

- [6] Inoue O, Seiji K, Kawai T, *et al.* Excretion of methylhippuric acids in urine of workers exposed to a xylene mixture: comparison among three xylene isomers and toluene [J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 1993, 65: 533-539.
- [7] Kawai T, Yasugi T, Mizunuma K, *et al.* Comparative evaluation of urinalysis and blood analysis as means of detecting exposure to organic solvents at low concentrations [J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 1992, 64: 223-234.
- [8] Ogata M, Taguchi T, Horike T. Evaluation of exposure to solvents

from their urinary excretions in workers coexposed to toluene, xylene, and methyl isobutyl ketone [J]. *Appl Occup Environ Hyg*, 1995, 10: 913-920.

- [9] Jacobson C A, Mclean S. Biological monitoring of low level occupational xylene exposure and the role of recent exposure [J]. *The Annals of Occupational Hygiene*, 2003, 47 (4): 331-336.
- [10] Korinth G, Weiss T, Angered J, *et al.* Dermal absorption of aromatic amines in workers with different skin lesions: a report on 4 cases [J]. *J Occup Med Toxicol*, 2006, 1: 17-20.

## 肌酐检测方法解析及尿汞报告的转换

Interpretation of creatinine detection method and conversion of urinary mercury report

史善富

SHI Shan-fu

(南京市职业病防治院, 江苏 南京 210042)

**摘要:** 结合工作实际, 对常用尿液肌酐及汞的报告进行解析, 以期临床医师实际工作中的应用及查阅文献资料提供方便。

**关键词:** 肌酐; 尿汞; 转换

**中图分类号:** R446 **文献标识码:** B

**文章编号:** 1002-221X(2012)04-0311-02

国家卫生部要求从 2007 年 7 月 1 日起尿液总汞以  $\mu\text{mol/mol}$  肌酐 ( $\mu\text{g/g}$  肌酐) 报告, 但测定肌酐的方法较多, 且同一样品不同方法之间的测定值相差较大。因此, 尿汞报告的解析及不同方法之间报告方式的转换具有实用价值。

### 1 测定肌酐的方法及优缺点

#### 1.1 碱性苦味酸法

测定肌酐的经典方法。其缺点是易受“假肌酐”的干扰, 而导致肌酐测定结果偏高, 虽经过多次改良<sup>[1-3]</sup>, 但这些改良法并没有从根本上改变存在非特异性反应的问题。

#### 1.2 酶法

主要有肌氨酸氧化酶法、肌酐酶偶联肌氨酸氧化酶法及肌酐亚胺水解酶法。肌氨酸氧化酶法的优点是灵敏度高、线性范围宽、试剂稳定性好, 用双试剂法可消除肌氨酸的干扰。肌酐酶偶联肌氨酸氧化酶法的缺点是维生素 C 干扰其指示系统, 胆红素和血红蛋白也在一定程度上影响测定结果。肌酐

亚胺水解酶法的优点是线性范围宽, 缺点是试剂不够稳定, 且肌酐酶不易得到。

#### 1.3 毛细管电泳法

该法的优点是分离效率高、分析速度快、样品用量少, 缺点是残留的少量蛋白质会吸附在毛细管内壁, 导致检测结果的重复性差及需要特殊设备和进行标本的预处理, 临床常规应用困难。

