

· 监测与检验 ·

36 例过量照射男性放射工作人员 T 淋巴细胞亚群远后效应分析

Analysis on long-term effect of T lymphocyte subsets in 36 male radiation workers exposed to excessive radiation

杨少伟, 涂娜, 马微

(江西省职业病防治研究院, 江西 南昌 330006)

摘要: 采用流式细胞术检测 36 例过量照射男性放射工作人员 T 淋巴细胞亚群 CD₃⁺%、CD₄⁺%、CD₈⁺%、CD₄/CD₈ 水平, 按受照距今年限、受照类型、受照剂量进行分组, 分别对检测指标及其异常率进行组间比较。结果显示, 受照距今>30 年组淋巴细胞(LYM) 高于其他年限组, CD₃⁺%、CD₈⁺%、CD₄⁺%水平均小于其他年限分组; 事故照射和职业照射人员 T 淋巴细胞亚群水平及异常率差异无统计学意义; 相较于事故照射<100 mSv 组及职业照射组, 事故照射≥100 mSv 组 CD₃⁺%、CD₈⁺%水平升高, CD₄⁺%水平降低。提示急性事故照射对免疫系统的损伤存在长期性和剂量依赖性, 慢性职业照射剂量依赖性不明显, 机体免疫功能随时间累积逐渐得到修复。

关键词: 过量照射; 事故照射; 职业照射; T 淋巴细胞亚群

中图分类号: R146 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2023)02-0184-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.02.026

当机体受到电离辐射照射后, 淋巴细胞(LYM) 的数量和质量会发生变化。本研究以江西省 36 例过量照射男性放射工作人员作为调查对象, 检测其外周血 T 淋巴细胞亚群水平, 以了解过量照射对人体的影响及其远期效应。

1 对象与方法

1.1 对象 1986—2021 年江西省男性过量照射的工作人员 36 例, 年龄 32~76 岁, 受照剂量 20.46~979.60 mSv, 受照时间距今 8~35 年。9 例事故照射

者中, 3 例为从事工业探伤的放射工作人员, 受 γ 射线照射, 受照剂量 34.02~52.88 mSv; 6 例为从事医用辐射的放射人员, 其中 2 例受 γ 射线照射(受照剂量分别为 29.09、219.80 mSv), 4 例受 X 射线照射(受照剂量 25.33~29.09 mSv)。27 例为职业照射, 均为 X 射线照射, 受照剂量 20.46~979.60 mSv。

1.2 方法 采集研究对象空腹肘静脉血 4 ml 于 EDTA-K₂ 抗凝管内, 混匀后采用 BriCyte E6 型流式细胞仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)及原厂配套试剂和质控品检测全血 LYM 及 T 淋巴细胞亚群 CD₃⁺%、CD₄⁺%、CD₈⁺%、CD₄/CD₈。

1.3 统计分析 采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ (离散系数, 方差系数%) 描述; 组间比较采用单因素分析, 多组间两两比较采用 SNK 检验。异常率的比较采用 χ^2 检验。年龄、受照剂量、受照距今年限与 T 淋巴细胞亚群水平分析采用 Pearson 相关性检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况 36 例过量照射人员按职业类别、照射分类、射线种类分为四组, 四组受照剂量、受照时年龄比较差异无统计学意义; 受照距今年限以医学应用 X 射线职业照射组最长, 与工业探伤 γ 射线事故照射组比较差异有统计学意义。详见表 1。

表 1 36 例过量照射人员基本情况 ($\bar{x} \pm s$)

职业类别	照射分类	射线种类	例数	受照剂量(mSv)	受照时年龄(岁)	受照距今年限(年)
工业探伤	事故照射	γ 射线	3	46.59±10.89	42.0±9.5	8.0
医学应用	事故照射	γ 射线	2	124.45±134.85	35.0±12.7	16.5±6.4
		X 射线	4	28.00±1.64	34.0±6.9	14.2±6.3
	职业照射	X 射线	27	100.75±216.91	41.0±12.1	20.7±6.8 ^a
F/P				0.272/0.845	0.674/0.575	4.190/0.016

