

水体污染慢性甲基汞中毒 诊断标准及处理原则

UDC 616-07
:614.73

GB 6989-86

Diagnostic criteria and principle
of treatment for chronic methyl-
mercury poisoning caused by
water pollution

水体污染慢性甲基汞中毒是长期食用被汞（甲基汞）污染水体的鱼贝类食物，造成体内甲基汞蓄积并超过一定阈值引起以神经系统损伤为主的中毒表现。

为了对水体汞（甲基汞）污染所引起的健康危害进行科学评价，统一诊断标准，以推动防治和污染治理工作，特制定本标准。

1 诊断原则

根据水体汞污染水平、食用被汞污染的鱼贝类食物的历史、体内汞蓄积状况、以及临床表现和化验资料，进行综合分析，排除其他疾病，方可诊断。

2 诊断及分级

2.1 甲基汞吸收

头发中总汞值超过 $10\mu\text{g/g}$ ，其中甲基汞值超过 $5\mu\text{g/g}$ 者。

2.2 观察对象

在汞吸收的基础上，出现下列三项体征当中的1~2项阳性体征者。

- a. 四肢周围型（手套、袜套型）感觉减退。
- b. 向心性视野缩小 $15\sim 30$ 度。
- c. 高频部感音神经性听力减退 $11\sim 30\text{dB}$ 。

2.3 慢性甲基汞中毒

在汞吸收的基础上，具有下列a、b、c三项体征者，可诊断为慢性甲基汞中毒。

- a. 四肢周围型（手套、袜套型）感觉减退。
- b. 向心性视野缩小 $15\sim 30$ 度，或有颞侧月芽状缺损到 30 度者。
- c. 高频部感音神经性听力减退 $11\sim 30\text{dB}$ 。
- d. 具有上述三项体征，但发汞低于 $10\mu\text{g/g}$ 以下时，可做驱汞试验，驱汞后尿中总汞值超过 $20\mu\text{g/L}$ ，其中甲基汞超过 $10\mu\text{g/L}$ 者，方可诊断。

3 处理原则

禁止食用被甲基汞污染水体的鱼贝类食物。

3.1 甲基汞吸收

定期检查发汞。

3.2 观察对象

定期复查。

3.3 慢性甲基汞中毒

适当休息、驱汞治疗、定期复查。

附录 A
神经系统检查法
(补充件)

- A.1 询问:** 四肢远端麻木感、头痛、头晕、无力、健忘、睡眠障碍、流涎、多汗等, 以及有无其他中毒史和其他神经病史。
- A.2 痛觉:** 按目前普遍应用的针刺法, 在两侧肢体相应部位上对比检查, 由远端向近端检查, 让受检者回答有无痛觉减退。
- A.3 温度觉:** 用金属管分别盛10~15℃水测冷觉; 用金属管盛50~55℃水测热觉。进行两侧肢体远端、近端对比检查, 让受检者区别凉热程度。
- A.4 触觉:** 用棉絮进行两侧肢体远端、近端对比检查, 让受检者回答有无触觉减退。
- A.5 振动觉:** 以C 128振的音叉进行双侧远端、近端对比检查, 让受检者回答振动感的程度。
- A.6 小脑功能检查:** 检查构音、眼球震颤、走直线、昂白 (Romberg's) 氏征、指鼻、轮替及跟膝胫试验等。
- A.7 有条件可检查肌电、神经传导速度等。**

附录 B
视野检查法
(补充件)

B.1 仪器

用光点投射视野计或330mm半径的弓形视野计。视标3~5mm白色视标。

B.2 方法步骤

- a. 用光点投射视野计检查,在暗室进行,用弓形视野计时,争取在固定人工照明下进行。受检者将下颌置于视野计颞架上遮盖一眼,分别检查。
- b. 用3~5mm白视标分别检查8~12个方位。
- c. 记录于视野纸上,以备判断。

B.3 注意事项

- a. 视野检查背景光应为“明适应”状态,选用30lx左右,视标光斑亮度约为背景光的一倍。
- b. 视野首选3mm直径。
如果视野已表现为较重的向心性缩小,可改用5或10mm的视标重查。此时可能只呈现颞侧月芽状缺损(表明矩状裂前端病变较重),有助于对本病的诊断。
- c. 检查视野的各项条件,在各次检查中统一标准。
- d. 检查时视标由里向外或由外向里移动,其结果相差在10度以内者,则取用多次所在点位,如果相差在10度以上者,应考虑为视标移动太快或病人反应迟钝,有待追随复查。
- e. 有睑下垂或上睑皮肤松弛影响检查结果时,应协助处理后再行检查。

