 均 < 0.05); 未治疗组 6 个位点 E₂ 与 E₁ 差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。见表 2。

2.4 相关性分析 治疗组 E_{mean-3} 与 IRD₃ 呈高度正相关 (r = 0.823, P < 0.01)。

3 讨论

以高频超声测量 IRD 有助于观察女性 DRA 患者接受相关治疗后 RA 修复情况^[7]。本研究中, 高频超声测得经生物反馈电刺激治疗 1 个疗程后 DRA 组 IRD 为 (2.10 ± 0.50) cm, 明显小于治疗前并接近正常范围 (2 cm), 提示疗效较满意。

有学者^[8]认为高频超声所测肌肉厚度、长度与肌肉力量并非呈线性关系, 导致难以直接通过肌肉结构变化评估其张力改变。STE 基于声辐射力超声脉冲形

表 2 接受与未接受生物反馈电刺激治疗的 DRA 初产妇 STE 参数比较

组别	R ₀ (kPa)		R ₊₃ (kPa)		R ₋₃ (kPa)	
	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
治疗组 (n=48)	10.34±1.80	13.86±1.84*	10.55±2.06	14.56±1.83*	10.42±1.83	14.15±1.87*
未治疗组 (n=50)	10.47±1.79	10.84±1.76	10.87±1.95	11.24±1.93	10.68±1.81	11.03±1.84
t 值	-0.362	8.301	-0.778	8.714	-0.711	8.314
P 值	0.723	0.007	0.439	0.006	0.482	0.006

组别	L ₀ (kPa)		L ₊₃ (kPa)		L ₋₃ (kPa)	
	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
治疗组 (n=48)	10.60±1.61	14.16±1.86*	11.23±1.89	14.90±1.85*	10.75±1.75	14.50±1.85*
未治疗组 (n=50)	10.76±1.65	11.11±1.63	11.40±1.80	11.74±1.77	11.04±1.73	11.44±1.72
t 值	-0.473	8.627	-0.458	8.632	-0.847	8.497
P 值	0.628	0.007	0.643	0.006	0.401	0.006

注: * : 与该位点 E₁ 比较 P<0.05

成的剪切波利用超宽波速成像技术追踪组织位移,可实时显示组织硬度及其性质,有效评估骨骼肌内在生物力学特性^[9-10]。产后 6 周为产妇 RA 自我修复时段,故本研究以产后 42 天为治疗前时间点采集超声资料,有利于评估产后子宫和盆底情况^[11]。本研究结果显示,产后 42 天 DRA 组 E 低于对照组,提示 DRA 初产妇 RA 弹性及硬度均较低;未治疗组产后 10 周 E 略高于产后 42 天(P>0.05)而 IRD 仍明显大于正常范围,提示尽管初产妇产后 RA 可进行自我修复,但过程缓慢且无法完全恢复正常,与 HAAKSTAD 等^[12]观点相同,因此早期康复治疗至关重要。

生物反馈电刺激治疗产后 DRA 的原理为低频脉冲电流通过肌电极压力刺激肌肉收缩、提高疼痛阈值及肌肉反应力,充分唤醒肌肉神经元,以提升受损肌肉的康复质量;且可将离子通过易化扩散导入组织细胞以改善组织营养,加速受损肌肉、神经细胞及腹壁肌肉功能修复,提高神经肌肉反射、降低受损肌肉紧张性、增强受损肌肉力量^[13];相比锻炼腹部核心肌群、按摩推拿、腹式呼吸运动等方法用时短、起效快^[14]。本研究治疗组经生物反馈电刺激治疗 1 个疗程后 IRD 明显缩小、RA 的 E 明显增大,而 E_{mean-3} 与 IRD₃ 呈高度正相关,提示治疗后患者 RA 力量显著增强;同时,利用 STE 技术可通过定量分析 RA 弹性变化而评估生物反馈电刺激治疗 DRA 效果。

综上所述,STE 可有效评估生物反馈电刺激治疗初产妇 DRA 早期疗效。但本研究为单中心分析,样本量有限且随访时间较短,有待后续扩大样本量进一步观察。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:方文静研究设计、撰写和修改文章;马

