



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105021550 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201510411417. 1

G01N 1/34(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 07. 14

G01N 27/447(2006. 01)

(71) 申请人 上海拜豪生物科技有限公司

地址 200000 上海市浦东新区中国(上海)自由贸易试验区新金桥路 27 号 13 号楼 2 层

(72) 发明人 张积仁 阳帆 董欣敏 吴婧

蔡睿 孙遥 赵乙木

(74) 专利代理机构 广州市越秀区哲力专利商标

事务所(普通合伙) 44288

代理人 汤喜友

(51) Int. Cl.

G01N 21/31(2006. 01)

G01N 33/53(2006. 01)

G01N 27/62(2006. 01)

G01N 1/28(2006. 01)

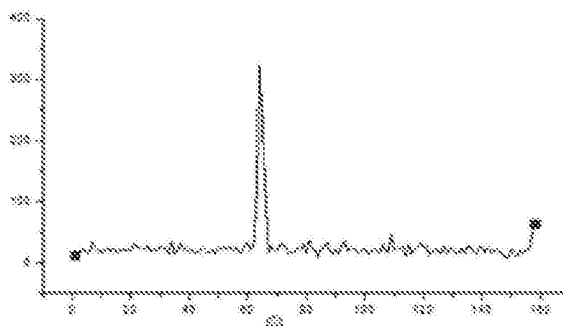
权利要求书2页 说明书18页 附图1页

(54) 发明名称

一种汞-高密度脂蛋白螯合物及其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明提供一种汞-高密度脂蛋白螯合物及其制备方法和应用,该汞-高密度脂蛋白螯合物是汞离子与高密度脂蛋白通过巯基或/和半胱氨酸残基螯合而成,可用于制备检测人体汞-高密度脂蛋白螯合物的试剂。本发明首次证实了汞离子可直接作用于高密度脂蛋白。本发明建立了汞-高密度脂蛋白螯合物的定性定量检测方法,以检测一个地区人群体内高密度脂蛋白的含量,从而间接反映一个地区汞污染程度以及对人群的健康影响。本发明建立的汞-高密度脂蛋白螯合物定量检测方法准确度高、复性好。



1. 一种汞-高密度脂蛋白螯合物,其特征在于,该汞-高密度脂蛋白螯合物是汞离子与高密度脂蛋白通过巯基或 / 和半胱氨酸残基螯合而成。

2. 制备如权利要求 1 所述的汞-高密度脂蛋白螯合物的方法,包括以下步骤:

A) 汞-高密度脂蛋白的合成:在提纯源于人体的高密度脂蛋白或按照生物学方法重组的高密度脂蛋白中加入汞离子进行螯合反应,得到反应溶液;

B) 汞-高密度脂蛋白螯合物纯化:采用免疫亲和层析法,去除步骤 A) 反应溶液中未反应的高密度脂蛋白、特异性抗体和汞离子,即得汞-高密度脂蛋白螯合物。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,

所述步骤 B) 中具体包括以下步骤:

(1) 溶解样品:将上述步骤 A) 的汞-高密度脂蛋白螯合物溶解于生理盐水中,得汞-高密度脂蛋白螯合物的溶液;

(2) 平衡层析柱:使用稀释缓冲液冲洗层析柱的管路,在层析柱中装入能与高密度脂蛋白特异性结合的填料,装柱后,继续使用稀释缓冲液平衡层析柱;

(3) 上样:待层析柱平衡后,用稀释缓冲液稀释步骤(1)的溶液,然后上柱,使高密度脂蛋白与填料特异性结合;

(4) 洗脱:使用稀释缓冲液冲洗层析柱至基线平衡,然后使用 0.05-0.10mol/L 的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液进行洗脱;

(5) 收集:收集步骤 4) 的洗脱液,收集完毕后立即使蛋白复原;

(6) 透析:将步骤(5)的洗脱液,装透析袋,用  $\text{ddH}_2\text{O}$  透析除盐,换水三次后,4℃透析过夜,收集样本;