B.4 其他

- a. 在有条件情况下,对视野明显缺损者,建议做ERG,暗适应等。
- b. 为了解视皮质功能状态,建议用VEP。

附录 C
听力检查法
(补充件)

C.1 测听仪器

纯音听力计。

C.2 检查方法

- a. 检查外耳及中耳情况,以排除传音性聋。详细询问病史,排除其他原因所致的感音神经性聋。
- b. 在隔音条件下分别检测两耳听阈,先测气导,后测骨导,检测时,以5dB为一档,检测骨导时必须加适量噪声遮盖。
- c. 有条件可查语言测听的最大清晰度(PB_{max})、Bekesy测听、声阻抗测听和耳蜗电图及脑干电测听。

C.3 记录方法

检查结果按全国通用符号标记。右耳气导符号为“○”,左耳为“×”。右耳骨导符号为“[”,左耳为“]”。气导以实线相联,骨导以虚线相联,制成听力曲线。

C.4 检查标准

慢性甲基汞中毒引起的听力损失在高频部(2、4、6、8 kHz),高频部平均损失11~30dB为轻度;31~60dB为中度;61~90dB为重度;91dB以上为全聋。

附录 D
头发中总汞含量的测定方法
(补充件)

D.1 原理

汞蒸气对波长253.7 nm的紫外光具有强烈的吸收作用, 试样经适当处理后, 将各种形态的汞转变成汞离子, 用氯化亚锡将汞离子还原成元素汞, 再用测汞仪进行测定, 汞浓度与吸收值成正比。

D.2 方法一

加氧燃烧—冷原子吸收法。

D.2.1 仪器

a. 测汞仪 (F-732型)。

b. 管式电炉。

D.2.2 试剂

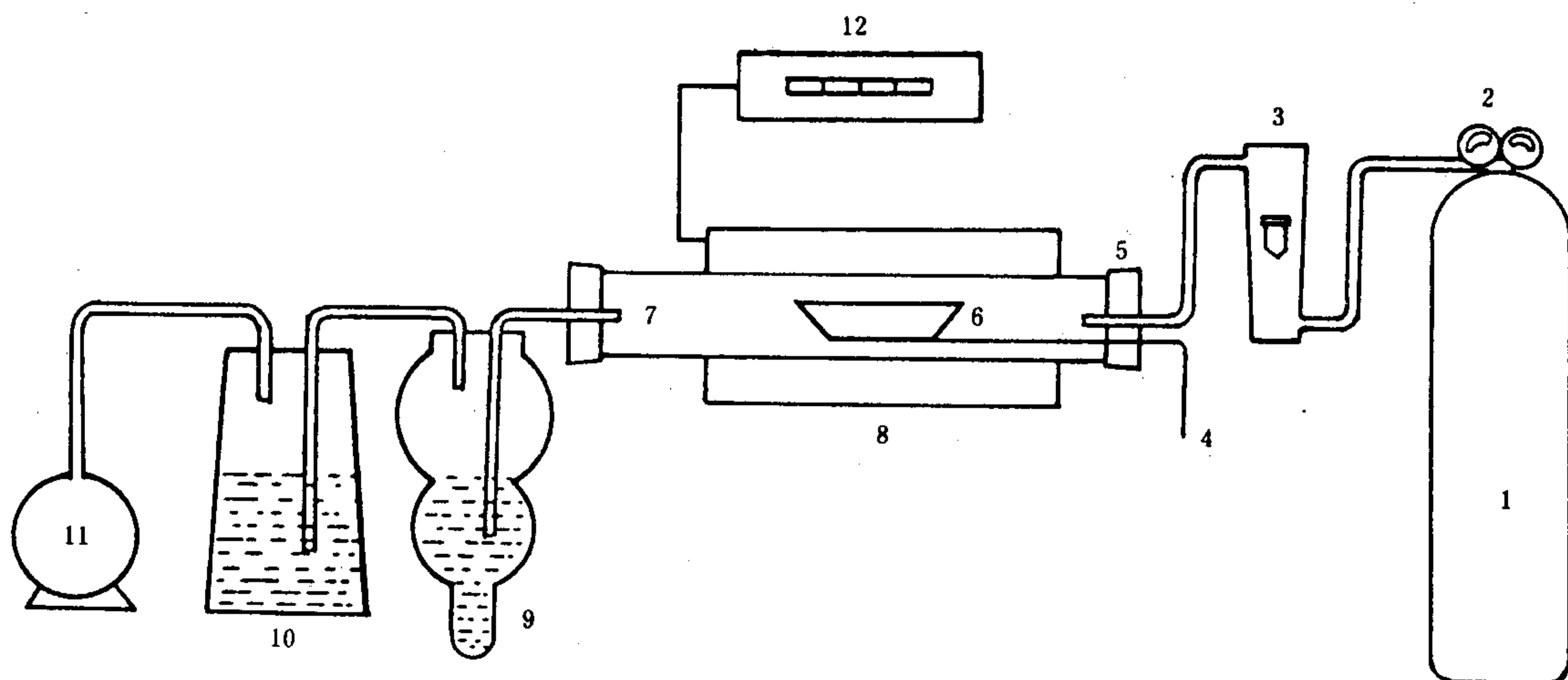
D.2.2.1 30%氯化亚锡: 取30g氯化亚锡 ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 溶于100ml 1N硫酸溶液中, 或加10ml浓盐酸, 溶解后用去离子水稀释至100ml (发黄的氯化亚锡不能用)。

