

· 论 著 ·

工业区居民重金属暴露与肾功能指标的关系

袁静宜, 赵慧君, 牛俊杰, 鲁翼雯, 沈悦恬, 陈鸿, 匡兴亚

(同济大学医学院/同济大学附属杨浦医院职业病科, 上海 200090)

摘要: **目的** 通过工业区与对照区大气 PM_{2.5} 中重金属质量浓度的检测、居民体内重金属蓄积量及肾功能指标水平的测定, 探讨上海市某工业区居民环境重金属暴露与肾功能指标的关系。**方法** 选择某工业园区内 A 社区为工业区、某生活园区内 B 社区为对照区, 于 2020 年在 A、B 两社区设置采样点, 各采集 96 份大气 PM_{2.5} 样品, 采用电感耦合等离子体质谱仪 (ICP-MS) 测定样品中的重金属含量; 选择 A 社区居民 176 人、B 社区居民 163 人, 采用问卷调查收集两区居民一般资料, 测定血中尿素氮 (BUN)、尿酸 (UA)、肌酐 (Cr)、尿中肾损伤分子-1 (Kim-1)、N-乙酰-β-D-氨基葡萄糖苷酶 (NAG)、微量白蛋白 (mALB)、胱抑素 C (Cys-C)、视黄醇结合蛋白 (RBP)、β₂-微球蛋白 (β₂-MG) 及尿镉、尿铅水平, 通过 Spearman 相关分析尿镉、尿铅与肾功能指标间的关联。**结果** 工业区大气 PM_{2.5} 中的镉、铅质量浓度显著高于对照区 ($P<0.05$); 工业区居民尿镉 (0.75 μg/g Cr)、尿铅 (2.2 μg/g Cr) 水平高于对照区居民 (0.49、1.54 μg/g Cr) ($P<0.05$); Kim-1 (1.92 ng/L)、mALB (17.90 mg/g)、Cys-C (0.76 mg/L)、NAG (18.40 mg/g) 四项早期肾损伤指标水平显著高于对照区居民 (1.49 ng/L、8.40 mg/g、0.66 mg/L、14.60 mg/g) ($P<0.01$), 且均随尿镉、尿铅水平升高而升高; Kim-1、Cys-C、NAG 含量与尿镉 ($r=0.081$ 、 0.071 、 0.155)、尿铅 ($r=0.154$ 、 0.075 、 0.029) 水平呈正相关 ($P<0.01$), mALB 含量与尿镉水平呈正相关 ($r=0.077$, $P<0.01$)。结论 工业区居民尿镉、尿铅水平似与某些肾功能损伤指标有关, 提示低剂量镉、铅环境暴露可能造成肾功能损伤。

关键词: 工业区; 大气污染; 铅; 镉; 肾功能

中图分类号: R122; R446.12 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2022)03-0195-06 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2022.03.001

Relationship between environmental heavy metal exposure and renal function index of residents in industrial area

YUAN Jing-yi, ZHAO Hui-jun, NIU Jun-jie, LU Yi-wen, SHEN Yue-tian, CHEN Hong, KUANG Xing-ya

(Tongji University School of Medicine, Department of Occupational Disease, Yangpu District Central Hospital of Tongji University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Objective To investigate the relationship between environmental heavy metal exposure and renal function index in residents of an industrial area in Shanghai through the detection of heavy metal concentration in atmospheric PM_{2.5}, and the measurement of body accumulation of heavy metal in residents' and the renal function index. **Methods** Community A of an industrial park community B of a living area in Shanghai were selected as the polluted area and control area, respectively. A total of 96 samples of PM_{2.5} were collected in community A and B in 2020, the heavy metals in samples were determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Then, 176 residents of community A and 163 residents of community B were selected for collecting of general information by questionnaire survey, the blood urea nitrogen (BUN) and uric acid (UA), creatinine (Cr) and kidney injury molecule-1 (Kim-1), N-acetyl-β-D-glucosaminidase (NAG), trace albumin (mALB), cystatin C (Cys-C), retinol binding protein (RBP), β₂-microglobulin (β₂-MG), urinary cadmium, urinary lead, and Spearman correlation was used to analyze the relationship between urinary cadmium, urinary lead and renal function index. **Results** The results showed that the concentrations of cadmium and lead in the air of industrial area were significantly higher than those of living area ($P<0.05$), the levels of urinary cadmium (0.75 μg/g Cr) and urinary lead (2.2 μg/g Cr) in residents of industrial area were higher than those of living area (0.49 μg/g Cr, 1.54 μg/g Cr) ($P<0.05$), while the levels of Kim-1 (1.92 ng/L), mALB (17.90 mg/g), Cys-C (0.76 mg/L) and NAG (18.40 mg/g) of early renal injury indexes were significantly higher than those in living area (1.49 ng/L, 8.40 mg/g, 0.66 mg/L, 14.60 mg/g, respectively) ($P<0.01$); and all these renal injury indicators increased with the rise of urinary cadmium or urinary lead level, additionally,