(7) 平衡层析柱:采用新的层析柱,用稀释缓冲液冲洗管路,在该层析柱中装入能与汞特异性结合的填料,装柱后再用稀释缓冲液平衡层析柱;

(8) 上样:待层析柱平衡后,用稀释缓冲液稀释步骤(6)中样本,然后上柱;

(9) 洗脱:使用稀释缓冲液冲洗层析柱至基线平衡,然后使用 0.5-1.0mol/L 的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液进行洗脱;

(10) 收集:收集步骤 9) 的洗脱液,收集完毕后立即使蛋白复原;

(11) 透析:将步骤(10)的洗脱液,装透析袋,用  $\text{ddH}_2\text{O}$  透析除盐,换水三次后,4℃透析过夜,收集样本,即得汞-高密度脂蛋白螯合物。

4. 根据权利要求 2 所述的汞-高密度脂蛋白螯合物的制备方法,其特征在于,步骤 B) 后还包括步骤 C):对汞-高密度脂蛋白螯合物的鉴定;

其中,步骤 C) 中具体包括以下步骤:

(1) 制备胶床:以琼脂糖凝胶、聚丙烯酰胺凝胶中的一种作为介质制备胶床;

(2) 加样:取步骤 B) 中提取纯化得到的汞-高密度脂蛋白螯合物,加入上样缓冲液,并混匀,然后加样于样品槽中;

(3) 电泳:连接电泳板,进行电泳;

(4) 检测:在胶床上找出含汞的蛋白条带,将该蛋白条带取出,将蛋白条带溶解,然后再采用 ICP-MS 或 AAS 检测是否含有汞以及检测汞的含量。

5. 一种如权利要求 1 所述的汞-高密度脂蛋白螯合物在制备检测血样中汞-高密度脂蛋白螯合物的试剂或试剂盒中的应用。

6. 一种至少包括如权利要求 1 所述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作为标准品的试剂盒。

7. 根据权利要求 6 所述的试剂盒,其特征在於,还包括包被液,该包被液含有捕获高密度脂蛋白的蛋白或捕获金属汞的物质。

8. 一种定量检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物的方法,其特征在於,以已知含量的权利要求 1 所述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作为标准品,采用以下方法之一对样品进行检测:酶联免疫法、酶联免疫与原子吸收光谱结合法、酶联免疫与电感耦合等离子体质谱结合法、提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与酶联免疫结合法、提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与原子吸收光谱结合法、提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与电感耦合等离子体质谱结合法、电泳与酶联免疫或原子吸收光谱或电感耦合等离子体质谱结合法。

## 一种汞 - 高密度脂蛋白螯合物及其制备方法和应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及重金属离子的免疫学检测,具体涉及一种汞 - 高密度脂蛋白螯合物及其制备方法与应用。

### 背景技术

[0002] 脂蛋白 (lipoproteins) 是蛋白质与脂质结合所形成的一种脂质 - 蛋白质复合物,按密度分为高密度脂蛋白 (high density lipoprotein, 简称 HDL)、中间密度脂蛋白 (intermediate density lipoprotein, 简称 IDL)、低密度脂蛋白 (low density lipoprotein, 简称 LDL)、极低密度脂蛋白 (very low density lipoprotein, 简称 VLDL)、乳糜颗粒 (chylomicron, CM)。血液中大约百分之三十的胆固醇是通过高密度脂蛋白从组织细胞中运输到肝脏转化为胆汁酸或通过胆汁排出体外的。高密度脂蛋白由 50% 的蛋白、30% 的磷脂、25% 的胆固醇 (其中 70% 为胆固醇酯)、5% 的三酰甘油组成。

[0003] 高密度脂蛋白 (简称 HDL) 是血浆中主要脂蛋白之一,其密度最高,颗粒直径最小,蛋白和脂质含量大致均等的异质性脂蛋白。由 50% 的蛋白、30% 的磷脂、25% 的胆固醇 (其中 70% 为胆固醇酯)、5% 的三酰甘油组成。