注: a, 与工业探伤比较, P<0.05。

作者简介: 杨少伟(1988—), 男, 主管技师, 主要从事职业卫生检测工作。

通信作者: 马微, 副主任技师, E-mail: 983764351@qq.com

2.2 受照距今不同外周血 T 淋巴细胞亚群水平 受照距今年限 > 30 年组 LYM 水平高于其他年限组, CD₃⁺%、CD₈⁺%、CD₄⁺% 水平均低于其他年限组, 差异

有统计学意义。见表 2。

2.3 Pearson 相关性检验 受照距今年限与 CD₈⁺% 呈负相关关系。详见表 3。

表 2 过量照射放射工作人员受照距今不同年限外周血 LYM 及 T 淋巴细胞亚群水平 ($\bar{x} \pm s$)

受照距今年限(年)	例数	受照时年龄(岁)	受照剂量(mSv)	LYM($\times 10^6/L$)	CD ₃ ⁺ %	CD ₄ ⁺ %	CD ₈ ⁺ %	CD ₄ /CD ₈
<10	7	42.4±10.1	36.1±13.7	2 214±1 180 ^a	66.3±14.4 ^a	34.5±8.2 ^a	27.4±8.6 ^a	1.33±0.42
10~20	10	52.5±9.9	160.9±313.2	2 236±602 ^a	67.6±13.0 ^a	34.3±8.7 ^a	27.7±11.1 ^a	1.41±0.70
>20~30	17	59.6±5.2	66.7±97.8	1 712±760 ^a	67.9±11.0 ^a	36.3±9.3 ^a	23.2±8.2 ^a	1.80±0.92
>30	2	65.0	22.9±2.4	16 670±20 973	39.0±24.8	34.0±15.5	15.5±4.5	1.14±0.67
F/P		9.653/0.000	0.777/0.517	9.632/0.000	6.417/0.002	3.154/0.038	7.874/0.000	0.942/0.432

注: a, 与 >30 年比较, P<0.05。正常参考值, LYM 1 200~3 400 $\times 10^6/L$, CD₃⁺% 50.0~84.0%, CD₄⁺% 27.0~51.0%, CD₈⁺% 15.0~44.0%, CD₄/CD₈ 0.71~2.87。

表 3 受照时年龄、受照剂量、受照距今年限与 LYM 及 T 淋巴细胞亚群水平相关性分析 (r/P)

影响因素	LYM	CD ₃ ⁺ %	CD ₄ ⁺ %	CD ₈ ⁺ %	CD ₄ /CD ₈
受照时年龄	-0.064/0.718	-0.260/0.138	-0.185/0.294	-0.245/0.163	0.059/0.741
受照剂量	-0.103/0.595	-0.141/0.466	-0.154/0.426	-0.001/0.994	-0.165/0.393
受照距今年限 ^a	-0.276/0.114	-0.252/0.151	-0.181/0.306	-0.371/0.031	0.244/0.165

注: a, 剔除表 2 中 >30 年组数据后的检验结果。

2.4 不同照射分类及受照剂量人员的 T 淋巴细胞亚群水平 事故照射 ≥ 100 mSv 组 CD₃⁺%、CD₈⁺% 水平

高于 <100 mSv 组和职业照射组, CD₄⁺% 水平低于 <100 mSv 组和职业照射组。见表 4。

表 4 不同照射分类及受照剂量 T 淋巴细胞亚群水平 [$\bar{x} \pm s$, (离散系数, 方差系数%)]