基金项目: 上海市三年公共卫生行动计划 (GWV-10.1-XK11)**作者简介:** 袁静宜 (1996—), 女, 硕士研究生, 研究方向: 公共卫生与预防医学专业。**通信作者:** 匡兴亚, 主任医师, E-mail: kuangxingya@163.com

the levels of Kim-1, Cys-C or NAG were positively correlated with the levels of urinary cadmium ($r=0.081, 0.071, 0.155$), urinary lead ($r=0.154, 0.075, 0.029$) ($P<0.01$), and mALB level was positively correlated with the level of urinary cadmium ($r=0.077, P<0.01$). **Conclusion** The results suggested that the levels of cadmium and lead in urine of the residents in industrial area seemed to be related to some renal function injury indexes, so that, the low dose environmental exposure of cadmium and lead might induce some early change of renal function in residents of industrial area.

Keywords: industrial area; air pollution; lead; cadmium; renal function

重金属是典型的环境污染物, 可经消化道、呼吸道、皮肤接触等途径进入人体, 具有长期性、蓄积性、危害不可逆性等特点。工业区周边区域环境中可存在重金属的富集, 包括大气、水和土壤^[1], 在居民不饮食当地水源和自产食物的情况下, 工业生产可能是其环境中重金属的重要来源。

流行病学研究表明, 长期低水平重金属环境暴露区居民重金属的摄入量与肾损伤间存在剂量-反应关系^[2-4]。本研究拟通过比较不同区域大气 PM_{2.5} 重金属浓度、居民体内重金属负荷及肾功能指标水平, 探讨工业区居民环境重金属暴露与肾功能指标的关联, 为进一步干预提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 依据上海市环保局空气质量实时发布平台历年数据, 选择上海市某市级工业园区内 A 社区居民为工业区人群, 该园区是上海市重要的工业基地, 以精密器械仪器生产制造业为主, 内有多家冶金、建材、化工工厂。另选上海市某生活园区的 B 社区居民为对照区人群, 该社区位于大型国家森林公园附近, 周边多为居住区及商户, 无大型工厂。纳入标准: 居住于所在社区 3 年以上, 年龄 20~60 岁, 无职业性重金属及化学物暴露史, 既往未患有高血压、糖尿病、肾脏或其他影响肾功能指标的慢性疾病, 3 个月内未服用含有微量元素类药物。本研究获同济大学附属杨浦医院医学伦理委员会批准, 研究对象均知情同意自愿参与。

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 由经统一培训的调查员一对一访谈式收集调查对象的基本信息。问卷内容包括: (1) 一般人口学资料 (年龄、性别、婚姻状况、文化程度、家庭收入水平等), 家庭人均月收入 <2 000 元为较低收入水平、2 000~6 000 元为中等收入水平、>6 000 元为较高收入水平; (2) 职业史 (工作地点、倒班情况、工种、接触职业有害因素等); (3) 生活方式 (吸烟史、饮酒史、锻炼情况等), 吸烟为 >1 支/d 且累计时长达 6 个月, 饮酒为 ≥1 次/周且累计时长达 6

个月; (4) 健康状况 (疾病史、用药史等)。

1.2.2 大气 PM_{2.5} 采样及重金属含量测定 于 2020 年在 A、B 两社区按《环境空气质量监测规范》^[5] 相关要求设置采样点, 于春、夏、秋、冬四季代表性月份每月 10~20 日采样, 每区各采集 96 份样品。采样前将滤膜置于马弗炉中 400℃ 高温烘烤 4 h; 采样后用铝箔纸包裹滤膜, 保存于恒温恒湿箱中, 平衡 24 h 至恒重后称量, -20℃ 避光保存; 然后将滤膜置于密封袋中避光干燥储存, 采用电感耦合等离子体质谱仪 (ICP-MS) 测定重金属含量。