[0004] HDL 是动脉粥样硬化发生和发展的主要脂类保护因素,其在血清蛋白中有很强的抑制动脉粥样硬化作用,是冠状动脉疾病的重要保护因子,与冠心病危险程度呈负相关。

[0005] 但是,研究表明高密度脂蛋白胆固醇的数量并不能与心血管疾病的保护程度成正比,因为其中已经发生结构改变的高密度脂蛋白仍然可以测量到但已经丧失正常功能甚至会加重动脉粥样硬化的进展。而高密度脂蛋白胆固醇的数量下降则可显著提示动脉粥样硬化的保护性减弱,因而检测定量血清中 HDL 对于冠心病具有重要意义,不仅可以用于早期识别动脉粥样硬化的危险性,而且可以作为脂类调节药物治疗过程的检测以及预后评价的指标之一。

[0006] 汞 (Mercury, Hg) 是一种无处不在的重金属,广泛应用于工业、农业、医药业,是一种非常重要的环境污染物。2011 年,美国毒物和疾病登记署 (United States Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ATSDR) 已将其列入物质优先列表内 (Substance Priority List),而世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 也早已将其列为 10 大最易引起健康问题的化学品之一。

[0007] 汞被认为是对人体及其有害的,会影响人体的多个组织、器官及系统,包括心血管系统、呼吸系统、神经系统、内分泌系统、消化系统、泌尿系统、免疫系统等,对人体危害极大。关于汞致机体损伤的机制及其复杂,是很多学者及专家的研究中心。目前普遍研究认为汞是一个具有其极强的巯基结合能力的金属,因此推测其与多种蛋白质之间关系密切。众所周知,蛋白质作为身体多种功能的执行者,与机体各组织、器官功能的稳定息息相关,而汞作为一种金属与机体内的多种蛋白质皆关系密切,相信汞与蛋白质之间的相互关系与汞致机体损伤息息相关,研究汞与蛋白质的关系将有助于我们了解汞致机体损伤的具体机制。

[0008] 汞是一种强有力的巯基结合剂,汞也表现出对氨基、磷酸基、羧基及羟基团巨大的亲和力。因此,汞可以广泛地结合多种蛋白质,并影响他们的功能,抑制他们的活性。随着对汞毒性研究的深入,人们逐渐认识到汞与蛋白的相互作用在其致毒过程中扮演着重要的角色,被认为是了解汞的毒性机理的关键所在,因此,对汞和蛋白质相互作用的研究就显得愈发重要。而现在关于汞与蛋白质作用的机理仅是冰山一角,还有很多蛋白质与汞之间的关系还不清楚,因而加强研究对于汞与蛋白质之间的关系至关重要。

## 发明内容

[0009] 针对汞污染严重的问题,本发明的目的在于提供一种汞-高密度脂蛋白螯合物及其制备方法,并建立汞-高密度脂蛋白螯合物的定性、定量检测方法,以便定量检测汞-高密度脂蛋白螯合物在评价一个地区汞污染程度的应用。通过定量检测一个地区人群血清中汞-高密度脂蛋白螯合物,可以间接反映这个地区人群受汞污染的情况,从而间接反映这个地区汞污染程度。

[0010] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种汞-高密度脂蛋白螯合物,该汞-高密度脂蛋白螯合物是汞离子与高密度脂蛋白通过巯基或/和半胱氨酸残基螯合而成。

[0011] 本发明还提供一种上述的汞-高密度脂蛋白螯合物的制备方法,即体外合成法,包括以下步骤:

[0012] A) 汞-高密度脂蛋白的合成:在提纯源于人体的高密度脂蛋白或按照生物学方法重组的高密度脂蛋白中加入汞离子进行螯合反应,得到反应溶液;