照射分类	受照剂量(mSv)	例数	CD ₃ ⁺ %	CD ₄ ⁺ %	CD ₈ ⁺ %	CD ₄ /CD ₈
事故照射	≥ 100	1	85.08	26.46	48.47	0.55
	<100	8	69.2±12.4(0.118, 18%)	39.8±8.7(0.157, 21.4%)	25.1±7.1(0.23, 30.2%)	1.679±0.618(0.256, 38.7%)
职业照射	≥ 100	3	61.2±6.1(0.066, 10%)	30.1±3.8(0.081, 16.1%)	26.9±7.5(0.195, 39.1%)	1.185±0.372(0.191, 30.4%)
	<100	23	69.7±10.8(0.115, 15.6%)	38.0±9.1(0.203, 24.7%)	23.8±8.6(0.312, 39.4%)	1.822±0.858(0.364, 52.5%)
F ₁ /P ₁		9	0.243/0.637	0.664/0.442	5.184/0.057	3.054/0.124
F ₂ /P ₂		26 ^a	2.053/0.166	1.710/0.205	0.372/0.548	1.551/0.226

注: F₁/P₁为事故照射, F₂/P₂为职业照射。a, 剔除 1 例 LYM 白血病病例数据。

2.5 不同照射人员 T 淋巴细胞亚群异常情况 事故照射与职业照射组 T 淋巴细胞亚群水平差异无统计学意义。见表 5。

依赖性, T 淋巴细胞以免疫功能减弱为主, 主要表现为 CD₃⁺% 和 CD₃⁺CD₄⁺% 下降^[1]。何玲等^[2]对一起 ⁶⁰Co 辐射事故医学随访中发现, 3 例男性患者受照后 8~14 年间多次出现 T 淋巴细胞亚群异常, 主要表现为 CD₃⁺%、CD₄⁺% 水平下降。章卫平等^[3]对 ⁶⁰Co 源辐射事故病例 6 年远后效应随访观察中发现, 5 例患者受照后 4.5 年外周血 CD₄⁺% 水平低于正常参考值, 2 例 CD₈⁺% 水平高于正常参考值。本次调查 9 例事故照射中有 1 例为某三甲医院治疗医师, 2008 年因设备意外故障而受到辐射, 受照剂量 219.8 mSv, 目前仍就原岗位, 事故距今 12 年后其 WBC、LYM 总数正常, T 淋巴细胞亚群 CD₃⁺%、CD₈⁺% 水平升高, CD₄⁺%

表 5 不同照射人员 T 淋巴细胞亚群异常率比较 [% (↑, ↓例数)^a]

照射分类	例数	CD ₃ ⁺ %	CD ₄ ⁺ %	CD ₈ ⁺ %	CD ₄ /CD ₈
事故照射	9	33.3(2,1)	33.3(1,2)	11.1(1,0)	22.2(1,1)
职业照射	26	7.7(2,0)	15.4(1,3)	19.2(1,4)	3.8(0,1)
χ^2/P		4.637/0.098	1.421/0.491	2.055/0.358	3.753/0.153

注: a, ↑ 高于正常参考值上限, ↓ 低于正常参考值下限。

3 讨论

急性照射对免疫系统的损伤存在长期性和剂量依

水平降低。

职业照射是放射工作人员长期暴露于低剂量电离辐射，因而机体损伤与修复并存。慢性小剂量照射发生的生物效应是损伤与修复同时存在的可逆性动态过程^[4]，机体会随着时间累积而逐渐得到修复。本研究将过量照射人员按受照剂量分为 ≥ 100 mSv 和 < 100 mSv 两组，职业照射 ≥ 100 mSv 组 3 名放射人员，受照剂量分别为 979.60、379.38 和 131.85 mSv；3 人为县乡或企业卫生院放射诊断医师，受照年有效剂量为 25~30 年前所测结果，因此，可以认为现场防护设施简陋，操作时位于射线装置旁，工作量繁重。故防护不当、近距离操作和工作量大是导致过量照射的主要原因。3 例本次检测 WBC、LYM 总数及 T 淋巴细胞亚群指标均在正常参考值范围。相较于受照剂量 < 100 mSv 事故照射和职业照射人员， ≥ 100 mSv 事故照射者受照多年后 T 淋巴细胞亚群水平仍表现

