

· 病例报道 ·

全麻经输尿管钬激光碎石术中肺及延迟性脑空气栓塞一例

唐林 谭米多 宋喜 毛鑫城 付卫东 罗柳

患者,女,52岁,159 cm, 66 kg, ASA II级,因“腰痛5天,伴淡红色血尿”入院。患者5d前因腰痛于当地医院就诊,服用镇痛药稍缓解。1d前疼痛加重,且伴血尿,服用镇痛药后无缓解,门诊以“双输尿管结石”收入院。既往无特殊病史。查体:HR 64次/分, BP 121/67 mmHg, RR 18次/分, SpO₂ 99%。入院后心电图、胸部X线片均无异常,尿常规示尿隐血,白细胞(+),余实验室检查无异常。双肾及输尿管CT示:右输尿管上段结石及双肾结石并右肾积水。入院诊断:(1)右输尿管结石伴右肾积水;(2)双肾结石。完善术前准备拟行择期全麻下“双侧输尿管软镜钬激光碎石取石+支架内引流术”。

入室后接心电监护,HR 66次/分, BP 123/78 mmHg, RR 17次/分, SpO₂ 99%,开放静脉通路,面罩吸氧, FiO₂ 100%,氧流量 6 L/min, SpO₂ 100%。麻醉诱导:静脉注射戊乙奎醚 0.5 mg、咪达唑仑 5 mg、舒芬太尼 25 μg、依托咪酯 18 mg、顺式阿曲库铵 10 mg,面罩辅助呼吸 5 min 后经口可视喉镜下气管插管, ID 7.0 mm, 插管深度为 23 cm。麻醉维持:吸入 2%七氟醚,氧流量 1.2 L/min, 空气 1.4 L/min 机控通气, V_T 480 ml, RR 17次/分, I:E 1:2, P_{peak} 18 cmH₂O, FiO₂ 65%。HR 60~71次/分, BP 117~92/60~74 mmHg, SpO₂ 100%, P_{ET} CO₂ 35~40 mmHg。截石位行软镜探查, 12 min 后因右侧输尿管狭窄, 行球囊扩张, 继续行钬激光碎石术, 20 min 后 SpO₂ 76%~80%, P_{ET} CO₂ 20~26 mmHg, HR 54次/分, BP 86/51 mmHg, 查动脉血气(表1), 予纯氧通气后 SpO₂、P_{ET} CO₂ 仍进行性下降, 手术开始约 25 min, 麻醉科医师考虑患者发生肺栓塞, 立即停手术并确认是否出血及穿孔。取头低左侧卧位, 戴冰帽并汇报科主任, 紧急床旁经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)(图1)提示心腔大量积气, 桡动脉穿刺置管并查动脉血气(表1)、颈内静脉穿刺置管(未抽出气体)。患者心跳骤停, 立即 CPR, 同时静注肾上腺素每次 1 mg、总量 4 mg, 甲泼尼龙 20 mg 静注, 加快补液等处理 5 min 后复跳, 查动脉血气(表1)、低分子肝素静注 6 000 U, 此时 HR 54~67次/分, BP 121~146/56~67 mmHg, SpO₂ 95%~99%, P_{ET} CO₂ 24 mmHg。复跳约 5 min 后出现阵发性心室颤动, 立即除颤后复律, 查动脉血气(表1)、

SpO₂ 96%~99%, P_{ET} CO₂ 38 mmHg。观察约 30 min, 查动脉血气(表1), HR 62~67次/分, BP 117~126/54~68 mmHg, SpO₂ 98~100%, 入重症监护室(ICU)继续治疗。



注:白色箭头所指为心腔内气泡超声影。

图1 手术开始后 25 min 时患者紧急床旁 TEE 图

经 ICU、呼吸内科、心内科、神经内科、超声科、高压氧科、康复科等多学科综合治疗(multi-disciplinary treatment, MDT)即高压氧治疗,持续监测凝血功能、心肌酶等,采取右侧垫高卧床预防再次肺及脑空气栓塞,予药物镇静、机械通气、纠正凝血及酸碱失衡、营养脑细胞、补液改善循环、抗感染治疗,头部 CT 及磁共振弥散加权成像(magnetic resonance diffusion weighted imaging, MRI+DWI)以评估延迟性脑空气栓塞风险。术后 1~3 d HR 58~70次/分, BP 113~131/58~73 mmHg, SpO₂ 96%~100%, 予以去甲肾上腺素 0.1 μg·kg⁻¹·h⁻¹维持至第 2 天停用。术后第 1 天乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)>1 554.4 IU/L、肌酸激酶(creatine kinase, CK)1 017.1 IU/L、肌酸激酶同工酶(creatine kinase-MB, CK-MB)229.7 IU/L、肌红蛋白(myoglobin, Mb)893.7 ng/ml、氨基末端脑钠素前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP)2 164 pg/ml、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)16.2 s、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)55.5 s、凝血酶原时间(thrombin time, TT)30 s、纤维蛋白/纤维蛋白原降解产物(fibrin/fibrinogen degradation products, FDP)150 s、D-二聚体>20 mg/L、ALT 286 U/L、AST 777 U/L。术后第 3 天超声心腔未见积气,患者顺利苏醒,拔除气管插管;因不配合未行高压氧治疗。术后第 4 天出现计算力减退,头部 MRI+DWI 见双侧小脑、双