#### 1.4 高效液相色谱法

因为样品经过除蛋白处理及该法的高分离性能, 使得测定中的干扰大大减少, 准确度大大提高, 其缺点是测定方法繁杂、耗时, 不适用于常规临床标本的分析。

#### 1.5 同位素稀释质谱法及拉曼散射法

前者是最常用的临床检验量质的基准方法, 具有高度特异性, 不产生系统误差, 测定所得的量值为肌酐真值。后者的优点是不需要价格昂贵的质谱, 可用于临床常规检测。

#### 1.6 电极法

优点是操作简便、快速, 缺点是易受内源性物质的干扰, 应用于临床的报道较少。

### 2 尿汞的几种报告方式解析及不同方式尿汞报告之间的转换

#### 2.1 肌酐常用报告方式及转换系数 (见表 1)

#### 2.2 尿汞常用报告方式及转换系数 (见表 2)

表 1 肌酐报告方式及转换

| 肌酐报告方式                             | 正常参考值                                      |                                            | 转换方式                                                                      | 转换系数  |
|------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
|                                    | 男                                          | 女                                          |                                                                           |       |
| Cr mg/dl <sub>尿液</sub>             | 1.0 ~ 2.0 g/24 h <sub>尿液</sub>             | 0.8 ~ 1.8/24 h <sub>尿液</sub>               | Cr mg/dl <sub>尿液</sub> → Cr $\mu\text{mol/L}$ <sub>尿液</sub>               | 88.34 |
| Cr $\mu\text{mol/L}$ <sub>尿液</sub> | 8.8 ~ 17.7 $\mu\text{mol/L}$ <sub>尿液</sub> | 7.1 ~ 15.9 $\mu\text{mol/L}$ <sub>尿液</sub> | Cr $\mu\text{mol/L}$ <sub>酶法</sub> → Cr $\mu\text{mol/L}$ <sub>苦味酸法</sub> | 0.63  |

### 3 讨论

肌酐是肌肉在人体内代谢的产物, 血中肌酐来自外源性

和内源性两种, 外源性肌酐是肉类食物在体内代谢后的产物, 内源性肌酐是体内肌肉组织代谢的产物, 在肉类食物摄入量稳定且身体的肌肉代谢又没有大的变化时肌酐的生成就会比较恒定, 尿肌酐主要是来自血液经过肾小球过滤后随尿液排出的肌酐, 肾功能正常时, 肌酐的排泄也比较恒定。虽然测定尿肌酐值的方法很多, 但目前临床上使用较多的主要是碱性

收稿日期: 2011-09-09; 修回日期: 2012-05-03

作者简介: 史善富 (1957—), 男, 副主任检验师, 主要从事职业病临床检验工作。

表 2 尿汞报告方式及转换

| 报告方式                      | 正常参考值                       | 生物接触限值                    | 驱汞试验值<br>(5% 二巯丙磺钠) | 转换方式                                              | 系数    |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|-------|
| Hg mg/L <sub>尿液</sub>     | 0.010 mg/L                  | 0.09 mg/L                 | 0.045 mg/d          | Hg mg/L <sub>尿液</sub> → Hg μmol/L <sub>尿液</sub>   | 4.985 |
| Hg μmol/L <sub>尿液</sub>   | 0.05 μmol/L <sub>尿液</sub>   | 0.44 μmol/L <sub>尿液</sub> | 0.224 μmol/d        | Hg μg/g <sub>肌肝</sub> → Hg μmol/mol <sub>肌肝</sub> | 0.564 |
| Hg μg/g <sub>肌肝</sub>     | 4 μg/g <sub>肌肝</sub>        | 35 μg/g <sub>肌肝</sub>     | 45 μg/d             | Hg μg/g <sub>肌肝</sub> → Hg μg/g <sub>肌肝</sub>     | 0.63  |
| Hg μmol/mol <sub>肌肝</sub> | 2.25 μmol/mol <sub>肌肝</sub> | 20 μmol/mol <sub>肌肝</sub> | 0.224 μmol/d        |                                                   |       |

苦味酸法和酶法, WS/T265—2006 推荐的 WS/T98 反相高效液相色谱法测定肌肝方法稳定且准确度高, 但价格昂贵、操作麻烦, 大多医院很少在日常工作中使用该法。WS/T265—2006 推荐的 WS/T97 传统的苦味酸分光光度法因影响测定的干扰因素多, 线性范围窄, 且手工法太慢, 自动化检测时苦味酸的黄色素易对仪器造成污染, 大部分使用中、高档全自动生化分析仪的医院很少使用该法。比较而言, 酶法测定肌肝含量方法稳定, 线性范围宽, 干扰因素少, 对仪器污染小, 适合于全自动生化分析, 测定时间可大大缩短。为了使酶法测定的肌肝值取得与碱性苦味酸法一致的结果, 必须对其进行补偿校正。对检验科医师而言, 可通过回归方程将酶法测定的肌肝值直接计算成苦味酸法肌肝值, 然后再按照 WS/T265—2006 的要求出具尿汞报告, 此报告与苦味酸法测定的肌肝值报告有相同的可靠性<sup>[9]</sup>。对临床医师而言, 看到酶法肌肝值的汞报告只需将其数值直接乘以系数 (0.63) 即可得到一个近似苦味酸法的汞报告<sup>[4,5]</sup>。

值得注意的是, 不仅如前所述, 测定肌肝的方法很多, 而且测定肌肝的试剂、仪器也很多, 而不同方法、不同试剂、不同仪器测定肌肝值的偏差存在显著差异<sup>[9]</sup>。本文提出的回归方程及提供的  $\text{Cr } \mu\text{mol/L}_{\text{酶法}} \rightarrow \text{Cr } \mu\text{mol/L}_{\text{苦味酸法}}$  的换算系数 0.63 是根据碱性苦味酸法及肌氨酸氧化酶法在日立全自动生化分析仪上的尿液肌肝的检测结果而得, 其余转换系数是根