D.2.2.2 吸收液: 2%高锰酸钾溶液和10%硫酸溶液, 临用时等体积混合。

D.2.2.3 汞标准液: a. 汞标准贮备液: 称取二氯化汞(分析纯) 0.1354g, 用1N硫酸溶解并稀释至100ml。此溶液1.00ml等于1.00mg汞。b. 汞标准使用液: 用1N硫酸把贮备液稀释成1.00ml含有0.10 μg 汞。此溶液使用前配制。

D.2.3 分析步骤

D.2.3.1 样品处理: 准确称取处理好的发样0.1~0.2g置于石英舟中(上盖一小块滤纸), 将石英舟放入管式电炉的石英管里, 石英管的一端与氧气瓶连接, 另一端与盛有20ml吸收液的吸收管连接。如下图:



1—氧气瓶; 2—氧气表; 3—转子流量计; 4—铬铝钩;
5—聚四氟乙烯塞; 6—石英舟; 7—石英管; 8—管状电
炉; 9—吸收管; 10—缓冲瓶; 11—抽气泵; 12—控温仪

将炉温控制在 $750 \pm 50^\circ\text{C}$ 通氧气 (流速 $2\text{L}/\text{min}$)，分段燃烧 3min ，样品中的汞富集于吸收液中，备作测定。

D.2.3.2 测定：准确吸取一定体积吸收液 (燃烧后的) 于汞反应瓶中，加入 2ml 30% 氯化亚锡溶液后立即塞紧瓶塞，开动循环泵，读取最大吸收值，根据标准曲线求出汞含量。

D.2.4 标准曲线的绘制：分别吸取 $0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00, 5.00\text{ml}$ 汞标准使用液于汞反应瓶中，配成的标准系列为 $0.00, 0.05, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50\mu\text{g}$ 汞，以 1N 硫酸溶液稀释到一定体积，加入 2ml 30% 氯化亚锡溶液，立即塞紧瓶塞，开动循环泵，读取最大吸收值。以吸收值为纵坐标，汞量 (μg) 为横坐标，绘制标准曲线，绘制时应减去空白值。

D.2.5 计算

$$\text{汞 (Hg, } \mu\text{g/g)} = \frac{\text{读取汞量 } (\mu\text{g}) \times \text{吸收液总体积 (ml)}}{\text{发样重量 (g)} \times \text{测定取试样溶液体积 (ml)}} \dots\dots\dots (1)$$

D.2.6 注意事项

- a. 石英器皿在使用前或测定后必须清洗。
- b. 测定时石英管出口及连接部位塞紧，避免漏气。

D.3 方法二

三酸混合消解法。

D.3.1 仪器

- a. 测汞仪 (F-732型)。
- b. 50ml 汞发生管。
- c. 100ml 三角瓶。
- d. 漏斗。
- e. 可调电炉。

D.3.2 试剂

- a. 硝酸，优级纯。
- b. 硫酸，优级纯。
- c. 高氯酸，优级纯。
- d. 5% 高锰酸钾溶液：称取 5g 优级纯高锰酸钾溶于 100ml 去离子水中。
- e. 10% 盐酸羟胺溶液：称取分析纯盐酸羟胺 10g 溶于去离子水中，并稀释至 100ml 。
- f. 30% 氯化亚锡溶液：同D.2.2.1。
- g. 汞标准溶液：同方法一。

