

而扩散到全身,引起类似肺内氧供障碍及血管通透性改变,早期发现并采取有效的针对性治疗是降低中毒所致的 ARDS 发生率以及防止出现器官功能持续恶化的关键环节<sup>[12]</sup>。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 叶良倩:收治并撰写文章;杨洵:数据收集及整理;何莲、王迪芬:支持性贡献;钟俊:指导治疗、论文修改

本文附录请登录中华急诊网(www.cem.org.cn)浏览(Html 格式全文)

### 参 考 文 献

- [1] 范志敏,邵海燕,杨蓓,等.序贯式糖皮质激素治疗急性汞中毒并发间质性肺炎的临床研究[J].中华劳动卫生职业病杂志,2020,38(8):621-624. DOI: 10.3760/cma.j.cn121094-20191009-00468.
- [2] 岳茂兴,申捷.突发性群体性光气中毒基础研究及临床创新救治[J].中华危重病急救医学,2023,35(12):1233-1240. DOI:10.3760/cma.j.cn121430-20230717-00528.
- [3] 史清平,邢晓冰,侯岐生.各类中毒致急性呼吸窘迫综合征 15 例临床分析[J].山西医药杂志,2009,38(10):930-931. DOI:10.3969/j.issn.0253-9926.2009.10.024.
- [4] 中华医学会呼吸病学分会呼吸危重症医学学组.急性呼吸窘迫综合征患者机械通气指南(试行)[J].中华医学杂志,2016,96(6):404-424. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.06.002.
- [5] 王涤新,朱晓莉,朱桂珍,等.急性化学品中毒 1692 例成因分析及救治特点[J].中华内科杂志,2006,45(8):631-634. DOI:10.3760/j.issn:0578-1426.2006.08.007.
- [6] 饶振译.ARDS 通气策略的回顾性研究[J].中国急救医学,2015,35(z1):54-55. DOI:10.3969/j.issn.1002-1949.2015.z1.035.
- [7] 钟俊,杨国辉.急性呼吸窘迫综合征机械通气患者呼出气冷凝液中过氧化氢和白介素-6 含量变化的研究[J].贵州医药,2015,39(6):549-551. DOI:10.3969/j.issn.1000-744X.2015.06.031.
- [8] 冯开俊,宋秋鸣,武道荣,等.中心静脉血与动脉血二氧化碳分压差、中心静脉血氧饱和度、乳酸清除率对感染性休克预后不良的预测[J].实用医学杂志,2021,37(2):210-214. DOI:10.3969/j.issn.1006-5725.2021.02.016.
- [9] 淡珊瑚,闵利.急性氯甲酸甲酯中毒致肺水肿并颅内出血 1 例[J].中国工业医学杂志,2019,32(6):452-453. DOI:10.13631/j.cnki.zgggxyx.2019.06.007.
- [10] Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, et al. Acute respiratory distress syndrome: The Berlin definition[J]. JAMA, 2012,307(23):2526-2533. DOI:10.1001/jama.2012.5669.
- [11] 江嘉欣,樊春月,蓝丽珠,等.糖皮质激素治疗急性中重度 1,2-二氯乙烷中毒预后影响因素分析[J].中国工业医学杂志,2020,33(1):21-24,38. DOI: 10.13631/j.cnki.zgggxyx.2020.01.006.
- [12] 翁金龙,余清卿.一起有机氟中毒事故调查[J].浙江预防医学,2003,15(4):45-46. DOI:10.3969/j.issn.1007-0931.2003.04.033.

(收稿日期:2023-02-27)

(本文编辑:张斯龙)

## 体外膜肺氧合联合血液净化抢救磷化铝中毒致心搏呼吸骤停 1 例

雷容 岳朝辅 刘世盛 汪雪艳 张紫涵 李艳丽 左定荣 张宏伟 蒋丽芳  
彭春会 杨志刚 杨梅

曲靖市第一人民医院重症医学科,曲靖 655000

通信作者:杨梅, Email: ym780926@qq.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2024.03.026

磷化铝(Aluminium phosphide, AIP)是一种广谱性熏蒸杀虫剂,片剂为带有白色斑点的灰黑色固体,粉剂外观呈灰绿色,广泛用于粮食仓储。磷化铝在干燥条件下性质稳定,但易潮解,吸收空气中的水分后会释放出磷化氢,磷化氢对人体具有明显的毒副作用。一项对安徽阜阳地区 8 年内磷化铝中毒患者的流行病学调查发现,磷化铝中毒呈逐年上升趋势,其中口服自杀患者占有重要比例,口服中