桂凤研究设计、修改文章;朱雯、林秀梅研究实施;王欣、徐灵菲、齐永涛统计分析。

[参考文献]

- [1] 中国整形美容协会女性生殖整复分会生殖物理整复学组. 产后腹直肌分离诊断与治疗的专家共识[J]. 中国妇产科临床杂志, 2021, 22(2): 220-221.
- [2] 王影, 张洁, 冯艳霞, 等. 电刺激治疗产后腹直肌分离的效果观察[J/CD]. 中华妇幼临床医学杂志(电子版), 2017, 13(2): 218-221.
- [3] 南淑良, 刘菲菲, 穆靓, 等. 高频超声测量产后女性腹直肌间距的重复性[J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(9): 920-923.
- [4] THEODORSEN N M, STRAND L I, BØ K. Effect of pelvic floor and transversus abdominis muscle contraction on inter-rectus distance in postpartum women: A cross-sectional experimental study[J]. Physiotherapy, 2019, 105(3): 315-320.
- [5] 杨家丽, 李加伍, 叶桂林, 等. 对比声触弹性成像与可视化瞬时弹性成像检测肝脏弹性[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(1): 103-106.
- [6] 钟华, 巫燕玲, 陈英, 等. 二维超声联合实时剪切波弹性成像评估腹直肌分离[J/CD]. 中华医学超声杂志(电子版), 2021, 18(9): 847-853.
- [7] 李涛, 冯洪波, 汪许红. 腹直肌超声检查在产后腹直肌分离康复治疗中的效果观察[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(23): 4732-4735.
- [8] 汪亮, 黄俊, 王小娜. 高频超声及剪切波弹性成像定量评估产后腹直肌分离[J]. 临床超声医学杂志, 2023, 25(1): 44-48.
- [9] 刘佳, 孟令萃, 李旻颖, 等. 剪切波弹性成像评估针灸治疗改善帕金森病肌强直效果[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(7): 1065-1069.
- [10] 壮健, 李晓琴, 张超, 等. 声触弹性成像技术量化评估孕晚期妊娠糖尿病患者胎盘弹性[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(8): 1208-1212.
- [11] 江庆, 顾军, 冯冠男, 等. 产后 42~60 d 腹直肌间距的超声参考值范围[J/CD]. 中华医学超声杂志(电子版), 2021, 18(11): 1067-1072.
- [12] HAAKSTAD L A H, KISSEL I, BØ K. Long-term effects of

participation in a prenatal exercise intervention on body weight, body mass index, and physical activity level: A 6-year follow-up study of a randomized controlled trial [J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2021, 34(9):1347-1355.

[13] 牛蕾蕾, 徐俊, 蔡西国, 等. 产后早期神经肌肉电刺激治疗腹直肌

分离的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020, 42(12): 1078-1080.

[14] 谢丹丹, 巩尊科, 樊莉琳, 等. 产后早期静力性收缩训练联合神经肌肉电刺激治疗产后腹直肌分离的疗效研究[J/CD]. 中华妇幼临床医学杂志(电子版), 2022, 18(3):357-365.

Intracranial vascular tumor: Case report 颅内脉管瘤 1 例

杜军伟

(聊城市人民医院磁共振室, 山东 聊城 252000)

[Keywords] brain neoplasms; neoplasms, vascular tissue; magnetic resonance imaging