1.2.3 健康检查 检查项目包括身高、体重和内科、外科等, 体质指数 (BMI) ≥24 kg/m² 定义为超重^[6]。

1.2.4 生物样品采集及处理 收集调查对象空腹清洁中段尿测定尿铅、尿镉 (μg/g Cr), 同时采集空腹静脉血并分离血清, 置于 -80℃ 储存。测定血中尿素氮 (BUN)、尿酸 (UA)、肌酐 (Cr)、肾损伤分子-1 (Kim-1)、N-乙酰-β-D-氨基葡萄糖苷酶 (NAG)、微量白蛋白 (mALB)、胱抑素 C (Cys-C)、视黄醇结合蛋白 (RBP)、β₂-微球蛋白 (β₂-MG)。采用 CKD-EPI 方程计算肾小球滤过率 (GFR)。

男性: $eGFR = 141 \times (Cr/0.9)^{\alpha_{男}} \times 0.993^{Age}$

女性: $eGFR = 144 \times (Cr/0.7)^{\alpha_{女}} \times 0.993^{Age}$

式中: eGFR, 估算肾小球滤过率, ml/(min · 1.73m²)。Cr, 肌酐浓度, mg/dL。Age, 年龄。α, 常数, 当 Cr ≤ 0.7 mg/dL 时, α_男 = -0.411、α_女 = -0.329; 当 Cr > 0.7 mg/dL 时, α_男 = α_女 = -0.129。

1.3 统计分析 调查资料采用 Excel 建立数据库, 进行数据双录入并核对, 使用 Stata 15.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 *t* 检验; 非正态分布资料用中位数 (*M*) 与四分位间距 (*IQR*) 描述, 组间比较采用 Mann-Whitney、Kruskal-Wallis 检验。计数资料以例数和构成比表示, 采用 χ² 检验进行组间比较, 相关性分析采用 Pearson 相关分析和 Spearman 相关分析。检验水准 α = 0.05。

2 结果

2.1 大气 PM_{2.5} 中重金属含量 工业区大气 PM_{2.5} 中

的镉、铅质量浓度高于对照区，差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。详见表 1。

表 1 工业区与对照区大气 PM_{2.5} 中重金属含量

区域	样品数	镉	铅	锰	砷	汞
工业区	96	1.46±0.33*	26.91±7.24*	59.68±37.33	2.58±1.93	0.04±0.02
对照区	96	0.70±0.44	15.74±4.32	31.90±15.36	2.19±1.44	0.05±0.02

注：*，与对照区比较 $P < 0.05$ 。

2.2 一般情况 共纳入研究对象 339 人，其中工业区 176 人、对照区 163 人，两区域研究对象的年龄、性别、

BMI 值、饮酒等差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，吸烟差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。详见表 2。

表 2 研究对象基本情况

特征因素	工业区 (176 人)	对照区 (163 人)	χ^2 值	P 值	特征因素	工业区 (176 人)	对照区 (163 人)	χ^2 值	P 值
年龄 (岁)			0.007	0.931	职业类型			9.999	0.075
20~<40	58 (32.95)	53 (32.52)			农业劳动	9 (5.11)	14 (8.59)		
40~60	118 (67.05)	110 (67.48)			工人	87 (49.43)	69 (42.33)		
性别			0.131	0.717	公职	11 (6.25)	15 (9.20)		
男	92 (52.27)	82 (50.31)			经商、服务业	22 (12.50)	19 (11.66)		
女	84 (47.73)	81 (49.69)			无业	25 (14.21)	36 (22.09)		
文化程度			2.157	0.336	退休	22 (12.50)	10 (9.82)		
初中及以下	36 (20.81)	44 (26.99)			身体锻炼 (h/d)			3.663	0.162
高中或中专	79 (45.66)	70 (42.94)			<1	65 (36.93)	72 (44.17)		
大专及以上	61 (33.53)	49 (30.07)			1~2	73 (41.48)	67 (41.10)		
婚姻状况			1.365	0.243	≥3	38 (21.59)	24 (14.73)		
已婚	145 (82.38)	126 (77.30)			饮酒			0.890	0.346
未婚/离异/丧偶	31 (17.62)	37 (22.69)			是	35 (19.89)	26 (15.95)		
家庭收入水平			3.499	0.175	否	141 (80.11)	137 (84.05)		
较低	69 (39.20)	80 (49.08)			吸烟			16.976	0.001
中等	68 (38.64)	55 (33.74)			是	21 (11.93)	49 (30.06)		
较高	39 (22.16)	28 (17.18)			否	155 (88.07)	114 (69.94)		
BMI (kg/m ²)			3.990	0.091					
<24	74 (42.05)	55 (33.74)							
≥24	102 (57.95)	108 (66.26)							