毒的病死率高于吸入性中毒,自杀中毒的病死率高于意外因素导致的中毒<sup>[1]</sup>。磷化铝毒性剧烈,目前磷化铝中毒缺乏有效的解毒剂,文献报道磷化铝中毒病死率高达 70%<sup>[2]</sup>,且多在入院后 4~27 h 内死亡<sup>[3]</sup>。

### 1 临床资料

患者女性,年龄 50 岁,因“服用磷化铝致恶心、呕吐

3 h 余。”于 2023-07-18 18:17 入院。患者当天约 15 时服用 5 片磷化铝(2.5 g/片,磷化铝含量 >56%)后出现恶心、呕吐,呕吐次数约 4~5 次,呕吐物为胃内容物,无咖啡渣样物,无呕血,伴腹泻,约 4~5 次,质稀,未见鲜血,无口吐白沫、抽搐、晕厥等情况。查体:体温 35.0℃,脉搏 129 次/min,呼吸:38 次/min,血压:94/57 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)。一般情况差,神智嗜睡,自主体位。检查欠合作,对答切题。全身皮肤湿冷,全身皮肤粘膜未见皮疹、黄染、出血点。双肺呼吸音弱,无干、湿啰音。心率 129 次/min,心律齐,各瓣膜听诊区无病理性杂音。全腹轻压痛,剑下为甚,无腹肌紧张,未及反跳痛,肠鸣音 2~3 次/min。双下肢无浮肿。肌张力正常,生理反射存在,病理反射未引出,脑膜刺激征阴性。急诊予菜籽油洗胃、导泄及对症支持治疗,为进一步诊治收入重症医学科。急诊血细胞分析:白细胞数  $13.4 \times 10^9/L$ ,急诊肝功、肾功、凝血无明显异常。急诊动脉血气显示, pH:7.34、PCO<sub>2</sub>:18.9 mmHg、PO<sub>2</sub>:139 mmHg、K:3.6 mmol/L、Na:147 mmol/L、Cl:110 mmol/L、Ca:1.07 mmol/L、Glu:6.9 mmol/L、Lac:16 mg/L、BE:-13.2 mmol/L、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:14.6 mmol/L。初步诊断:(1)磷化铝中毒、(2)休克、(3)代谢性酸中毒、(4)乳酸性酸中毒。

## 2 临床资料

患者病情危重,入室后立即气管插管呼吸机辅助呼吸,留置深静脉导管。去甲肾上腺素:1.0 μg/(kg·min)、肾上腺素:0.3 μg/(kg·min)维持血压,血压波动于 72/45 mmHg,静脉补钾补碱。与家属沟通后,行床旁动脉-静脉体外膜肺氧合(venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation, V-A ECMO)支持治疗。2023-07-18 20:35 V-A ECMO 置管过程中,患者突发室颤,血压测不出,瞳孔散大固定,立即予心肺复苏术,间断电除颤 3 次,肾上腺素 1.0 mg、阿托品 0.5 mg 间断推注,患者自主心率仍未恢复。继续持续心肺复苏,同时继续 V-A ECMO 置管,30 min 后顺利上机运转,转速 4 000 r/min,流量 3.58~3.90 L/min,ECMO 氧流量 3 L/min, SvO<sub>2</sub>:94%, Hct:23%, SaO<sub>2</sub>:98%,水箱温度 36.5℃,患者自主心率仍未恢复,瞳孔散大固定,无对光反射,血压 111/108 mmHg[去甲肾上腺素:1.0 μg/(kg·min)、肾上腺素:1 μg/(kg·min)]。为进一步清除毒素,与患者家属沟通后行血液净化治疗,模式:血浆置换、血液灌流、血液透析滤过。2023-07-19 00:20 观察双侧瞳孔不等大,左侧 3.5 mm,右侧 4 mm,对光反射迟钝,自主心率仍未恢复。2023-07-19 05:30 患者血浆置换结束,置换液为棕红色,持续血液灌流(HA-330)+血液透析滤过治疗,血压 70/62 mmHg[肾上腺素:0.7 μg/

