· 监测与检验 ·

介入放射工作人员血清 8-羟基脱氧鸟苷水平分析

Analysis of serum level of 8-hydroxydeoxyguanosine of interventional radiology staff

代汝佃[1]，郭玉萍[2]，郭新峰[2]

（1. 淄博市张店区中医院，山东 淄博 255000；2. 淄博市职业病防治院）

摘要：对 50 名介入放射工作人员（介入组）、50 名非介入放射人员（普放组）和 48 名非放射人员（对照组）进行血清 8-羟基脱氧鸟苷（8-OHdG）水平检测。结果显示，介入组血清8-OHdG水平高于普放组和对照组，差异具有统计学意义（均 $P<0.05$），且随着年有效放射剂量及工龄的增加，血清 8-OHdG水平呈上升趋势（均 $P<0.05$）。提示长期低剂量电离辐射会引起介入放射工作人员血清 8-OHdG 水平升高，导致 DNA 氧化损伤。

关键词：电离辐射；放射工作人员；8-羟基脱氧鸟苷（8-OHdG）；DNA 损伤

中图分类号：R146　　**文献标识码**：B

文章编号：1002-221X(2022)01-0077-03

DOI：10.13631/j.cnki.zggyyx.2022.01.026

介入操作需长时间暴露在 X 射线条件下，因受防护用品的限制，工作人员通常会受到较高剂量的电离辐射。电离辐射是公认的致癌因素，在其导致的氧化损伤中最常受到影响的分子是 DNA，电离辐射与 DNA 的相互作用包括 DNA 的直接电离（直接效应）及其与周围水分子的反应（间接效应）；其次是诱导自由基对 DNA 的破坏。在核酸组分中，鸟嘌呤是羟基自由基（OH^-）介导的氧化反应中最敏感的 DNA 靶标，8-羟基脱氧鸟苷（8-OHdG）是脱氧鸟苷的氧化加合物形式，被认为是由鸟嘌呤 C8 处的 OH^- 攻击而造成 DNA 损伤的敏感标志。8-OHdG 经人体血液循环后随尿排出体外，在血液、尿中均可检出。本研究旨在通过测定血清 8-OHdG 水平，评估其作为职业性电离辐射暴露者辐射损伤生物标志物的可行性。

1　对象与方法

1.1　对象　选取 2020 年 8 月在本院体检的 50 名介入放射工作人员（肿瘤、心脑血管介入治疗等）作为介入组，其中男 32 人、女 18 人，平均年龄（36.1±5.64）岁，平均工龄（10.50±3.36）年；50 名非介入放射工作人员（放射诊断、放射治疗、核医学）作为普放组，其中男 30 人、女 20 人，平均年龄（35.1±5.57）岁，平均工龄（11.60±3.87）年；48 名非放射工作人员作为对照组，其中男 28 人、女 20 人，平均年龄（35.6±5.70）岁，平均工龄（10.46±3.66）年。所有受试对象在采血前 6 个月均无恶性肿瘤史、化疗史，无致癌物接触史，无高血压、心脑血管疾病、自身免疫性疾病、糖尿病等疾病，亦未接受过出于诊断或治疗目的电离辐射照射。所有信息均采集于受试者问卷调查。本研究经张店区中医院医学伦理审查委员会审查批准，受试者均知情同意。

1.2　方法

1.2.1　仪器和试剂　RGD-3B 热释光剂量仪，V 型热释光精密退火炉，迈瑞 BC-6800 全自动血细胞分析仪，PHOMO 型酶标仪；人 8-OHdG 酶联免疫吸附试验（ELISA）试剂盒（上海信裕生物）。

1.2.2　外周血细胞分析　采集外周静脉血 2 ml，置于 EDTA 血常规测定专用试管，使用迈瑞 BC-6800 全自动血细胞分析仪对标本进行完整的血细胞分析。检测前对仪器进行保养和调试，每批检测均附带低、高值两个水平质控品，以保证检测结果可靠、准确。