DOI:10.12089/jca.2024.04.022

基金项目:株洲市指导计划项目(株科办[2023]4号)

作者单位:412000 湖南省株洲市,中南大学湘雅医学院附属株洲医院麻醉科(唐林、宋喜、毛鑫城、付卫东、罗柳),乳腺外科(谭米多)

通信作者:罗柳, Email: luoliu_0312@163.com

表 1 患者术中不同时点动脉血气分析

时点	pH	PO ₂ (mmHg)	PCO ₂ (mmHg)	Na ⁺ (mmol/L)	K ⁺ (mmol/L)	Ca ²⁺ (mmol/L)	Glu (mmol/L)	Lac (mmol/L)	BE (mmol/L)	动脉血氧饱和度 (SaO ₂)(%)
手术开始 20 min 后	7.29	10	53	140	3.3	1.03	4.6	1.4	-1.8	8
手术开始 25 min 后	7.18	20	51	141	3.6	1.11	11.4	5.5	-9.5	20
CPR 复跳后即刻	6.80	69	83	140	3.0	1.06	23.9	12.1	-	-
心室颤动复律后即刻	7.14	238	65	145	2.8	0.94	18.9	10.2	-7.8	100
心室颤动复律后 30 min	7.22	187	49	141	2.8	0.95	19.5	9.2	-10.2	99

侧额颞枕叶、左侧丘脑、左侧基底节区多发片状 FLAIR 弥散受限高信号病灶改变。术后第 4 天至第 25 天相继出现定向力障碍、命名障碍、语速减慢、构音不良、右侧鼻唇沟浅、远期记忆障碍、双手麻木症状。经 MDT 综合治疗 3 个月后查 MRI+DWI 示病灶吸收好转。1 年后回访其生活自理能力正常,遗留计算力、远期记忆、定向力障碍及右侧鼻唇沟浅、语速减慢等。

讨论 空气栓塞(air embolism, AE)是医源性或非医源性原因使气体进入血液栓塞血管,为手术、创伤罕见且危及生命的紧急并发症^[1-2]。脑空气栓塞(cerebral air embolism, CAE)发生急促,本例术中 P_{ET}CO₂、SpO₂ 突发下降,麻醉科医师依据 AE 病理生理学机制及临床表现准确预判了肺空气栓塞并启动 MDT 应急预案^[1],且 TEE 示心室、心房内大量气泡支持了肺空气栓塞的诊断^[1-4],心跳骤停后及时的 CPR 挽救了患者的生命,避免了严重的并发症。患者出现的定向力障碍、命名障碍、构音不良、右侧鼻唇沟浅、计算力减退、语速减慢、远期记忆障碍等症状及 MRI+DWI 结果,证实发生延迟性脑缺血缺氧损伤^[1,3]。

AE 处理原则为阻止并减少空气的进入及空气进入量,紧急处理措施主要有:①立即停止操作,改变患者体位,消除手术部位静脉负压。②高流量纯氧吸入增加氧饱和度,消除氮气,缩小气栓体积。③如心跳停止,立即 CPR。④经中心静脉从右心房抽空气。⑤AE 增加右心室后负荷易致急性右心衰,左心室排出量减少,可予多巴酚丁胺增加心肌灌注,提高右室收缩力,降低肺循环阻力;初始剂量为 5 μg · kg⁻¹ · min⁻¹,每 10 分钟增加 5 μg · kg⁻¹ · min⁻¹ 至起效。也可给予多巴胺、

肾上腺素。⑥高压氧疗可促氮气重吸收及气泡缩小。麻醉科医师的高度警觉与及时采取上诉救治措施外,紧急 TEE、肝素抗凝、维持血流动力学稳定、及时纠酸、激素冲击治疗、高效 CPR 等挽救了患者生命,避免了严重并发症。

围术期肺及延迟性 CAE 的早期发现、预防、治疗是麻醉科医师需要面临的重要难题。本例术中除监测方式外还可行局部脑氧饱和度(rSO₂)、神经监测、颈动脉超声监测,必要时 CTA 及介入杂交手术清除循环内气泡^[1-2,4],延缓并降低气泡进入重要脏器的风险。以降低死亡率及并发症。

综上所述,严密监测围麻醉期患者生命体征如 RR、HR、ECG、BP、SpO₂、P_{ET}CO₂ 等利于 AE 的早期发现。多普勒超声尤其 TEE 的高灵敏度可以检测到任何含量的气泡,早期高压氧、脏器功能保护、康复等对症治疗使患者获益最大。

参 考 文 献

- [1] Marsh PL, Moore EE, Moore HB, et al. Iatrogenic air embolism: pathoanatomy, thromboinflammation, endotheliopathy, and therapies. *Front Immunol*, 2023, 14: 1230049.
- [2] 孙树俊, 王晓龙, 王赞, 等. 经食管超声心动图确诊肝部分切除术空气栓塞一例. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33(2): 205-207.
- [3] Li Z, Li G, Li Y et al. Flow field around bubbles on formation of air embolism in small vessels. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2021, 118(26): e2025406118.
- [4] 朱龙昌, 史宏伟. 围术期颈动脉超声的应用进展. *临床麻醉学杂志*, 2021, 37(3): 321-324.

(收稿日期:2023-08-17)