异常，提示放射损伤长期存在，职业防护工作不容忽视。

参考文献

- [1] 卢志娟, 郝建秀, 李旭光, 等. 河南省“4.26”⁶⁰Co 辐射事故中 3 例中、重度骨髓型急性放射病患者免疫系统变化的 20 年医学随访 [J]. 国际放射医学核医学杂志, 2021, 45 (10): 636-641.
- [2] 何玲, 周琼芳, 高艺莹, 等. 3 例中度骨髓型急性放射病患者受照后 17 年的医学随访观察 [J]. 国际放射医学核医学杂志, 2019, 43 (2): 113-118.
- [3] 章卫平, 刘本, 金瑾珍, 等. “6.25”⁶⁰Co 源辐射事故病人远后效应 6 年随访观察综合报告 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 1998, 18 (1): 15-20.
- [4] 王珂, 王潇, 王惠莹, 等. 低剂量电离辐射对作业人员外周血淋巴细胞亚群的影响 [J]. 国际检验医学杂志, 2012, 33 (20): 2515-2517.

(收稿日期: 2022-03-04; 修回日期: 2022-05-06)

溶剂解吸液相色谱法测定作业场所空气中 2-氨基吡啶

Determination of 2-aminopyridine in air of workplace by solvent desorption liquid chromatography

姚恕, 陈彬, 靳金伦

(吉林省职业病防治院, 吉林 长春 130102)

摘要: 以硅胶吸附管采集空气中 2-氨基吡啶, 经色谱柱分离, 紫外检测器检测, 以保留时间定性, 峰高或峰面积定量。结果显示, 空气中 2-氨基吡啶线性范围 0.5~20.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 短时间采样最低检出浓度为 0.052 mg/m^3 , 8 h 采样最低检出浓度 0.016 2 mg/m^3 , 采样效率 $> 99.19\%$, 穿透容量为 0.984 mg (以 500 ml/min 采样)。低温避光保存, 样品可稳定 5 d。该方法适用于工作场所空气中 2-氨基吡啶的测定。

关键词: 作业场所; 2-氨基吡啶; 溶剂解吸液相色谱法

中图分类号: R134.4 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2023)02-0186-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.02.027

2-氨基吡啶, 分子式 $\text{C}_5\text{H}_6\text{N}_2$, 相对分子质量 94.12, 纯品为白色片状或无色结晶, 商品为淡黄色固体, 溶于水、乙醇、苯、乙醚、热石油醚。2-氨基吡啶是吡啶衍生物之一, 为重要的化工中间体, 常用于医药工业及染料中间体生产。

基金项目: 吉林省卫生厅职业卫生重点实验室, 国家卫生健康委员会 2022 年度卫生健康标准项目 (编号: 20222004)。

作者简介: 姚恕 (1982—), 女, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 职业卫生、放射卫生。

美国国家职业卫生与安全研究所 (NIOSH) 已经颁布采用 TENEX 管采样, 热解吸 FID 检测器气相色谱法测定工作场所空气中 2-氨基吡啶浓度^[1]。我国亦有 2-氨基吡啶检测方法的文献报道^[2], 其线性范围为 18~913 mg/L , 检出限过高, 尚未达到职业接触限值的检测要求。《工作场所所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ 2.1—2019) 中规定 2-氨基吡啶 8 h 时间加权平均容许浓度为 2 mg/m^3 , 但未见相关检测方法^[3]。为此, 我们进行了 2-氨基吡啶测定方法研究。

1 材料与方法

1.1 仪器 (1) 采样仪器: XQC-15E 大气采样器 (江苏建湖电子仪器仪表厂), 流量 0.1~3.0 L/min; GH-1 型溶剂解吸型硅胶采样管 (200/100) (江苏通州金南玻仪五金厂)。(2) 样品处理仪器: 超声仪 KQ-300DB 型数控超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司); 溶剂解吸瓶 (1.5 ml) (美国 Agilent 公司); 比色管 10 ml。(3) 测定仪器: 液相色谱仪 Thermo