

• 监测与检验 •

职业接触二甲苯尿中甲基马尿酸生物限值的研究

Study of biological exposure limits of methyl hippuric acid (MHA) in urine for occupational exposure to xylene

宋为丽¹, 梅勇², 江金凤², 王敏¹, 严雁翎¹SONG Wei-li¹, MEI Yong², JIANG Jin-feng², WANG Min¹, YAN Yan-ling¹

(1. 武汉市职业病防治院, 湖北 武汉 430015; 2. 武汉科技大学医学院, 湖北 武汉 430000)

摘要: 选择不同暴露水平的二甲苯接触个体, 检测个体二甲苯暴露浓度, 同时采集当日工人班末尿样, 对尿中二甲苯的代谢产物甲基马尿酸的含量进行测定, 将二甲苯的外暴露空气浓度与体内甲基马尿酸代谢量进行回归分析, 结合国外限值资料, 提出适合我国职业卫生现状的甲基马尿酸生物限值的建议。接触工人在空气中二甲苯浓度为 0~144.21 mg/m³ 时, 班末尿中甲基马尿酸 (MHA) 与空气中二甲苯浓度之间存在良好相关性, 肌酐校正回归方程为 $y \text{ (g/g 肌酐)} = 0.0052x \text{ (mg/m}^3\text{)} + 0.0112$, $r = 0.731$; 比重校正回归方程为 $y \text{ (g/L)} = 0.0089x \text{ (mg/m}^3\text{)} - 0.0259$, $r = 0.793$ 。将我国二甲苯职业接触限值 50 mg/m³ 分别代入回归方程, 推出工作班末尿中甲基马尿酸含量为 0.271 g/g 肌酐和 0.419 g/L。依据我国二甲苯实际接触情况, 参考国外相关标准和文献, 建议我国职业接触二甲苯的代谢产物尿中甲基马尿酸的生物接触限值为班末尿 0.3 g/g 肌酐或 0.4 g/L。

关键词: 二甲苯; 甲基马尿酸; 生物接触限值

中图分类号: R135.1 文献标识码: B

文章编号: 1002-221X(2012)04-0308-04

由于二甲苯的暴露途径多种多样及个体差异的存在, 仅用外暴露监测并不能准确地估计个体实际暴露的剂量, 在对二甲苯职业接触人群进行环境监测的基础上, 结合生物标志物监测, 综合评价人体对二甲苯的暴露及危险程度是非常重要的。生物标志物法通过检测人体组织或体液中的毒物原形或其代谢物来综合反映人体对多介质、多途径毒物的暴露情况, 已越来越受到重视。

已知人体接触二甲苯暴露的生物标志物主要有呼出气、血及尿中未代谢的二甲苯原形, 尿中二甲苯的代谢产物甲基马尿酸 (MHA) 和尿中邻甲苯磺基尿酸^[1]。由于对终末呼出气中二甲苯的动力学研究不够, 其能否作为生物监测指标尚有待研究, 而血、尿中未代谢二甲苯原形虽不失为值得发展的指标, 但没有标准检测方法。目前, 研究最多、相关性最好的二甲苯生物标志物是尿中甲基马尿酸, 人体接触二甲苯后, 尿中甲基马尿酸的浓度会随之增高, 其代谢呈一级速率,

班末达到高峰, 接触浓度和代谢产物的浓度有较好相关性^[2]。Kawai 等^[3] 定量研究了空气中二甲苯暴露与尿中 MHA 的 3 种同分异构体之间的关系。结果表明, 二甲苯空气暴露度与尿中 MHA 存在线性相关, r 值为 0.861 (经肌酐校正), 指出若采样时间合适, 尿中 MHA 可作为职业暴露二甲苯生物监测的有效工具。高秀峰^[4] 对某油漆车间接触二甲苯的 57 名工人的班前、班中、班末和班后尿中 MHA 排泄规律进行研究, 结果显示, 工人脱离接触前 1 h 内尿样是最合适的评价二甲苯接触者暴露水平的样本。

国内外也一致公认, 班末尿中甲基马尿酸是接触二甲苯的最佳生物标志物。美国、德国、日本等发达国家在将尿中 MHA 作为接触二甲苯的生物监测指标的同时, 还制定 MHA 生物限值标准。国内外尿中 MHA 的检测方法已经很成熟, 我国也制定了尿中 MHA 的高效液相标准方法 (WS/T53—1996)^[5], 但与其配套的评价尿中 MHA 水平的生物限值却还是空白。因此, 为了保护职业人群健康, 更加准确地评估劳动者职业接触二甲苯的程度, 制定我国尿中甲基马尿酸的生物接触限值是必要的。