(kg·min)], ECMO 氧流量 3 L/min, SvO<sub>2</sub>:80%~85%, Hct:23%, SaO<sub>2</sub>:98%, 双侧瞳孔等大等圆,直径约 2.0 mm,对光反射恢复,自主心率恢复,窦性心动过速 121 次/min。2023-07-19 17:01 床旁心脏彩超提示:二尖瓣口血流 E:50 cm/s。二尖瓣环组织多普勒:s:4 cm/s,e:4 cm/s,a:6 cm/s。二尖瓣、三尖瓣、肺动脉瓣少量反流。左室舒张、收缩功能降低,EF:21%,考虑磷化铝引起的心肌顿抑。患者磷化铝中毒,急性循环衰竭,严重酸碱电解质失衡,予 ECMO 持续支持治疗,血液净化清除毒素及维持酸碱、电解质平衡,同时予抗感染、强心、抑酸护胃、润肠通便、营养支持等对症支持治疗。2023-07-19 16:25 再次给予患者进行血浆置换,血浆置换液为棕红色,随后继续血液灌流、血液透析滤过治疗。2023-07-20 查房:体温 36.8℃,脉搏 118 次/min,呼吸 12 次/min(机控 V-AC 模式),血压 116/67 mmHg[肾上腺素 0.15 μg/(kg·min)]。2023-07-20 12:45 再次给予患者进行血浆置换,血浆置换液转为淡黄色,随后继续血液灌流、血液透析治疗。2023-07-23 查房:体温 36.8℃,脉搏 90~130 次/min,呼吸 12 次/min(机控 V-AC 模式),血压 125/72 mmHg(血管活性药物已停用),V-A ECMO 支持,转速 2 230 转/min,流量 1.98~2.01 L/min,窦性心率,心率 90~130 次/min。复查床旁心脏彩超;多普勒检查:二尖瓣口血流 E:70 cm/s。二尖瓣环组织多普勒:s:6 cm/s,e:8 cm/s,a:10 cm/s,提示心脏功能较前改善。经充分评估后于 2023-07-23 撤离 ECMO 支持,撤离后患者循环平稳。2023-07-24 查房时患者神清,遵嘱可,CPAP 模式, FIO<sub>2</sub>:45%, SPO<sub>2</sub>:92%~99%。患者心电图示窦性心率,心率 90 次/min。2023-07-24 14:00 患者神清合作,自主呛咳可,SBT 实验通过,吸痰后顺利拔除气管导管。2023-07-28 患者转普通病房康复治疗 2023-08-04 病愈出院,电话随访患者预后良好。

## 3 讨论

磷化铝吸收空气中的水分或与胃酸接触后,会反应产生剧毒磷化氢气体,磷化氢的作用机制是抑制细胞色素 c,干扰线粒体功能,从而影响细胞氧利用<sup>[4]</sup>。因此磷化铝中毒患者常出现明显的代谢性酸中毒与高乳酸血症<sup>[5]</sup>,而氧合指数通常无明显下降,提示磷化铝中毒患者主要是细胞层面的氧利用障碍,这也以本案例中初始 ECMO 支持后的高上腔静脉氧饱和度一致。磷化铝造成细胞氧利用障碍,进而导致全身脏器的损伤,例如心脏、肝脏的损伤,出现心电图的改变、心律失常、肝功异常等<sup>[6]</sup>。本案例中也观察到了明显的心律失常和急性心功能衰竭,笔者推测细胞氧利用障碍引起的多器官功能衰竭是导致磷化铝中毒患

者死亡的重要原因。

磷化铝毒性强, 缺乏特效的解毒剂, 死亡率高。口服磷化铝致死率较吸入性中毒者死亡率更高, 磷化铝在胃内与胃酸反应产生大量磷化氢, 易自燃, 还可能引起医务人员或者法医的二次伤害<sup>[7]</sup>。磷化铝中毒在我国时有报道, 呈散发的特点, 尚缺乏高质量的随机对照研究。有学者报道食用油洗胃<sup>[8]</sup>、大剂量细胞色素 C<sup>[9]</sup>、血液净化<sup>[10]</sup>可提高磷化铝中毒患者的救治成功率。国外一些动物研究发现, 抗氧化剂在磷化铝中毒治疗中展现出一定的治疗作用, 例如亚甲蓝、乙酰半胱氨酸、抗坏血酸、trans- $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinol 等<sup>[11-12]</sup>。血液净化治疗在食物、药物中毒中发挥着重要的作用, 能有效清除体内的毒素, 保护脏器功能<sup>[13]</sup>。本案例中发现随着血液净化的治疗, 患者的临床症状逐渐好转, 患者的脏器功能逐渐恢复, 升压药的剂量、ECMO 支持强度得以逐步下调, 最终成功脱机拔管走出病房。Mohan 等<sup>[14]</sup>的一项回顾性研究表明, ECMO 支持将磷化铝中毒患者的死亡率从 84.4% 降至 40% ( $OR=0.47$ ,  $95\%CI: 0.31\sim 0.73$ )。这些报道也给本案例患者治疗提供了新的思路, 在 ECMO 的支持下, 先维持生命体征, 然后再进行毒素清除、营养、脏器支持等进一步治疗。对于何时启动 ECMO 尚无统一的标准, 有报道认为重度急性呼吸窘迫综合征和难治性循环衰竭时可考虑启动 ECMO 支持, 但需权衡 ECMO 并发症及高昂的费用<sup>[15]</sup>。