[0013] B) 汞-高密度脂蛋白螯合物纯化:采用免疫亲和层析法,去除步骤A)反应溶液中未反应的高密度脂蛋白、特异性抗体和汞离子,即得汞-高密度脂蛋白螯合物。

[0014] 作为优选,所述步骤B)中具体包括以下步骤:

[0015] (1) 溶解样品:将上述步骤A)的汞-高密度脂蛋白螯合物溶解于生理盐水中,得汞-高密度脂蛋白螯合物的溶液;

[0016] (2) 平衡层析柱:使用稀释缓冲液冲洗层析柱的管路,在层析柱中装入能与高密度脂蛋白特异性结合的填料,装柱后,继续使用稀释缓冲液平衡层析柱;

[0017] (3) 上样:待层析柱平衡后,用稀释缓冲液稀释步骤(1)的溶液,然后上柱,使高密度脂蛋白与填料特异性结合;

[0018] (4) 洗脱:使用稀释缓冲液冲洗层析柱至基线平衡,然后使用0.05-0.10mol/L的 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 溶液进行洗脱;

[0019] (5) 收集:收集步骤4)的洗脱液,收集完毕后立即使蛋白复原;

[0020] (6) 透析:将步骤(5)的洗脱液,装透析袋,用 $\text{ddH}_2\text{O}$ 透析除盐,换水三次后,4℃透析过夜,收集样本;

[0021] (7) 平衡层析柱:采用新的层析柱,用稀释缓冲液冲洗管路,在该层析柱中装入能与汞特异性结合的填料,装柱后再用稀释缓冲液平衡层析柱;

[0022] (8) 上样:待层析柱平衡后,用稀释缓冲液稀释步骤(6)中样本,然后上柱;

[0023] (9) 洗脱:使用稀释缓冲液冲洗层析柱至基线平衡,然后使用0.5-1.0mol/L的 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 溶液进行洗脱;

[0024] (10) 收集 :收集步骤 9) 的洗脱液,收集完毕后立即使蛋白复原 ;

[0025] (11) 透析 :将步骤 (10) 的洗脱液,装透析袋,用 ddH<sub>2</sub>O 透析除盐,换水三次后,4℃ 透析过夜,收集样本,即得汞 - 高密度脂蛋白螯合物。

[0026] 作为优选,上述汞 - 高密度脂蛋白螯合物的制备方法,还包括以下对汞 - 高密度脂蛋白螯合物的鉴定步骤,具体包括以下步骤 :

[0027] (1) 制备胶床 :以琼脂糖凝胶、聚丙烯酰胺凝胶中的一种作为介质制备胶床 ;

[0028] (2) 加样 :取步骤 B) 中提取纯化得到的汞 - 高密度脂蛋白螯合物,加入上样缓冲液,并混匀,然后加样于样品槽中 ;

[0029] (3) 电泳 :连接电泳板,进行电泳 ;

[0030] (4) 检测 :在胶床上找出含汞的蛋白条带,将该蛋白条带取出,将蛋白条带溶解,然后再采用 ICP-MS 或 AAS 检测是否含有汞以及检测汞的含量。

[0031] 本发明还提供一种如上述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物在制备检测人体内汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂或试剂盒中的应用。

[0032] 本发明还提供一种至少包括如上述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作为标准品的试剂盒。

[0033] 优选地,该试剂盒中还包括包被液,该包被液含有捕获高密度脂蛋白的蛋白或捕获金属汞的物质。

[0034] 本发明还提供一种定量检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物的方法,以已知含量的上述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作为标准品,采用以下方法之一对样品进行检测 :酶联免疫法、酶联免疫与原子吸收光谱结合法、酶联免疫与电感耦合等离子体质谱结合法、提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与酶联免疫结合法、提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与原子吸收光谱结合法、提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与电感耦合等离子体质谱结合法、电泳与酶联免疫或原子吸收光谱或电感耦合等离子体质谱结合法。