1.2.3　血清 8-OHdG 水平测定　根据 8-OHdG 测定试剂盒说明书，采用 ELISA 法测定血清 8-OHdG 水平。采用普通管全血采集后，水浴箱温浴 30 min，3 500 r/min 离心 5 min，取上清液血清，酶标仪 450 nm 波长依序测量各孔吸光度，需在加入终止液后 15 min 内进行测定，标准曲线浓度范围 2~800 ng/ml。同批次样本由同一人同一时间进行测定，以保证测定结果的准确性。

1.2.4　个人剂量监测　依据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128—2019），放射工作人员工作时需正确佩戴个人剂量计，介入放射工作人员采用双剂量

基金项目：淄博市重点研发计划项目（2020ZC010096）

作者简介：代汝佃（1985—），男，硕士，主要从事心血管病介入治疗工作。

通信作者：郭新峰，主管技师，E-mail：1364584623@qq.com

计监测方法。一个监测周期为 3 个月，一年监测 4 个周期，剂量计回收后采用热释光剂量仪读取数据，以年有效剂量评价。若出现异常数据或单个监测周期年有效剂量>1.25 mSv 时需作进一步调查。

1.3　统计分析　采用 SPSS 26.0 统计软件进行分析，计量资料符合正态分布采用$\bar{x}\pm s$ 表示，两组间比较采用 t 检验，多组间比较采用单因素方差分析，多组间两两比较采用 LSD 法检验；定性资料采用率或构成比描述，组间比较采用χ^2检验，采用 Pearson 相关性分析；以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　基本情况　三组人员性别、年龄、工龄间比较差异均无统计学意义（$P>0.05$），WBC 异常率比较差异亦无统计学意义（$P>0.05$）。见表 1。

表 1　三组人员基本情况及 WBC 异常情况比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	例数	性别（男/女）	平均年龄（岁）	平均工龄（年）	WBC 异常［例(%)］
介入组	50	32/18	36.1±5.64	10.50±3.36	5（10.00）
普放组	50	30/20	35.1±5.57	11.60±3.87	4（8.00）
对照组	48	28/20	35.6±5.70	10.46±3.66	2（4.17）
F/χ^2值		0.35	0.39	1.57	1.25
P 值		0.84	0.68	0.21	0.54

2.2　血清 8-OHdG 水平比较　三组人员血清 8-OHdG 水平单因素方差分析差异有统计学意义（$F=28.89$，$P=0.00$）；两两比较，介入组血清 8-OHdG 水平明显高于普放组和对照组，且差异均有统计学意义（均 $P<0.05$）；普放组血清 8-OHdG 水平高于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$）。三组人员血清 8-OHdG 水平测定结果见表 2。

表 2　三组人员血清 8-OHdG 水平测定（$\bar{x}\pm s$）

组别	例数	8-OHdG（ng/ml）
介入组	50	116.25±35.56*△
普放组	50	100.53±32.44*
对照组	48	69.68±22.57

注：*，与对照组比较，$P<0.05$；△，与普放组比较，$P<0.05$。

2.3　介入组与普放组放射年有效剂量比较　介入组年有效剂量（0.67±0.32）mSv，明显高于普放组［（0.40±0.21）mSv］，差异有统计学意义（$t=4.99$，$P=0.00$）。

2.4　介入组不同性别、放射年有效剂量、工龄间血清8-OHdG水平比较　介入组血清 8-OHdG 水平女性高于男性，但差异无统计学意义（$P>0.05$）。血清 8-OHdG水平在不同年有效剂量组间差异具有统计学意义（$P<0.05$）；两两比较，放射年有效剂量≥1 mSv 组的血清8-OHdG水平明显高于<0.5、0.5～<1 mSv 组，差异均具有统计学意义（$P<0.05$）；随着辐射剂量增加血清 8-OHdG 水平呈增高趋势，Pearson 相关性分析血清8-OHdG水平与放射年有效剂量间呈正相关（$r=0.40$，$P<0.05$）。血清 8-OHdG 水平在不同工龄组间差异亦具有统计学意义（$P<0.05$）；两两比较，工龄≥15 年组血清 8-OHdG 水平明显高于<5、5～<10、10～<15 年组，差异均具有统计学意义（$P<0.05$）；随着工龄增加血清 8-OHdG 水平呈增高趋势，Pearson 相关性分析血清 8-OHdG 水平与工龄间亦呈正相关（$r=0.44$，$P<0.05$）。详见表 3。