2.3 尿镉、尿铅水平比较 工业区人群尿镉 M 为 0.75 $\mu\text{g/g Cr}$ ，对照区人群尿镉 M 为 0.49 $\mu\text{g/g Cr}$ ，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。工业区男性、女性尿镉水平均高于对照区 ($P = 0.001$ 、 0.032)，工业区所有年龄组、BMI ≥ 24 kg/m^2 组人群尿镉水平高于对照区人群 ($P = 0.09$)，工业区是否吸烟、饮酒人群的尿镉水平均高于对照区人群 ($P < 0.05$)。详见表 3。所有特征因素组间人群的尿铅水平差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 4。

2.4 肾功能指标比较 工业区人群 Kim-1、mALB、Cys-C、NAG 水平 M 均高于对照区 ($P < 0.001$)，

BUN、UA、eGFR、 β_2 -MG、RBP 水平差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 5。

2.5 不同尿镉、尿铅水平人群肾功能指标水平比较及相关性分析 以研究对象尿镉、尿铅 IQR 分为 Q1、Q2、Q3、Q4 组，采用秩检验比较各组肾功能指标水平差异，结果表明，不同尿镉、尿铅水平人群的 Kim-1、mALB、Cys-C、NAG 含量之间差异有统计学意义。见表 6、表 7。Spearman 相关性分析显示，Kim-1、Cys-C、NAG 含量与尿镉、尿铅水平呈正相关，mALB 含量与尿镉水平呈正相关。见表 8。

表3 工业区与对照区人群尿镉水平的比较

μg/g Cr

特征因素	工业区			对照区			U 值	P 值
	人数	M	IQR	人数	M	IQR		
全体	176	0.75	1.04	163	0.49	0.89	2.898	0.004
性别 男	92	1.73	1.71	82	0.85	1.06	3.672	0.001
女	84	0.49	0.78	81	0.21	0.40	2.141	0.032
年龄(岁) 20~<40	58	0.82	0.99	53	0.58	0.82	1.962	0.049
40~60	118	0.70	1.16	110	0.46	0.98	2.093	0.036
BMI(kg/m ²) <24	74	0.68	0.95	55	0.52	0.88	1.639	0.101
≥24	102	0.77	0.95	108	0.46	1.02	2.580	0.009
吸烟 是	21	1.51	0.95	49	0.72	1.09	2.380	0.017
否	141	1.54	1.10	174	0.80	1.33	2.246	0.025
饮酒 是	72	1.82	0.91	78	0.72	2.00	1.962	0.049
否	104	1.53	1.02	85	0.76	1.27	3.299	0.001

表4 工业区与对照区人群尿铅水平的比较

μg/g Cr

特征因素	工业区			对照区			U 值	P 值
	人数	M	IQR	人数	M	IQR		
全体	176	2.20	1.48	163	1.54	1.38	5.131	0.001
性别 男	92	1.61	0.99	82	0.93	1.51	2.367	0.018
女	84	2.20	1.65	81	1.47	1.10	5.026	0.001
年龄(岁) 20~<40	58	1.52	1.02	53	1.18	0.81	3.286	0.001
40~60	118	2.17	1.79	110	1.57	1.66	3.831	0.001
BMI(kg/m ²) <24	74	2.27	1.46	55	1.59	1.63	3.281	0.001
≥24	102	2.16	1.72	108	1.51	1.11	4.060	0.001
吸烟 是	21	2.32	1.46	49	1.43	0.59	2.826	0.004
否	141	2.17	1.51	174	0.88	0.89	4.356	0.001
饮酒 是	72	2.27	1.89	78	1.68	0.71	2.932	0.002
否	104	2.14	1.50	85	0.98	0.69	4.769	0.001