[0035] 相比现有技术,本发明的有益效果在于 :

[0036] 1. 本发明首次合成了汞 - 高密度脂蛋白螯合物 ;

[0037] 2. 本发明首次提出汞 - 高密度脂蛋白螯合物可用于制备检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂或试剂盒中的应用 ;

[0038] 3. 本发明实现了螯合型高密度脂蛋白的特异性识别和定量检测,以便定量检测人群血清中汞螯合型高密度脂蛋白的含量,以评价一个地区汞污染程度的应用,为工业地区的汞污染水平提供间接指标。本发明建立的汞 - 高密度脂蛋白螯合物定量检测方法的准确度高、重复性好。

## 附图说明

[0039] 图 1 为本发明所述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物的非变性电泳蛋白条带图 ;

[0040] 图 2 为本发明所述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物的电泳条带的同步辐射 X 线荧光分析图。

## 具体实施方式

[0041] 下面结合具体实施方式,对本发明做进一步描述 :

[0042] 本发明除特别说明外,涉及的实验操作步骤均为本领域常规的步骤;所用试剂、材料如未特殊说明,均视为可从市购方式购得;

[0043] 提取试剂为 PEG 溶液、硼酸盐缓冲液等(采用 PEG 法);

[0044] 捕获高密度脂蛋白的蛋白为抗高密度脂蛋白抗体,可通过市售获得,如艾博抗(上海)贸易有限公司出售的“Abcam ab157595”的 anti-HDL 抗体,以下实施方式中,所述与高密度脂蛋白特异性结合的物质、抗高密度脂蛋白抗体、抗 HDL 抗体均为捕获高密度脂蛋白的蛋白;

[0045] 酶标抗体为含有辣根过氧化物酶、碱性磷酸酶等酶标记的抗体中的一种;

[0046] 稀释缓冲液为 pH 9.6 的 0.05M 碳酸盐缓冲液,配制方法示例:取 1.5g 的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和 2.93g 的  $\text{NaHCO}_3$  溶解加 ddH<sub>2</sub>O 定容至 1000mL;

[0047] 洗涤缓冲液为 pH7.4 的 0.15M PBS 溶液,配制方法示例:取 0.2g 的  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 、2.90g 的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、8.0g 的 NaCl、0.2g 的 KCl、0.5mL Tween-20,溶解加 ddH<sub>2</sub>O 定容至 1000mL;

[0048] 封闭液为牛血清白蛋白溶液,配制方法示例:取 0.1g 牛血清白蛋白,加入洗涤缓冲液稀释定容至 100mL;

[0049] 终止液为 2M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,配制方法示例:取 178.3mL 的 ddH<sub>2</sub>O,加浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  定容至 200mL;

[0050] 底物为甲基联苯胺(TMB)溶液,配制方法示例:取 0.5mL 浓度为 2g/L 的甲基联苯胺乙醇溶液,加底物稀释液稀释至 10mL;

[0051] 底物缓冲液 pH 为 5.0,其中  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  的摩尔浓度为 0.2M、柠檬酸的摩尔浓度为 0.1M,配制方法示例:取 1.42g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 、0.96g 柠檬酸,然后加入 ddH<sub>2</sub>O 至 50mL,即得;

[0052] 洗脱液的配制方法示例:将木瓜蛋白酶用 pH 8.0,0.1mol/L Tris-HCl 缓冲液配制成 1-2mg/mL,再加入 1mmol/L 二硫苏糖醇(DTT)37℃ 孵育 30min,得洗脱液;

[0053] 上样缓冲液可由如下比例的组分配制而成:Tris-HCl :1% 溴酚蓝 :ddH<sub>2</sub>O :甘氨酸 = 15.5 :2.5 :7 :25,其中 Tris-HCl 的 pH 为 6.8、摩尔浓度为 1M;