D.3.3 分析步骤

D.3.3.1 样品消化：称取清洗过的发样 50mg ，放入 100ml 三角瓶中，同时做空白试验，加入硝酸 5ml 。放入一些小玻璃球，三角瓶放在电热板上加热 5min ，加硫酸 5ml 继续加热 10min ，再加高氯酸 1ml 加热 5min 取下，冷却后加入少量去离子水，滴加 5% 高锰酸钾呈紫红色，将此溶液洗入 50ml 汞发生管备用。

D.3.3.2 样品测定：往消化液中加入 10% 盐酸羟胺 0.25ml ，使高锰酸钾的紫色消失，加入 20% 氯化亚锡 5ml ，立刻测定，读取测得值，从标准曲线上查出汞含量。

D.3.4 标准曲线制作

取 $0.10\mu\text{g}/\text{ml}$ 汞标准使用液 $0, 0.1, 0.3, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0\text{ml}$ 。分别置于 50ml 汞发生管中，加入少量去离子水，然后加入 5ml 硫酸， 1 滴高锰酸钾，用去离子水稀释到 50ml ，加入 10% 盐酸羟胺 0.25ml ，使高锰酸钾的紫色消失，加入 5ml 20% 氯化亚锡，进行测定。以测得值为纵坐标，汞含量为横坐标，制备标准曲线。

D.3.5 计算

$$\text{总汞 } (\mu\text{g/g}) = \frac{\text{查出的汞含量 } (\mu\text{g})}{\text{样品重量 } (\text{g})} \dots\dots\dots (2)$$

D.3.6 注意事项

D.3.6.1 硝酸加入样品后, 加热温度控制在130℃以下, 使反应缓慢进行, 加入硫酸、高氯酸后, 消化温度控制在250℃左右, 以二氧化硫白烟产生为消化终点, 立刻取下, 否则会造成汞损失。

D.3.6.2 注意玻璃容器对汞的吸收。所有的玻璃容器, 特别是新用的玻璃容器, 使用前用热高锰酸钾-硫酸溶液洗二次, 再用去离子水冲洗干净。

附录 E
头发及尿中甲基汞含量的测定方法
(补充件)

E.1 原理

用盐酸浸提出样品中的甲基汞，在 $\text{pH} = 3$ 条件下，经巯基棉富集，用 2 N 盐酸解析，以苯萃取。采用气相色谱仪测定苯萃取液中的甲基汞。

E.2 仪器和试剂

E.2.1 仪器

- a. 气相色谱仪：具电子捕获检测器。
- b. 巯基棉管：自制，内径 $8 \sim 10\text{ mm}$ 玻璃管，长 $10 \sim 15\text{ cm}$ ，一端拉细，一端平口。

E.2.2 试剂

- a. 苯：优级纯，色谱图上无干扰氯化甲基汞的杂峰。
- b. 盐酸：优级纯。
- c. 氯化甲基汞标准溶液。
- d. 巯基棉：取 50 ml 硫代乙醇酸($\text{HS}-\text{CH}_2\text{COOH}$)，加入 35 ml 乙酸酐， 16 ml 36% 乙酸， 0.15 ml 浓硫酸， 5 ml 去离子水于具塞三角烧瓶中混匀。加入 15 g 脱脂棉浸透，加塞放在 $37 \sim 39^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘四天，取出用蒸馏水洗至中性，挤掉水分后摊在瓷盘上，置于 39°C 烘箱中烘干(注意避免污染)，成品保存于棕色广口瓶中备用。新制备的巯基棉需用甲基汞标样进行回收率实验，回收率在 95% 以上者方可应用。
- e. 硫酸铜溶液：溶解 $50\text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{ H}_2\text{O}$ 于 200 ml 去离子水中。

E.3 操作步骤

E.3.1 样品提取

E.3.1.1 头发：准确称取经过清洗的发样 $0.1 \sim 0.5\text{ g}$ ，放入 20 ml 离心管中，加入 5 ml 2 N 盐酸，浸泡过夜，用去离子水稀释至 20 ml 左右，投入 $1 \sim 2\text{ g}$ 氯化钠，将清液倾入分液漏斗中，调节 $\text{pH} = 3$ ，以下按浓缩步骤进行。

E.3.1.2 人尿：取尿样 $50 \sim 100\text{ ml}$ 于分液漏斗中，用浓盐酸酸化至 1 N ，加入几滴硫酸铜溶液， 10 min 后用氢氧化钠溶液和稀盐酸调节 $\text{pH} = 3$ ，以下操作按浓缩步骤进行。