表5 工业区与对照区人群肾功能指标水平比较

指标	工业区		对照区		U 值	P 值
	M	IQR	M	IQR		
BUN(μmol/L)	4.20	1.60	3.90	2.00	-0.667	0.505
UA(μmol/L)	288.00	107.50	280.00	114.00	-0.468	0.640
eGFR[ml/(min·1.73m ²)]	111.73	19.13	112.86	12.88	0.938	0.348
β ₂ -MG(mg/g)	0.21	0.14	0.22	0.23	1.859	0.063
RBP(mg/g)	0.49	0.29	0.43	0.39	-1.130	0.259
Kim-1(ng/L)	1.92	0.33	1.49	0.54	-10.610	<0.001
mALB(mg/g)	17.90	15.85	8.40	9.50	-7.426	<0.001
Cys-C(mg/L)	0.76	0.25	0.66	0.16	-5.898	<0.001
NAG(mg/g)	18.40	7.53	14.60	7.50	-6.779	<0.001

表6 不同尿镉水平人群肾功能指标比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

组别(尿镉 $\mu\text{g/g Cr}$)	人数	Kim-1 (ng/L)	mALB (mg/g)	Cys-C (mg/L)	NAG (mg/g)
Q1 (≤ 0.25)	87	1.61 (1.22, 1.75)	9.82 (7.2, 16.9)	0.51 (0.36, 0.63)	13.26 (10.2, 16.15)
Q2 (~ 0.61)	84	1.67 (1.20, 1.92)	10.39 (5.95, 18.45)	0.65 (0.55, 0.79)	14.49 (12.3, 19.5)
Q3 (~ 1.21)	86	1.75 (1.43, 1.96)	12.44 (7.48, 20.3)	0.68 (0.59, 0.81)	16.40 (15.86, 20.20)
Q4 (> 1.21)	85	1.89 (1.47, 2.09)	14.95 (8.5, 24.1)	0.75 (0.65, 0.88)	18.72 (15.6, 22.20)
χ^2 值		5.69	3.89	3.97	3.06
P值		<0.001	<0.001	<0.001	0.028

表7 不同尿铅水平人群肾功能指标比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

组别(尿铅 $\mu\text{g/g Cr}$)	人数	Kim-1 (ng/L)	mALB (mg/g)	Cys-C (mg/L)	NAG (mg/g)
Q1 (≤ 1.36)	85	1.56 (1.24, 1.81)	10.59 (6.4, 18.61)	0.59 (0.53, 0.76)	13.13 (10.45, 16.73)
Q2 (~ 1.95)	85	1.64 (1.40, 1.86)	12.15 (8.2, 16.63)	0.69 (0.59, 0.81)	14.74 (12.55, 18.95)
Q3 (~ 2.53)	85	1.77 (1.45, 2.03)	13.86 (7.2, 22.10)	0.72 (0.60, 0.82)	16.23 (12.03, 20.81)
Q4 (> 2.53)	84	1.80 (1.54, 2.09)	14.95 (7.4, 23.47)	0.86 (0.66, 0.91)	17.59 (15.74, 21.23)
χ^2 值		8.24	10.20	5.69	10.51
P值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表8 肾功能指标与尿镉、尿铅水平的相关性(r)

重金属	Kim-1 (ng/L)	mALB (mg/g)	Cys-C (mg/L)	NAG (mg/g)
尿镉	0.081 **	0.077 **	0.071 **	0.155 **
尿铅	0.154 **	0.021	0.075 **	0.029 *