[0054] 电泳缓冲液的配制方法如下:取 3.0g Tris、14.4g 甘氨酸、溶于 800mL ddH<sub>2</sub>O 中,调 pH 至 8.3 后,定容至 1L;

[0055] 捕获汞的物质为购买自巴傲得生物科技有限公司的货号为“AP7014”的鼠抗 Hg mAb,以下实施方式中所述的与汞特异性结合的物质、抗 Hg 抗体、二抗、抗汞抗体均为捕获得汞的物质;

[0056] 本发明提供一种汞-高密度脂蛋白螯合物,汞离子与高密度脂蛋白通过巯基或/和半胱氨酸残基螯合而成。

[0057] 具体地,汞-高密度脂蛋白螯合物是由汞通过结合锌指结构、巯基、半胱氨酸残基中的至少一种结构与高密度脂蛋白上的载脂蛋白 B 或胆固醇、甘油三酯等结合而形成的螯合物。

[0058] 本发明还提供汞-高密度脂蛋白螯合物的制备方法,包括以下步骤:

[0059] A) 汞-高密度脂蛋白的合成:在提纯源于人体的高密度脂蛋白或按照生物学方法重组的高密度脂蛋白中加入汞离子进行螯合反应,得到反应溶液;

[0060] B) 汞-高密度脂蛋白螯合物纯化:采用免疫亲和层析法,去除步骤 A) 反应溶液中未反应的高密度脂蛋白、特异性抗体和汞离子,即得汞-高密度脂蛋白螯合物,具体包括以下步骤:

[0061] (1) 溶解样品 :将上述步骤 A) 的汞 - 高密度脂蛋白螯合物溶解于生理盐水中, 得汞 - 高密度脂蛋白螯合物的溶液 ;

[0062] (2) 平衡层析柱 :使用稀释缓冲液冲洗层析柱的管路, 在层析柱中装入能与高密度脂蛋白特异性结合的填料, 装柱后, 继续使用稀释缓冲液平衡层析柱 ;

[0063] 所述能与高密度脂蛋白特异性结合的填料为吸附有可与高密度脂蛋白特异性结合物质的硅胶或树脂 ;

[0064] (3) 上样 :待层析柱平衡后, 用稀释缓冲液稀释步骤 (1) 的溶液, 然后上柱, 使高密度脂蛋白与填料特异性结合 ;

[0065] (4) 洗脱 :使用稀释缓冲液冲洗层析柱至基线平衡, 然后使用 0.05-0.10mol/L 的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液进行洗脱 ;

[0066] (5) 收集 :收集步骤 4) 的洗脱液, 收集完毕后立即使蛋白复原 ;

[0067] (6) 透析 :将步骤 (5) 的洗脱液, 装透析袋, 用  $\text{ddH}_2\text{O}$  透析除盐, 换水三次后,  $4^\circ\text{C}$  透析过夜, 收集样本 ;

[0068] (7) 平衡层析柱 :采用新的层析柱, 用稀释缓冲液冲洗管路, 在该层析柱中装入能与汞特异性结合的填料, 装柱后再用稀释缓冲液平衡层析柱 ;

[0069] 所述能与汞特异性结合的填料为吸附有可与汞特异性结合物质的硅胶或树脂 ;

[0070] (8) 上样 :待层析柱平衡后, 用稀释缓冲液稀释步骤 (6) 中样本, 然后上柱 ;

[0071] (9) 洗脱 :使用稀释缓冲液冲洗层析柱至基线平衡, 然后使用 0.5-1.0mol/L 的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液进行洗脱 ;

[0072] (10) 收集 :收集步骤 9) 的洗脱液, 收集完毕后立即使蛋白复原 ;

[0073] (11) 透析 :将步骤 (10) 的洗脱液, 装透析袋, 用  $\text{ddH}_2\text{O}$  透析除盐, 换水三次后,  $4^\circ\text{C}$  透析过夜, 收集样本, 即得汞 - 高密度脂蛋白螯合物。