表 3　介入组不同性别、工龄、年有效剂量间血清 8-OHdG 水平（$\bar{x}\pm s$）

组别	例数	8-OHdG（ng/ml）	F 值	P 值
性别			−0.09	0.92
男	32	92.16±36.56		
女	18	93.21±38.44		
年有效剂量（mSv）			4.33	0.02
<0.5	14	85.62±30.69		
0.5～<1	28	98.32±32.39		
≥1	8	128.30±38.33		
工龄（年）			3.28	0.03
<5	10	66.41±21.36		
5～<10	18	92.33±27.78		
10～<15	12	94.27±28.22		
≥15	10	103.31±33.02		

3　讨　论

8-OHdG 是目前公认的评价 DNA 氧化损伤和氧化应激的生物标志物，对多种疾病的诊断和评价具有重要意义。研究发现，职业性汞接触人群尿 8-OHdG 水平显著高于非汞接触者，表明接触汞可引起 DNA 氧化损伤[1]。接触低水平焦炉逸散物亦可导致焦炉作业工人 DNA 氧化损伤，而且与 DNA 损伤标志物尿中8-OHdG水平呈剂量-效应关系[2]。电离辐射直接或间接在生物体内产生大量自由基，使细胞处于氧化应激状态，导致 DNA 氧化损伤，8-OHdG 的形成是 DNA 氧化损伤最常见的形式，但有关 8-OHdG 水平与 DNA 氧化损伤关系的报道较为少见，且报道的结果也不尽相同。宣志强等[3]通过对介入放射工作人员尿中 8-OHdG 水平的测定，发现其水平明显高于其他工种放射工作人员，且随工龄增加而升高。朱玉玮等[4]发现放射工作人员尿中 8-OHdG 水平明显高于对照组。国外研究[5]亦证实放射工作人员血清 8-OHdG 水平明显高于对照组，且工业探伤组血清 8-OHdG 水平高于其他工

种放射人员。

本次检测结果显示，介入组血清 8-OHdG 水平明显高于普放组和对照组，差异均具有统计学意义（$P<0.05$），与高宇等[6]研究结论一致。这可能是因为介入手术以 X 射线透视为引导，需要放射科医生长时间近距离操作，暴露在较高的照射剂量水平下，更容易造成体内氧化应激，导致严重的 DNA 氧化损伤[7]。

本次检测结果表明，介入组个人年有效剂量明显高于其他放射工作人员组，且差异具有统计学意义（$P<0.05$），与侯慧玉等[8]报道一致。介入放射工作人员血清 8-OHdG 水平在不同个人年有效剂量组间差异具有统计学意义（$P<0.05$），且随着个人年有效剂量增加呈增高趋势，与郑辉等[9]研究结果一致，其结论认为血清 8-OHdG 水平的变化幅度与受照剂量高低存在明显的剂量-效应关系，可将血清 8-OHdG 作为判断和评价受照剂量高低及 DNA 损伤程度的重要观察指标之一。同时本检测也发现血清 8-OHdG 水平在不同工龄组间差异具有统计学意义（$P<0.05$），且随工龄增加呈升高趋势，与介入放射人员尿中 8-OHdG 水平的研究结果一致[3]，这可能是因为随着工龄的增加，累积受照剂量亦在增加，从而由辐射导致的 DNA 损伤也越严重[10]。

综上，放射工作人员血清 8-OHdG 水平的变化可能与电离辐射有关，其在分析和评价电离辐射导致的 DNA 损伤程度上具有一定的价值。基于介入放射工作人员工作的特殊性，需加强其个人剂量监测和防护。

参考文献

[1] 钟丽. 职业性汞接触人群健康状况及尿中 8-羟基脱氧鸟苷影响因素调查分析［D］. 南京：南京医科大学，2014.

