

文章编号: 0253-9950(2003)02-0122-02

液闪法直接测定尿中氚

肖 军¹, 杨怀元²

1. 浙江省辐射环境监测站, 浙江 杭州 310012;
2. 中国辐射防护研究院, 山西 太原 030006

摘要:介绍了用液闪法直接对氚操作人员的尿氚监测。制作了尿氚猝灭校正曲线,修正了尿中氚浓度的直接测量结果。方法具有足够的灵敏度,能简便地、快速地测量大量氚操作人员的尿氚浓度。

关键词:尿氚; 液体闪烁法; 辐射监测

中图分类号: TB303 **文献标识码:** A

在氚操作现场,氚对工作人员的身体及环境的影响极大。由于氚是一个半衰期为 12.33 a 的弱 β 放射性核素($E_{\beta} = 18.6 \text{ keV}$),通常对工作人员进行氚摄入量监测和内照射剂量估算。

氚接触人员尿中氚浓度一般可以用液闪法测定^[1~4]。尿中颜色的猝灭效应及杂质的干扰,可加入标准氚水进行校正。本文根据实际取样监测结果,制作尿氚猝灭校正曲线来修正原始尿样中氚浓度的直接测量结果,以建立一个有足够灵敏度,能简便地测量尿氚的方法。

1 实验部分

1.1 主要仪器及试剂

Tricarb-1500 型液体闪烁计数器,美国 Parkard 公司产品;Optiphase Hisafe 3 闪烁液,闪烁纯,美国 Perkinelmer 公司产品;Wheaton 低钾玻璃瓶(20 mL),美国 Alcan 公司产品。

1.2 制样和测量

具体操作步骤如下:

(1) 工作人员在怀疑有氚摄入 3 h 后或第二天清晨留尿。取 1 mL 尿样于低钾玻璃计数瓶中,然后加入 10 mL 闪烁液,拧紧瓶盖,用力振荡 1 min。

(2) 用酒精棉擦拭瓶身,放入液闪计数器样品室,避光 24 h 后测量计数。记录计数率和猝灭指数 TSIE。(TSIE 称为外标准转换谱指数,是 Parkard 公司的 Tricarb 液闪谱仪专门用于样品猝灭校正的一种参数,具体猝灭的定义及猝灭校正

原理,可在使用时参考仪器说明或有关文献,此处不再赘述。)

(3) 用下式计算尿中氚的浓度:

$$c = (N - N_b) / (E \times V \times 60)。$$

式中, c 为尿中氚的浓度, Bq/L; N 为尿样的计数率, min^{-1} ; N_b 为本底尿样的计数率, min^{-1} ; E 为仪器对氚的计数效率, %, 每个样品的计数效率要从尿氚猝灭校正曲线或拟合公式中相应的猝灭指数 TSIE 计算出来; V 为尿样的体积, L。

1.3 尿氚猝灭校正曲线的制作

(1) 在已经测过的尿样中选择 TSIE 从最低到最高的而且间隔较均匀的若干样品,记录尿样的计数率 N_1 和相应的猝灭指数参数 TSIE₁。

(2) 打开瓶盖,往每个样品中快速加入一定量(V')已知比活度(a)的标准氚水,旋紧瓶盖,震荡 1 min。放入仪器样品室,避光 24 h 后测量。

(3) 测量加标后的尿样的氚道计数 N_2 和相应的猝灭指数 TSIE₂, TSIE 应无明显变化。按照下式计算每个样品的计数效率 E :

$$E = (N_2 - N_1) / (V' \times a \times 60)。$$

(4) 然后,根据每个样品的计数效率 E 和相应的 TSIE,作尿氚的猝灭校正曲线。

2 结果和讨论

2.1 本底尿样计数率的测量

对未接触过氚的 10 名工作人员留取尿样,按照上述程序进行制样测量,测得本底尿样计数率

收稿日期: 2002-10-24; 修订日期: 2003-01-22

作者简介: 肖 军(1969—),男,工程师,从事辐射环境监测工作。

平均值为 14.4 min^{-1} 。

2.2 计数效率和猝灭指数

按照 TSIE 的不同分布,从低到高选取 16 个有一定间隔的样品,用标准氚水进行效率刻度。被测 16 个尿样的计数效率 E 和相应的 TSIE 列入表 1。从表 1 可以看出,当 TSIE 大于 435 时,计数效率变化很小。因此,在实际测量中,当 TSIE 介于 435 与 460 之间时,计数效率按 44.2 %计。对表 1 中 1~13 号数据进行拟合回归,所得曲线方程为:

$$Y = 0.083\ 1\ X + 6.904\ 8$$

式中, X 为猝灭指数 TSIE, Y 为计数效率 E 。相关系数 r 为 0.991 0,可见二者有很好的相关性,可以按照此回归方程计算尿样在不同猝灭时的计数效率。

表 1 被测样品的计数效率 E 和猝灭指数 TSIE
Table 1 E and TSIE of measured urine samples

No.	TSIE	$E/\%$	No.	TSIE	$E/\%$
1	284	30.5 ± 0.2	9	368	37.7 ± 0.2
2	295	30.6 ± 0.2	10	386	38.8 ± 0.3
3	305	32.7 ± 0.3	11	398	39.3 ± 0.4
4	320	33.5 ± 0.1	12	411	40.2 ± 0.3
5	333	34.7 ± 0.1	13	422	41.7 ± 0.2
6	338	34.9 ± 0.3	14	435	44.2 ± 0.2
7	350	36.0 ± 0.3	15	446	44.2 ± 0.2
8	355	37.2 ± 0.2	16	458	44.3 ± 0.2