1 研究方法

1.1 试剂与材料

甲基马尿酸标准品 (购自 Sigma-ALDRICH 公司, 纯度 ≥ 99%), 甲醇 (纯度 ≥ 99.8%), 冰醋酸 (纯度 36%~38%), 乙酸乙酯 (纯度 ≥ 99.5%), 盐酸 (1:1 比例稀释), 氯化钠 (分析纯), 实验用水均为去离子水。10 ml 具塞离心管; 5 ml 具塞试管; 微量进样器, 10 μl; 聚乙烯塑料瓶, 100 ml; 活性炭管 (内装 100 mg/50 mg 椰子壳)。

1.2 仪器与设备

美国 GilAir-5 个体采样器, 使用前后需校正流量; LC-3000 液相色谱仪 (山东鲁创分析仪器有限公司), 配有 UV3000 紫外检测器、C18 柱 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm); 离心机, 1 000 r/min; 恒温水浴锅; 涡旋混合器; 尿比重计。

1.3 研究对象

选择武汉地区某车辆集团和 2 个化工厂中职业接触不同浓度二甲苯的 57 名工人作为本次研究的调查及采样对象, 年龄 30~56 岁, 平均年龄 (45.1 ± 6.1) 岁, 工龄 1~33 年, 平均工龄 (11.2 ± 9.3) 年, 工种包括调漆工、喷漆工、溶剂清洗工和油漆分装工, 接触工人同时存在苯及甲苯的职业暴露。同时选择 20 名非接触者健康工人作为对照组, 年龄 23~47 岁, 平均年龄 (26.2 ± 6.3) 岁。

收稿日期: 2012-02-23; 修回日期: 2012-05-10

基金项目: 卫生部卫生标准制 (修) 订项目 (项目编号: 20110206); 武汉市卫生局临床医学科研项目 (编号: WX12D03)

作者简介: 宋为丽 (1964—), 女, 副主任技师, 长期从事职业卫生检验工作。

1.4 个体空气样的采集和分析

将已校正好流量的个体采样泵挂在二甲苯职业接触者的腰部,连接胶管(内装活性炭管)至工人衣领口用夹子固定,采集工人呼吸带二甲苯浓度,以 50 ml/min 的流量采集一个工作班,采样后立即密封活性炭管低温带回实验室,按照 GBZ/T160.42—2007 溶剂解吸-气相色谱法测定个体二甲苯接触水平。检测仪器为 GC-2010 型气相色谱仪,色谱条件:氢火焰离子化检测器,FFAP 毛细柱,柱温 50℃,汽化室温度 150℃,检测室温度 150℃,氮气流量 7 ml/min,分流比 10:1,进样 1 μl。以保留时间定性,峰面积定量,测定二甲苯空气浓度,计算工人接触二甲苯 8 h 时间加权平均浓度(TWA)。同时做现场空白和质控样。

1.5 尿样的采集、预处理及分析

在个体空气样采集当日,用具盖聚乙烯塑料瓶收集二甲苯接触工人班末尿,低温带回实验室立即测量比重并取 5 ml 尿样用于测量肌酐浓度。然后按 1:100 的比例在尿中加入 6 mol/L 盐酸溶液作防腐剂。尿样在 -20℃ 冰箱内可保存 1 个月;尿样经预处理萃取蒸干后,于室温下至少可保存半年。尿样分析时,从冰箱中取出后于室温下解冻,取 1.0 ml 尿样于 10 ml 的具塞离心管中,加入 0.1 ml (1+1) 盐酸溶液、0.3 g 氯化钠、4.0 ml 乙酸乙酯,于涡旋混合器上混合 1 min,于离心机中以 1 000 r/min 离心 5 min。取乙酸乙酯层 0.4 ml 于具塞试管中,在低于 70℃ 的水浴锅中挥干。加 1.0 ml 双蒸水溶解残留物,混匀后取 10 μl 进行 HPLC 测定。流动相:甲醇:0.4% 的冰醋酸 (33:67, V/V);流速 0.7 ml/min;以保留时间定性,峰面积定量,测定尿中 MHA 含量,并分别以肌酐