据肌肝及汞的分子量计算而得, 供其他医疗单位在应用及验证时参考, 各医疗单位应根据自己的肌肝检测系统建立相应回归方程及转换系数。

本文对常用尿液肌肝及汞的报告方式进行了解析, 希望能给临床医师实际工作中的应用及查阅文献资料时的比较提供方便。

#### 参考文献:

- [1] Bowers L D, Wong E T. Kinetic serum creatinine assays II. A critical evaluation and review [J]. Clin Chem, 1980, 26 (5): 555-561.
- [2] 石凌波. 消除胆红素对肌肝测定的负干扰 [J]. 国际检验医学杂志, 1999, 20 (1): 20-21.
- [3] Junge W, Wilke B, Halabi A, et al. Determination of reference intervals for serum creatinine, creatinine excretion and creatinine clearance with an enzymatic and a modified Jaffe method [J]. Clin Chim Acta, 2004, 344: 137-148.
- [4] 史善富, 陶松宁. 酶法与碱性苦味酸法测定尿肌肝值的差异及相关性研究 [J]. 中国工业医学杂志, 2011, 24 (4): 256-291.
- [5] 程海平. 血清中肌肝的检测方法及其进展 [J]. 检验医学与临床, 2009, 6 (20): 1682-1684.
- [6] Miller W G, Myers G L, Ashwood E R, et al. Creatinine measurement: state of the art in accuracy and interlaboratory harmonization [J]. Arch Pathol Lab Med, 2005, 129: 297-304.

(上接第 259 页)

#### 参考文献:

- [1] 赵一鸣, 刘和平. 噪声作业工人听力改变模型的探讨 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1997, 15 (2): 80-82.
- [2] 彭丽华, 郑建如, 徐增光, 等. 累积噪声暴露量与听力损伤的剂量反应关系 [J]. 公共卫生与预防医学, 2005, 16 (1): 58-59.
- [3] Sokas R K, Moussa M A, Gomes J, et al. Noise-induced hearing loss, nationality and blood pressure [J]. Am J Ind Med, 1995, 28 (2): 281-288.
- [4] Talbott E O, Findlay R C, Kuller L H, et al. Noise-induced hearing loss: a possible marker for high blood pressure in older noise-exposed populations [J]. J Occup Med, 1990, 32 (8): 690-697.
- [5] 王莹, 顾祖维, 张胜年. 现代职业医学 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996: 301-303.
- [6] 胡大一, 郭成年, 李瑞杰. 心率变异性的检测及临床意义 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998: 1-3.
- [7] Talbott E, Helmkamp J, Matthews K, et al. Occupational noise exposure, noise-induced hearing loss, and the epidemiology of high blood pressure [J]. Am J Epidemiol, 1985, 121 (4): 501-514.
- [8] Hirai A, Takata M, Mikawa M, et al. Prolonged exposure to industrial

noise causes hearing loss but not high blood pressure: a study of 2124 factory laborers in Japan [J]. J Hypertens, 1991, 9 (11): 1069-1073.

- [9] Tarter S K, Robins T G. Chronic noise exposure, high-frequency hearing loss, and hypertension among automotive assembly workers [J]. J Occup Med, 1990, 32 (8): 685-689.
- [10] Lees R E, Roberts J H. Noise-induced hearing loss and blood pressure [J]. Can Med Assoc J, 1979, 120 (9): 1082-1084.
- [11] Wu T N, Chou F S, Chang P Y. A study of noise-induced hearing loss and blood pressure in steel mill workers [J]. Int Arch Occup Environ Health, 1987, 59 (6): 529-536.
- [12] Ni C H, Chen Z Y, Zhou Y, et al. Associations of blood pressure and arterial compliance with occupational noise exposure in female workers of textile mill [J]. Chin Med J (Engl), 2007, 120 (15): 1309-1313.
- [13] 何丽华, 廖小燕, 何作顺, 等. 噪声与高血压关系的 Meta 分析 [J]. 工业卫生与职业病, 2006, 32 (4): 219-223.
- [14] Fogari R, Zoppi A, Corradi L, et al. Transient but not sustained blood pressure increments by occupational noise. An ambulatory blood pressure measurement study [J]. J Hypertens, 2001, 19 (6): 1021-1027.