2.3 方法探测下限

本底尿样计数率的平均值 N_b 为 14.4 min^{-1} ,计数效率 E 为 30.0 %时,当测量时间 t_b 为 60 min 时,按照下式计算探测下限 (L_D) 为

81.6 Bq/L 。

$$L_D = \frac{3\sqrt{(N_b/t_b)}}{60\times E\times 0.001^\circ}$$

2.4 辐射工作人员的尿样测量

按程序对 10 名单次接触氚的工作人员进行的尿氚监测,结果列入表 2。尿中氚的浓度在 $0.81\sim5.58\text{ Bq/L}$ 。

表 2 辐射工作人员尿中氚的监测
Table 2 Nonitoring results of urine tritium of professional workers

No.	1	2	3	4	5
$c/(\text{kBq}\cdot\text{L}^{-1})$	1.0	0.92	0.81	4.11	4.70
No.	6	7	8	9	10
$c/(\text{kBq}\cdot\text{L}^{-1})$	4.04	3.06	5.58	4.68	2.79

3 结 论

本方法通过氚操作人员的尿样制作了尿氚猝灭曲线,用于尿中总氚浓度的直接测定。方法操作简便,其测量灵敏度及测量结果都可以满足辐射防护监测的要求。

参考文献:

[1] 董柳灿,孔繁信. 用双道液体闪烁计数器测量尿中氚[J]. 原子能科学技术,1976,3:295.
[2] 王朝清,曲治华. 氚气(T_2 、TH)内照射剂量监测的特殊性[J]. 辐射防护,1982,2(2):94.
[3] 马忠乾,杨宏秀,王齐组. 尿中氚含量的测定[J]. 辐射防护通讯,1987,(2):39.
[4] 杜秀领,贾国纲. 氧化蒸馏-液闪法测定尿中氚[J]. 辐射防护,1998,18(1):24.

DIRECT MEASUREMENT OF URINE TRITIUM
WITH LIQUID SCINTILLATION COUNTING

XIAO Jun¹, YANG Huai-yuan²

1. Zhejiang Province Radiation Monitoring Center, HangZhou 310012, China;
2. China Institute for Radiation Protection, Tai Yuan 030006, China

- Angioplasty [J]. Nucl Med, 1998, 37:68~72.
- [8] CARROLL R G. The Relationship of Head and Neck Irradiation to the Subsequent Development of Thyroid Neoplasms [J]. Semin Nucl Med, 1976, 6:411~420.
- [9] MILLER R C, MARTENSON J A, SERGEANT D J, et al. Acute Treatment-Related Diarrhea During Post-operative Adjuvant Therapy for High-Risk Rectal Carcinoma [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1998, 41:593~598.
- [10] FAVUS M U, SCHNEIDER A B, STACHURA M E. Thyroid Cancer Occurring as a Late Consequence of Head and Neck Irradiation: Evaluation of 1,056 Patients [J]. N Engl J Med, 1976, 294:1 019~1 025.
- [11] DEUTSCH E, LIBSON K, VANDERHEYDEN J L. The Chemistry of Rhenium and Technetium as Related to the Use of Isotopes of These Elements in Therapeutic and Diagnostic Nuclear Medicine [J]. Nucl Med Biol, 1986, 13:465~477.
- [12] HASHIMOTO K, BAGIAWATI S, IZUMO M, et al. Synthesis of ^{188}Re -MDP Complex Using Carrier-Free ^{188}Re [J]. Appl Radiat Isot, 1996, 47:195~199.
- [13] GUHLKE S, ZAMORA P O, SARTOR J, et al. Ascorbic Acid Stabilization of Re-^{188} and F-^{131} Radiolabeled Peptides for Radiotherapy [J]. Radiochim Acta, 1997, 79:93~97.

PREPARATION AND BIODISTRIBUTION OF ^{188}Re -DTPA

ZHAO Hui-yun¹, JIA Bing^{1,2}, WANG Fan^{1,2}, DU Jin^{1,2}

1. Medical Isotopes Research Center, Peking University, Beijing 100083, China;
2. Institute of Isotopes, China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413, China

Abstract: The radiolabeling of diethylenetriaminopentaacetate (DTPA) with ^{188}Re is investigated. Under the optimum conditions, the labeling efficiency of ^{188}Re -DTPA is more than 95 % and the *in vitro* stability of ^{188}Re -DTPA is satisfied. The radiochemical purity of ^{188}Re -DTPA decreases with the increase of dilution ratio of saline solution. The biodistribution of ^{188}Re -DTPA and $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$ in normal mice is studied. The data reveals that radioactivity levels in the thyroid gland and the stomach are lower in the ^{188}Re -DTPA group than in the $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$ perrhenate group. The concentration levels in other tissues including lung, liver, testis, muscle, and blood are low throughout this study for both agents. The ^{188}Re -DTPA is excreted primarily via kidney to urine. The result indicates that ^{188}Re -DTPA should be considered as a potential radiopharmaceutical for endovascular irradiation.

Key words: ^{188}Re -DTPA; $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$; labeling

(上接第 123 页, Continued from page 123)

Abstract: The monitoring of urine tritium of professional workers with direct measurements is studied. According to the monitoring results of urine samples of workers in site, the calibration curve of urine tritium to calibrate the monitoring results is made. The method gives sensitivity enough to simply determine the concentration of urine tritium of professional workers.

Key words: urine tritium; liquid scintillation counting; radiation monitoring