和比重校正 MHA 浓度。

1.6 数据处理

选用统计软件 SPSS11.5 对所有数据进行 *t* 检验、直线相关及回归分析。

1.7 国外可借鉴尿中 MHA 生物限值

2006 年美国 ACGIH^[6] 推荐的职业接触二甲苯的生物接触限值(BEL)为工作周末班末尿中 MHA 为 1.5 g/g 肌酐,该值是基于 8 h 时间加权平均接触浓度,即现行的阈限值(TLV) 100 ppm (434.2 mg/m³) 提出的,至今仍执行该标准。德国 DFG^[7] (2008 年) 推荐的生物接触耐受量(BAT 值)为接触末或班末尿中 MHA 为 2.0 g/L,这一数值对应于二甲苯空气暴露浓度 MAK 值 440 mg/m³。详见表 1。

表 1 国外可借鉴 MHA 生物限值

国别	PC-TWA (mg/m ³)	生物限值	相对内暴露指数(RIE)
美国(2006)	434.2	1.5 g/g 肌酐	3.45
德国(2008)	440 (MAK)	2.0 g/L	4.54
日本(2009)	217	0.8 g/L	3.68

2 结果

2.1 个体接触水平与生物指标检测数据

对工作日内 57 个接触者个体二甲苯暴露水平的空气样分析显示,空气中二甲苯浓度范围 0.0~144.2 mg/m³,平均浓度 (20.06±30.48) mg/m³。同时对 20 名非接触者和 57 名接触者尿 MHA 浓度分析测定,20 名非接触者尿中均未检出甲基马尿酸,57 名接触者尿中 MHA 平均含量为 (0.107±0.203) g/g 肌酐或 (0.160±0.348) g/L,具体见表 2。

表 2 不同接触水平的空气二甲苯和工人尿中 MHA 测定结果

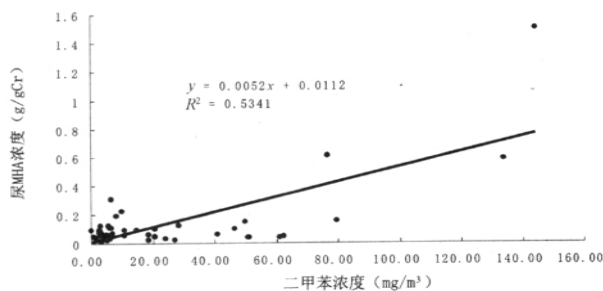
组段 (mg/m ³)	例数	空气中二甲苯 (mg/m ³)		尿中 MHA (g/g 肌酐 肌酐校正)		尿中 MHA (g/L 比重校正)	
		Mean ± SD	范围	Mean ± SD	范围	Mean ± SD	范围
<50	49	9.87 ± 11.63	0.0~49.93	0.073 ± 0.056	0.015~0.307	0.085 ± 0.056	0.020~0.259
50~100	6	63.57 ± 12.28	50.84~79.63	0.15 ± 0.228	0.035~0.152	0.192 ± 0.257	0.026~0.199
>100	2	138.96 ± 7.43	133.71~144.21	1.04 ± 0.641	0.589~1.496	1.728 ± 0.733	1.210~2.246
合计	57	20.06 ± 30.48	0.0~144.21	0.107 ± 0.203	0.015~1.496	0.160 ± 0.348	0.020~2.246

2.2 个体接触剂量与生物代谢浓度的关系

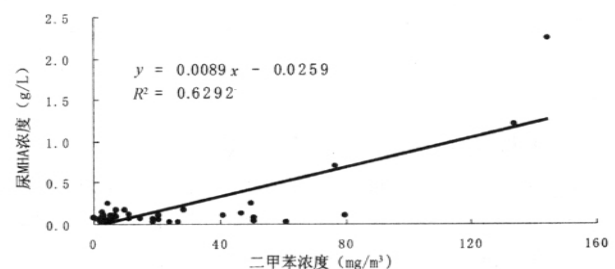
以尿中 MHA 浓度对工作场所空气中二甲苯浓度 (mg/m³) 作回归分析。以肌酐校正尿样,回归方程为 y (g/g 肌酐) = 0.052 x + 0.0112 ($r=0.731$, $n=57$, $P<0.001$)。按照我国工作场所空气中二甲苯的时间加权平均容许浓度(PC-TWA) 50 mg/m³,代入回归方程,得到体内可