E.3.2 浓缩

在分液漏斗下端接上巯基棉管，令提取液通过巯基棉并以每分钟 40 滴的速度流出。流完后用蒸馏水冲洗分液漏斗管壁。最后用二联球加压吹出最后一滴。

取下巯基棉管，将其放在具塞比色管上，加入 2 ml 2 N 盐酸，令其自然流下，用玻璃棒挤净残存酸液。

准确取 1 ml 纯苯，加入上述比色管中，振摇 3 min ，以萃取盐酸中的甲基汞，待分层后即可取上层苯液进行色谱测定。

E.4 色谱条件

- a. 固定液：国产 7% 丁二酸乙二醇聚酯或 7% PEG-20M。
- b. 担体：上试201酸洗红色担体(预涂 5% NaCl)或Chromosorb W 60~80目。
- c. 色谱柱： $1\text{ m} \times 4\text{ mm}$ 不锈钢柱或玻璃柱。

- d. 柱温: 165~170℃。
- e. 检测器温度: 175~180℃。
- f. 气化室温度: 210℃。
- g. 出口温度: 150℃。
- h. 载气: 高纯氮, 流速70ml/min。

E.5 结果计算

$$\text{甲基汞 } (\mu\text{g/g或}\mu\text{g/L}) = \frac{\text{标准甲基汞量 } (\mu\text{g}) \times \text{样品峰高 } (\text{mm}) \times \text{萃取液总体积 } (\text{ml})}{\text{标准峰高 } (\text{mm}) \times \text{进样体积 } (\text{ml}) \times \text{发样重量}(\text{g})\text{或尿样体积 } (\text{L})}$$

附录 F
尿中总汞含量的测定方法
(补充件)

F.1 原理

在碱性溶液中镉离子催化下,尿中各种形态的汞能迅速地被氯化亚锡还原为元素汞,用测汞仪测定其总汞含量。

F.2 仪器

测汞仪: F732或CH7601型,附带10~15ml翻泡瓶。

F.3 试剂

- a. 30%氢氧化钠溶液(优级纯)。
- b. 氯化亚锡-硫酸镉试剂:取氯化亚锡(分析纯)10g,加盐酸(优级纯)5ml,溶解后加去离子水至20ml,加入硫酸镉(分析纯)1.6g。临用前配制。
- c. 抗泡剂:磷酸三丁酯或灭泡剂(天津助剂厂)。
- d. 2%L-半胱氨酸溶液。
- e. 汞标准液:1ml含0.1 μg 汞(Hg^{2+})。

F.4 测定

吸取尿样5~10ml于翻泡瓶中,加30%氢氧化钠2ml,2%L-半胱氨酸0.25ml,抗泡剂1~2滴,氯化亚锡-硫酸镉试剂1ml,立即塞紧瓶塞,开动循环泵,读取最大吸收值。

F.5 标准曲线制作

取汞标准液(0~0.15 μgHg^{2+}),按上述测定方法,测定其吸收值,以汞标准液浓度为横坐标,吸收值为纵坐标,绘出标准曲线。

F.6 结果计算

$$\text{尿汞含量 } (\mu\text{g/L}) = \frac{\text{相当于标准液汞的微克数}}{\text{尿样量 (L)}}$$

附录 G
正确使用标准的说明
(参考件)

G.1 本标准的使用范围

凡长期大量食用被汞污染水体的鱼贝类食物者,可按本标准诊断及处理。

G.2 几点说明

G.2.1 慢性甲基汞中毒诊断,应由省级以上的专门诊断组织进行。

G.2.2 长期大量食用汞污染鱼

长期是指经常食用汞污染鱼达半年以上。大量是指平均每天食用汞污染鱼500g以上。汞污染鱼是指在汞污染水体中的鱼贝类汞含量超过我国食品卫生标准规定 $0.3\mu\text{g/g}$ 。

G.2.3 驱汞试验

用5%二巯基丙磺酸钠5ml一次肌肉注射后,收集24h尿量,测尿中总汞及甲基汞含量。

G.2.4 采发样部位及清洗方法

采取后发际贴头皮的头发。

发样清洗:将发样置于10%中性洗涤剂中浸泡10min,振摇洗涤后,再依次用自来水、去离子水漂洗,干燥后剪成1~3mm长备用。如果发样油脂较多,可将按上述方法清洗后的发样,浸泡于乙醚(或丙酮)中,搅拌10min后取出晾干备用。

附加说明:

本标准由中华人民共和国卫生部提出。

本标准由白求恩医科大学、哈尔滨医科大学负责起草。

本标准由卫生部委托白求恩医科大学、哈尔滨医科大学负责解释。