[0074] C) :对汞 - 高密度脂蛋白螯合物的鉴定, 具体包括以下步骤 :

[0075] (1) 制备胶床 :以琼脂糖凝胶、聚丙烯酰胺凝胶中的一种作为介质制备胶床 ;

[0076] (2) 加样 :取步骤 B) 中提取纯化得到的汞 - 高密度脂蛋白螯合物, 加入上样缓冲液, 并混匀, 然后加样于样品槽中 ;

[0077] (3) 电泳 :连接电泳板, 进行电泳 ;

[0078] (4) 检测 :在胶床上找出含汞的蛋白条带, 将该蛋白条带取出, 将蛋白条带溶解, 然后再采用 ICP-MS 或 AAS 检测是否含有汞以及检测汞的含量。

[0079] 本发明还提供一种至少包括如上述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作为标准品的试剂盒。

[0080] 在本发明中, 能实现本发明目的的试剂盒可以列出以下几种, 但并不限于此。

[0081] 一种检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂盒, 包括 :含有可用于捕获高密度脂蛋白的包被液、封闭液、洗涤缓冲液、可捕获汞的物质作为二抗、酶标抗体、底物、终止液、稀释缓冲液、阳性对照、阴性对照等。

[0082] 一种检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂盒, 包括 :含有可用于捕获高密度脂蛋白的包被液、封闭液、洗涤缓冲液、洗脱液、阳性对照、阴性对照等。

[0083] 一种检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂盒, 包括 :含有可用于捕获高密度脂蛋白的包被液、封闭液、洗涤缓冲液、洗脱液、酸化剂、过氧化氢、标准品、阴性对照等。

[0084] 一种检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂盒,包括提取高密度脂蛋白所需提取试剂、复溶液、含有可用于捕获汞的物质的包被液、封闭液、洗涤缓冲液、酶标抗体、底物、终止液、稀释缓冲液、标准品、阴性对照等。

[0085] 一种检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂盒,包括提取全血中高密度脂蛋白所需提取试剂、复溶液、阳性对照、阴性对照等。

[0086] 一种检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂盒,包括提取全血中高密度脂蛋白所需提取试剂、复溶液、酸化剂、过氧化氢、阳性对照、阴性对照等。

[0087] 一种检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂盒,包括提取全血中高密度脂蛋白所需提取试剂、胶床介质、复溶液、加样缓冲液、溶解胶床上含汞的蛋白条带所需液体、含有可用于捕获汞的物质的包被液、封闭液、洗涤缓冲液、酶标抗体、底物、终止液、阳性对照、阴性对照等。

[0088] 一种检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂盒,包括提取高密度脂蛋白所需提取试剂、胶床介质、复溶液、加样缓冲液、溶解胶床上含汞的蛋白条带所需液体、阳性对照、阴性对照等。

[0089] 一种检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物的试剂盒,包括作为提取高密度脂蛋白所需提取试剂、胶床介质、复溶液、加样缓冲液、溶解胶床上含汞的蛋白条带所需液体、硝酸、过氧化氢、阳性对照、阴性对照等。

[0090] 上述几种试剂盒中,所述阳性对照为标准品,即螯合有重金属汞的高密度脂蛋白螯合物或螯合有重金属汞的 BSA 螯合物;所述阴性对照为稀释缓冲液。

[0091] 上述试剂盒用于检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物,以提高检测的准确性和重复性,并使之在临床中得到推广。

[0092] 本发明还提供一种定量检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物的方法,以已知含量的上述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作为标准品,采用以下方法之一对样品进行检测:酶联免疫法、酶联免疫与原子吸收光谱结合法、酶联免疫与电感耦合等离子体质谱结合法、提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与酶联免疫结合法、提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与原子吸收光谱结合法、提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与电感耦合等离子体质谱结合法、电泳与酶联免疫或原子吸收光谱或电感耦合等离子体质谱结合法。在本发明中,用检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物的方法可以列出的有以下几种,但并不限于以下几种。