[2] 王艳华，刘仲，赵红伟，等. 低水平焦炉逸散物对接触人群尿中 8-羟基脱氧鸟苷影响分析［J］. 中国职业医学，2015，42（3）：245-250.

[3] 宣志强，高慎永，叶安方，等. 介入放射工作人员尿中 8-羟基脱氧鸟苷检测与分析［J］. 中国卫生检验杂志，2013，23（7）：1743-1745.

[4] 朱玉玮，靳宝英. 放射工作人员外周血淋巴细胞微核率和尿中 8-羟基脱氧鸟苷水平的分析［J］. 中国工业医学杂志，2012，25（2）：147-148.

[5] EL-Benhawy SA，Sadek NA，Behery AK，*et al*. Chromosomal aberrations and oxidative DNA adduct 8-hydroxy-2-deoxyguanosine as biomarkers of radiotoxicity in radiation workers［J］. Journal of Radiation Research and Applied Sciences，2019，9（3）：249-258.

[6] 高宇，王平，田崇彬，等. 放射工作人员血清中 8-羟基脱氧鸟苷水平研究［J］. 中华放射医学与防护杂志，2018，38（4）：253-257.

[7] 刘亚奇，于夕荣. 介入放射工作人员健康状况调查分析［J］. 中国辐射卫生，2020，29（3）：218-220.

[8] 侯慧玉，陈少鹏，任静，等. 2015—2019 年某医院放射人员个人剂量监测结果分析［J］. 中国辐射卫生，2020，29（4）：370-373.

[9] 郑辉，张文众，涂序珉，等.（60）Co γ 射线照射后血浆 DNA 加合物 8-羟基脱氧鸟嘌呤含量改变的研究［J］. 中华放射医学与防护杂志，2010，30（4）：434-435.

[10] 杨勇，王强，张磊，等. 放射工作人员淋巴细胞染色体畸变及微核检测结果分析［J］. 预防医学，2019，31（5）：517-519，522.

（**收稿日期**：2021-07-12；**修回日期**：2021-10-14）

陕西省人群全血和尿液铝水平分析

Content of aluminum in blood and urine among the population in Shanxi province

王玺凯，王艳丽，杜永锋，马景晶

（西安市中心医院，陕西 西安 710000）

摘要：采用随机抽样方法，选取陕西省北、中、南部 3 个城市 886 名人群作为研究对象，应用原子吸收光谱仪检测血铝和尿铝含量。结果显示，陕西省一般人群血铝和尿铝几何均值为 9.92 和 12.13 μg/L，中位数为 10.70 和 12.51 μg/L。职业人群血铝和尿铝中位数为 20.96 和 37.48 μg/L，远高于一般人群（$P<0.01$）。陕西省一般人群血铝和尿铝水平在不同年龄和地域特征中均存在差异。

关键词：原子吸收光谱法；铝；全血；尿液

中图分类号：R446　　**文献标识码**：B

文章编号：1002-221X(2022)01-0079-04

DOI：10.13631/j.cnki.zggyyx.2022.01.027

环境铝污染以及职业性铝暴露风险的增加使铝危害受到了人们的广泛关注。目前，陕西省缺乏一般人群全血和尿液铝水平的基本资料，也未建立相关地区的血铝、尿铝正常参考值。为此，本研究于 2020—2021 年采集陕西省一般及职业人群的血和尿标本进

基金项目：陕西省重点研发计划（2021SF-473）

作者简介：王玺凯（1983—），男，硕士，副研究员，主要从事重金属检测工作。

通信作者：马景晶，主管检验师，E-mail：xkwang1116@gmail.com