综上所述, 磷化铝中毒主要影响细胞的氧利用, 进而导致多器官功能衰竭, 尤其是其对心脏功能的急剧损害, 是导致患者死亡的主要原因。磷化铝中毒发展迅速, 早期进行 ECMO 器官支持可能对磷化铝中毒患者的预后有所帮助。血液净化清除毒素及后续的器官功能支持是磷化铝中毒治疗的重要措施。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

#### 参 考 文 献

- [1] 杨一红, 张泓. 安徽阜阳地区急性磷化铝中毒的流行病学研究 [J]. 中国急救医学, 2020, 40(7): 678-682. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2020.07.020.
- [2] Singh D, Dewan I, Pandey AN, et al. Spectrum of unnatural fatalities in the Chandigarh zone of north-west India: a 25 year autopsy study from a tertiary care hospital[J]. J Clin Forensic Med, 2003, 10(3): 145-152. DOI: 10.1016/S1353-1131(03)00073-7.
- [3] 付杰, 蒋斐斐, 李亚楠, 等. 12 例磷化铝中毒儿童的临床分析及文献回顾 [J]. 当代医学, 2021, 27(33): 11-13. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4393.2021.33.005.
- [4] Lehoux J, Hena Z, McCabe M, et al. Aluminium phosphide poisoning resulting in cardiac arrest, successful treatment with Extracorporeal Cardiopulmonary resuscitation (ECPR): a case report[J]. Perfusion, 2018, 33(7): 597-598. DOI: 10.1177/0267659118777196.
- [5] Jamshidi F, Ghorbani A, Darvishi S, et al. Study of laboratory profile in patients with aluminium phosphide poisoning in the southwest of Iran from 2010 to 2015[J]. Arch Med Sadowej Kryminol, 2016, 66(3): 149-157. DOI: 10.5114/amsik.2016.66399.
- [6] Jafari-Garageshlaghi F, Hashtarkhani F, Soraya H, et al. Quercetin protected from aluminum phosphide-induced acute and subacute cardio- and hepatotoxicity in rats[J]. Curr Pharm Des, 2022, 28(43): 3513-3524. DOI: 10.2174/1381612829666221130123706.
- [7] 严慧, 杜猛, 乔正, 等. 29 例磷化氢中毒者体内总磷化氢分布以及磷化氢中毒特征分析 [J]. 法医学杂志, 2022, 38(2): 254-257. DOI: 10.12116/j.issn.1004-5619.2020.300901.
- [8] 杨春爱, 郑粉双, 刘子梦, 等. 评价食用油洗胃后持续胃肠减压对口服磷化铝中毒患者的临床疗效 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2017, 24(4): 433-434. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.04.024.
- [9] 刘耀文, 成文军, 曹瑛, 等. 大剂量细胞色素 C 在抢救急性磷化铝中毒中的应用 [J]. 临床急诊杂志, 2002, 3(4): 174-175. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5918.2002.04.012.
- [10] 刘林东, 符琛, 邓继延. 血液灌流联合连续性静脉-静脉血液滤过救治急性磷化铝中毒 5 例 [J]. 广东医学, 2014, 35(13): 1989. DOI: 10.13820/j.cnki.gdyx.2014.13.006.
- [11] Salimi A, Shabani M, Aylar EM. Inhibition of mitochondrial permeability transition pore and antioxidant effect of Delta-9-tetrahydrocannabinol reduces aluminium phosphide-induced cytotoxicity and dysfunction of cardiac mitochondria[J]. Pestic Biochem Physiol, 2022, 184: 105117. DOI: 10.1016/j.pestbp.2022.105117.
- [12] Gheshlaghi F, Lavasanijou MR, Moghaddam NA, et al. N-acetylcysteine, ascorbic acid, and methylene blue for the treatment of aluminium phosphide poisoning: still beneficial?[J]. Toxicol Int, 2015, 22(1): 40-44. DOI: 10.4103/0971-6580.172255.
- [13] 赵波, 贺兰, 王金文, 等. 急性甲维虫螨腈中毒救治成功 1 例报告 [J]. 中国工业医学杂志, 2021, 34(6): 515-516. DOI: 10.13631/j.cnki.zgggyx.2021.06.012.
- [14] Mohan B, Gupta V, Ralhan S, et al. Impact of extra-corporeal membrane oxygenation on outcome of aluminium phosphide poisoning complicated with myocardial dysfunction[J]. Clin Toxicol, 2019, 57(11): 1095-1102. DOI: 10.1080/15563650.2019.1584297.
- [15] 兰超, 吕青. ECMO 救治急性重症中毒患者的治疗进展 [J]. 中国急救医学, 2021, 41(7): 621-623. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2021.07.019.

(收稿日期: 2023-08-17)

(本文编辑: 张斯龙)