注: *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$ 。

3 讨论

本研究结果发现,上海市某工业区大气 $\text{PM}_{2.5}$ 中的镉、铅质量浓度高于对照区,说明工业区居民相较于对照区处于低剂量大气环境镉、铅暴露中;工业区、对照区人群尿镉、尿铅水平均未超过《重金属污染诊疗指南(试行)》^[7]中的潜在高风险人群判定标准,但工业区高于对照区。有研究表明,血清与尿液中存在的一些内源性分子对肾损伤更加敏感,可作为生物标志物及时准确地反映早期肾功能的变化和肾损伤发生的部位^[8,9],如Kim-1是一种1型跨膜蛋白,主要表达于近端肾小管上皮细胞,当肾脏处于缺氧、缺血、中毒状态时,该分子表达上调^[10];mALB是肾小球微血管病变的敏感指标;Cys-C是人体有核细胞产生固定速率释放至血液中的碱性非糖化蛋白,可更敏感地反映GFR的下降^[11]。NAG是存在于肾小管中的溶酶体酶,可用于诊断肾小管早期损伤^[12]。本研究发现工业区居民Kim-1、mALB、Cys-C、NAG水平显著高于对照区,提示工业区镉、铅等重金属暴露已对居民的肾功能产生一定程度的影响。

本研究按照尿镉、尿铅水平对研究对象进行分

组,发现不同尿镉、尿铅水平人群Kim-1、mALB、Cys-C、NAG含量差异有统计学意义,且各项指标均随尿镉、尿铅水平的升高而升高。相关性分析结果显示,尿镉水平与Kim-1、mALB、Cys-C、NAG含量均存在统计学关联,尿铅水平与Kim-1、Cys-C、NAG含量呈正相关。提示长期暴露于低剂量重金属环境可造成肾功能的早期损伤,且随着体内尿镉、尿铅的蓄积,肾脏受损程度加剧。本研究初步反映了工业区居民环境重金属暴露与早期肾功能损伤指标间存在相关关系,今后需进一步扩大样本量,开展更深入研究。

参考文献

- [1] 李盛, 王玉, 牛乐宇, 等. 某工业区居民铅内外暴露相关性研究 [J]. 中国工业医学杂志, 2021, 34 (2): 162-165.
- [2] Farkhondeh T, Naseri K, Esform A, et al. Drinking water heavy metal toxicity and chronic kidney diseases: A systematic review [J]. Reviews on Environmental Health, 2020, 36 (3): 359-366.
- [3] Tsai CC, Wu CL, Kor CT, et al. Prospective associations between environmental heavy metal exposure and renal outcomes in adults with chronic kidney disease [J]. Nephrology (Carlton), 2018, 23 (9): 830-836.
- [4] Nishio R, Tamano H, Morioka H, et al. Intake of heated leaf extract of coriandrum sativum contributes to resistance to oxidative stress via decreases in heavy metal concentrations in the kidney [J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2019, 74 (2): 204-209.
- [5] 中华人民共和国生态环境部. 环境空气质量监测规范(试行) [EB/OL]. 2007-01-19. http://www.mee.gov.cn/gkml/zj/gg/200910/t20091021_171691.htm.

血症及加强全身免疫支持,大承气汤胃管注入通畅胃肠道。入院第9天,行四肢及躯干创面清创削痂、自体皮及异种皮移植术、右下肢取皮术。术后第7天,查体:T37.8℃,心率85次/min,腹软,肠鸣音3次/min;实验室检查:血WBC $7.0 \times 10^9/L$, N% 70%, CRP 34 mg/L, PCT < 0.5 ng/ml。术后第18天,皮片成活,创面愈合。

3 讨论

化学碱灼伤后OH⁻离子与脂肪发生皂化反应,使脂肪溶解,碱性物质进一步渗透,创面进行性加深,故伤后应立即使用流动水冲洗至创面pH值为7。本组40例患者中有4例未冲洗或冲洗时间短,创面明显加深。对于生石灰、电石或热水泥熟料灼伤者需以干纱布清除表面碱性物质后方可冲洗。有学者认为可首先使用有压力的水冲洗,除去致伤物质的同时带走反应的热量^[4]。