代谢出 0.271 g/g 肌酐的甲基马尿酸值。

比重校正尿样(见图 2),以尿中 MHA 浓度 (g/L) 对工作场所空气中二甲苯浓度 (mg/m³) 作回归分析,回归方程为 $y=0.0089x-0.0259$ ($r=0.7932$, $n=57$, $P<0.001$)。按照二甲苯空气接触限值 PC-TWA 50 mg/m³ 计算,推算出工作班末尿中 MHA 含量为 0.419 g/L。见图 1。



肌酐校正



比重校正

图 1 57 名二甲苯接触者暴露水平与尿中 MHA 浓度关系散点图

2.3 二甲苯接触水平与尿中 MHA 的相关性

将本研究关于工人二甲苯空气暴露水平与班末尿中 MHA 浓度的相关性研究的结果与 Huang^[8]、Inoue^[9]、Kawai^[3,10]、Ogata^[11]、Jacobson^[12] 等人的研究结果汇总,并以我国二甲苯接触限值 PC-TWA 50 mg/m³ 代入各国研究资料中二甲苯接触水平与尿 MHA 代谢的相关回归方程,推算出工作班末尿中 MHA 含量见表 3 和表 4。各回归方程的尿 MHA 含量预测值,在 0.161~0.230 g/g 肌酐 (0.141~0.203 g/L) 之间。从表 3 和表 4 可看出接触相同浓度的二甲苯时,将其代入按本研究方程得到的预测值 0.271 g/g 肌酐和 0.419 g/L。

表 3 肌酐校正法二甲苯接触水平与尿中 MHA 代谢相关性研究的文献调研

研究文献	例数	二甲苯暴露 平均浓度	二甲苯浓度与尿中 MHA 水平回归方程 (mg/g 肌酐)	据回归方程得接触 50 mg/m ³ 时 尿中 MHA (g/g 肌酐) 的预测值
Inoue ^[9]	175(男+女)	14 ppm	$y = 11.1x + 27$	0.155
Ogata ^[11]	38(男)	14 ppm	$y = 20.0x + 0.0$	0.230
Kawai ^[10]	51(男)	8 ppm	$y = 8.7x + 30$	0.130
Kawai ^[3]	121(男)	3.8 ppm	$y = 16.85x + 0.81$	0.194
Jacobson ^[12]	20	3.4 ppm	$y = 12.73x + 14.44$	0.161
本研究	48(男)+9(女)	4.6 ppm(相当于 20.0 mg/m ³)	$y = 0.0052x + 0.0112$	0.271

表 4 比重校正法二甲苯接触水平与尿中 MHA 代谢相关性研究的文献调研

研究文献	例数	二甲苯暴露 平均浓度	二甲苯浓度与尿中 MHA 水平回归方程 (mg/g 肌酐)	据回归方程得接触 50 mg/m ³ 时 尿中 MHA (g/L) 的预测值
Inoue ^[9]	175(男+女)	14 ppm	$y = 10.4x + 26.9$	0.146 ^a
Kawai ^[10]	51(男)	8 ppm	$y = 9.4x + 33$	0.141 ^a
Kawai ^[3]	121(男)	3.8 ppm	$y = 13.38x + 4.3$	0.158 ^a
Huang ^[8]	122(男)+111(女)	3 ppm	$y = 14.4x + 37$	0.203
本研究	48(男)+9(女)	4.6 ppm	$y = 0.0089x - 0.0259$	0.419

注:预测值中标注 a 的数值,以 1.016 为校正标准比重。

3 讨论

按照美国 100 ppm (相当于 434.2 mg/m³) 的接触限值推算,代入我们得出的回归方程: $y (g/g \text{ 肌酐}) = 0.0052x (mg/m^3) + 0.0112$, 计算出尿中 MHA 值为 2.27 g/g 肌酐,与 ACGIH 提出的班末尿中甲基马尿酸值 1.5 g/g 肌酐相比稍大。

将二甲苯接触限值德国 MAK 值 440 mg/m³ 和日本 217 mg/m³ 分别代入该比重校正曲线,得: $y (g/L) = 0.0089x (mg/m^3) - 0.0259$, 考虑其尿比重以 1.016 作为标准比重,与我国使用的 1.020 标准比重校正后,推算其尿中 MHA 代谢含量分别为 3.1 g/L 和 1.5 g/L,与实际的德国班末尿中 MHA 的 BAT 值 2.0 g/L 和日本班末尿中 MHA 的 BEIs 值 0.8 g/L 比也偏高。