[关键词] 脑肿瘤; 肿瘤, 血管组织; 磁共振成像

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.04.020

[中图分类号] R739.41; R445.2 [文献标识码] B [文章编号] 1003-3289(2024)04-0574-01

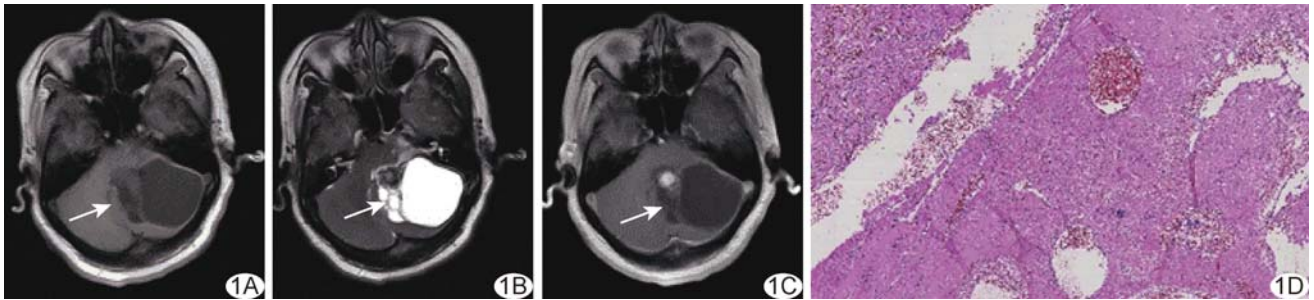


图 1 左侧小脑脉管瘤 A~C. 颅脑轴位 T1WI(A)、T2WI(B)及增强 T1WI(C); D. 病理图(HE, ×100) (箭示病灶)

患者女, 57 岁, 间断头痛头晕半月余、加重 4 天; 高血压病史 30 余年, 未规律服药及监测, 无外伤、手术史及特殊家族病史。查体: 血压 145/95 mmHg, 痛苦面容, 未见其他明显异常。实验室检查未见明显异常。颅脑 MRI: 左侧小脑 5.5 cm × 5.2 cm × 3.8 cm 囊实性占位, 局部边界清晰, 内见分隔, 实性部分呈 T1WI 稍低信号、T2WI 等-低信号, 囊性部分呈 T1WI 低信号、T2WI 高信号(图 1A、1B), 弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWD)实性部分及囊壁见局部点状高信号; 增强后实性部分呈结节状强化, 囊性部分无强化, 其内分隔及囊壁呈轻度强化(图 1C); 病灶邻近脑组织水肿, 第四脑室及脑干受压, 幕上脑室扩张。MRI 诊断: 左侧小脑占位, 考虑血管母细胞瘤。于全麻下行左侧小脑占位切除术, 术中见左侧桥小脑角区囊实性占位病变, 囊液为黄色, 囊壁黄染, 内侧囊壁见红色质韧肿瘤结节, 血运丰富。术后病理: 灰红、灰黄色肿瘤组织, 光镜下见扩张脉管, 以淋巴管为主, 局部见血栓机化再通(图 1D); 病理学诊断: 左侧小脑脉管瘤(淋巴管瘤为主), 伴血栓机化。本例报

道经医院伦理委员会批准(2022025)。

讨论 脉管瘤又称血管淋巴管瘤, 较为罕见, 是起源于间充质的良性肿瘤, 发病机制可能与先天性脉管系统发育异常或手术、外伤等引起淋巴管引流不良或淋巴管损伤有关; 可发生于任何年龄, 女性略多于男性, 常见发病部位包括颌面部、颈部、四肢及腋窝等。组织学上脉管瘤由囊性扩张的淋巴管和血管组成; 其影像学表现与瘤内血管及淋巴管所占比例有关, 多表现为边界清晰的多房囊性或囊实性肿块, 囊腔大小不等, 囊壁薄, 其实性成分或为残余及被压缩的血管和淋巴管组织, 囊性成分则可能为肿瘤微血管或淋巴管破裂及其融合。本例脉管瘤发生于颅内, 极为罕见; 组织学上以淋巴管瘤为主, MRI 表现与血管母细胞瘤相似, 导致术前误诊。颅内脉管瘤需与血管母细胞瘤、星形细胞瘤、室管膜瘤及淋巴瘤等相鉴别。确诊需靠病理学检查。

利益冲突: 全体作者声明无利益冲突。

作者贡献: 杜军伟查阅文献、图像分析、撰写、修改及审阅文章。

[第一作者] 杜军伟(1991—), 女, 山东聊城人, 硕士, 主治医师。E-mail: dujw@163.com

[收稿日期] 2023-11-28 [修回日期] 2024-02-01