深度创面手术时,应彻底去除坏死组织直至渗出液pH值为7,即使肉眼看似正常,组织中仍可能残存碱性物质,不利于植皮成活^[5]。切削痂后继发创面移植自体皮片或生物敷料,视植皮成活及全身情况决定是否需再次手术封闭创面。本组有5例患者行四肢切削痂、自体皮片移植术,术后15~25 d出现异种皮溶脱,T最高39.9℃,R 26~32次/min,P 126~137次/min,给予血管活性药物维持血压,腹胀、肠鸣音消失,创面颜色晦暗,分泌物多,血WBC、N%、CRP、PCT明显升高,贫血,低蛋白血症,检测氧合指数(OI) 220~264,乳酸(Lac) 2.1~2.9 mmol/L,存在创面脓毒症表现。予呼吸机辅助通气,补液扩容,结合创面及痰培养等结果采用敏感抗生素抗感染,大承气汤胃管注入并灌肠,补充悬浮RBC

及血浆、白蛋白,加强免疫及肠内外营养支持,再次行肉芽创面植皮术后全身情况趋于稳定,40~55 d创面痊愈。

呼吸道灼伤是碱灼伤常见合并症,患者出现咳嗽、咽痛、声音嘶哑、胸闷等症状,可导致急性呼吸窘迫综合征甚至窒息死亡^[6]。本组有3例患者入院6 h内出现声嘶,血气分析示低氧血症,OI < 300,立即行气管切开术,OI未达标者给予呼吸机辅助通气。经积极抢救,患者症状缓解,氧分压正常,2例患者半年后复查出现不同程度肺功能下降及肺纤维化。

职业性化学碱灼伤可防可控,企业应加强安全教育及培训,对化学碱制品妥善存放或运输,定期对储存碱性物质的设备进行保养维修,及时排除隐患,防止管道、罐体泄漏或爆炸事故发生。从业人员应提高安全意识,严格遵守操作规程,正确佩戴个人防护用品,防止职业暴露,掌握碱灼伤急救知识,降低化学碱灼伤的损伤程度。

参考文献

- [1] 黄崇根,贾志刚,顾在秋,等. 负压封闭引流治疗碱灼伤创面的临床效果[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(7): 534-539.
- [2] Bizrah M, Yusuf A, Ahmad S. An update on chemical eye burns [J]. Eye (Lond), 2019, 33(9): 1362-1377.
- [3] 孔玉林,闵春燕,刘杰. 6例化学物质吸入重度中毒临床救治体会[J]. 中国工业医学杂志, 2016, 29(6): 427-428.
- [4] 张元海,王新刚. 有关化学灼伤几个问题的思考[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2015, 33(6): 466-468.
- [5] 吴彤,刘振奎,姜明. 碱灼伤下渗规律的实验研究及临床应用[J]. 中华损伤与修复杂志(电子版), 2008, 3(2): 225-226.
- [6] Bartolomei S, Nigro F, Gubellini L, et al. Acute effects of ammonia inhalants on strength and power performance in trained men [J]. J Strength Cond Res, 2018, 32(1): 244-247.

(收稿日期: 2021-05-24; 修回日期: 2021-09-15)

(上接第199页)

- [6] Zhang H, Xu H, Song F, et al. Relation of socioeconomic status to overweight and obesity: A large population-based study of Chinese adults [J]. Annals of Human Biology, 2017, 44(6): 495-501.
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 重金属污染诊疗指南(试行) [EB/OL]. 2010-11-4. <http://www.gov.cn/gzdt/2010-12/13/content1764682.htm>.
- [8] Schrezenmeier EV, Barasch J, Budde K, et al. Biomarkers in acute kidney injury-pathophysiological basis and clinical performance [J]. Acta Physiol (Oxf), 2017, 219(3): 554-572.
- [9] Wasung ME, Chawla LS, Madero M. Biomarkers of renal function, which and when? [J]. Clin Chim Acta, 2015(438): 350-357.

- [10] Yang L, Brooks CR, Xiao S, et al. KIM-1-mediated phagocytosis reduces acute injury to the kidney [J]. J Clin Invest, 2015, 125(4): 1620-1636.
- [11] Shlipak MG, Mattes MD, Peralta CA. Update on cystatin C: Incorporation into clinical practice [J]. Am J Kidney Dis, 2013, 62(3): 595-603.
- [12] Schlossbauer MH, Hubauer U, Stadler S, et al. The role of the tubular biomarkers NAG, kidney injury molecule-1 and neutrophil gelatinase-associated lipocalin in patients with chest pain before contrast media exposition [J]. Biomark Med, 2019, 13(5): 379-392.

(收稿日期: 2022-02-28; 修回日期: 2022-03-15)