考虑我国现行二甲苯职业接触限值 PC-TWA 为 50 mg/m³, 同时 PC-STEL 为 100 mg/m³, 与其他国家职业接触限值比较明显偏低 (见表 1), 因此尿中 MHA 的生物限值同样相对较低。结合本研究结果,初步建议职业接触二甲苯班后尿中 MHA 的生物限值为 0.3 g/g 肌酐或 0.4 g/L。

相对内暴露指数 (relative internal exposure index, RIE in-

dex) 是指尿中化学物浓度与空气接触浓度的比值,表达接触每单位化学物浓度在机体内代谢转化为相应代谢产物的量^[13]。通过表 2 可计算我国班末尿中 MHA 的 RIE 值为 6.0,即平均每吸入 1 mg/m³ 的二甲苯可代谢转化为 6.0 mg/g 肌酐的 MHA。本研究结果与德国职业卫生标准中的尿中 MHA 与空气限值的比值 (RIE = 4.54) 较接近。

从各国二甲苯接触水平与尿中 MHA 代谢相关性回归方程以及相对内暴露指数比较,本文提出的尿中 MHA 的生物接触限值偏高,这可能是由于我国人群的饮食和生活习惯的差异。据文献显示二甲苯代谢成甲基马尿酸受饮酒及服用阿司匹林抑制,前者可达 50%; 乙苯对间位二甲苯代谢抑制可达 20%; 二甲苯可与血清蛋白结合,在生物监测评价时应考虑这些因素的干扰^[11]。

现场监测结果表明 (表 5), 工作场所空气中二甲苯 C_{TWA} < 50 mg/m³ 时,95% 的接触者尿中 MHA 水平 < 0.3 g/g 肌酐,这说明本文提出的尿中 MHA 生物接触限值推荐值是科学可行的,与现场工作环境浓度情况是相符的。

表 5 不同空气二甲苯浓度下尿 MHA 的百分位数浓度及推荐值对应的百分位数

组段 (mg/m ³)	例数	尿中 MHA (g/g 肌酐)				推荐值 0.3 g/g 肌酐 对应的百分数
		P50	P75	P90	P95	
< 50	49	0.058	0.096	0.125	0.208	P97.96
0.0 ~ 144.21	57	0.061	0.100	0.152	0.307	P94.21

国内外学者对接触二甲苯后尿中 MHA 的排泄动力学作了详尽的研究,为确定采样时间 (工作班末尿) 提供了客观依据。本研究提出的限值,虽然做了大量的工作,但由于高浓度暴露组现场很难找到,样本数量不够,可能对数据统计结果有一定的影响,下一步将补充不足的数据,使研究结果更科学、可信。

参考文献:

- [1] 陈红霞,梅勇. 职业暴露二甲苯的生物监测指标研究近况 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2010, 28 (5): 397-399.
- [2] 沈惠麒,顾祖维,吴宜群. 生物监测和生物标志物——理论基础及应用 [M]. 2 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2006: 145.
- [3] Kawai T, Mizunuma K, Yasugi T, et al. Urinary methylhipuric acid isomer levels after occupational exposure to a xylene mixture [J]. Int Arch Occup Environ Health, 1991, 63: 69-75.
- [4] 高秀峰. 尿中甲基马尿酸含量与接触二甲苯浓度关系的探讨 [J]. 职业医学, 1989, 16 (3): 10-11.
- [5] 中华人民共和国卫生行业标准 (WS/T53—1996), 尿中马尿酸、甲基马尿酸的高效液相色谱测定方法 [S].
- [6] American Conference of Governmental Industrial Hygienists TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices [Z]. Cincinnati, OH. 2006: 91-106.
- [7] DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft. List of MAK and BAT Values [Z]. Wiley-VCH Verlag. Weinheim, 2008, 195-217.
- [8] Huang M Y, Jin C, Liu Y T, et al. Exposure of workers to a mixture of toluene and xylenes I [J]. Metabolism Occup Environ Med, 1994, 51: 42-46.

- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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^[1-8], 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 _{尿液}	1.0 ~ 2.0 g/24 h _{尿液}	0.8 ~ 1.8/24 h _{尿液}	Cr mg/dl _{尿液} → Cr $\mu\text{mol/L}$ _{尿液}	88.34
Cr $\mu\text{mol/L}$ _{尿液}	8.8 ~ 17.7 $\mu\text{mol/L}$ _{尿液}	7.1 ~ 15.9 $\mu\text{mol/L}$ _{尿液}	Cr $\mu\text{mol/L}$ _{酶法} → Cr $\mu\text{mol/L}$ _{苦味酸法}	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。