[0093] 方法一:酶联免疫法(ELISA法)检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物,按照如下步骤检测:

[0094] 1) 包被:用稀释缓冲液将可以捕获高密度脂蛋白的蛋白稀释至 2000-16000 倍,加入 ELISA 板微孔中,4℃过夜 16-18 小时,或 37℃水浴 1-3 小时,储存冰箱;

[0095] 2) 封闭:移去稀释缓冲液,并用洗涤缓冲液进行洗涤,待洗涤完成后,加入封闭液,37℃放置 1 小时,移去封闭液,并用洗涤缓冲液进行洗涤,洗涤完成后,ELISA 板于 37℃放置 1 小时;

[0096] 3) 加待测样本,并且温育:从循环系统取样,作待测样本;以已知含量的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作标准品;用稀释缓冲液稀释待测样本和标准品均稀释至 10-40 倍,加入微孔中,37℃作用 1-2 小时;

[0097] 4) 加入可以捕获汞的物质,并且温育:移去待测样本,并用洗涤缓冲液进行洗涤,

待洗涤完成后,加入用稀释缓冲液稀释 2500-20000 倍的抗汞抗体,37℃作用 1-2 小时,使抗汞抗体与高密度脂蛋白上的金属汞反应;

[0098] 5) 酶结合物温育:移去抗汞抗体,洗涤,加入用稀释缓冲液稀释的 HRP 酶标抗体,37℃作用 1-2 小时,使其与酶标抗体反应;

[0099] 6) 底物温育:移去酶标抗体,并用洗涤缓冲液进行洗涤,待洗涤完成后,加入底物,37℃避光作用 30 分钟;

[0100] 7) 终止反应:滴加终止液至每一微孔;

[0101] 8) 取波长 450nm,加完终止液后,将 ELISA 板置于酶标仪上分别读取待测样本组和标准品的 OD 值,绘制标准曲线,通过与标准品组比较,求得待测样本的含量。

[0102] 本方法中,步骤 8) 也可不使用酶标仪,直接通过显色情况进行定性检测。

[0103] 该方法利用 ELISA 原理,可以将全血中的特异性高密度脂蛋白提取出来,提取出来的高密度脂蛋白上部分整合有重金属汞,而这部分高密度脂蛋白上的汞可以被抗汞的特异性抗体所捕获,之后可以再被辣根过氧化物酶、碱性磷酸酶等酶标记的抗体所捕获(该抗体不识别包被蛋白),捕获上的抗体在显色剂及终止液的作用下,可以在仪器下读出 OD 值,而不含有整合金属汞的高密度脂蛋白,则不会被抗汞的特异性抗体所捕获,也不会与辣根过氧化物酶、碱性磷酸酶等酶标记的抗体所捕获,而所用试剂中也不含有金属汞(阴性对照组结果为阴性),因而当所读取的 OD 值结果显示为阳性时,即可证明检测出高密度脂蛋白上整合的金属汞。

[0104] 方法二:酶联免疫与原子吸收光谱结合法(ELISA 法+AAS 法)检测汞-高密度脂蛋白螯合物按照如下步骤检测:

[0105] 1) 包被:将能够捕获高密度脂蛋白的蛋白,如抗高密度脂蛋白抗体(抗高密度脂蛋白抗体)包被于固相载体上,用稀释缓冲液稀释至 2000-16000 倍,加入 ELISA 板微孔中,4℃过夜 16-18 小时,或 37℃水浴 1-3 小时,储存冰箱;

[0106] 2) 封闭:移去稀释缓冲液,并用洗涤缓冲液进行洗涤,待洗涤完成后,加入封闭液,37℃放置 1 小时,移去封闭液,并用相应洗涤缓冲液进行洗涤,洗涤完成后,ELISA 板于 37℃放置 1 小时;

[0107] 3) 加待测样本,并且温育:从循环系统中取样,作待测样本;以已知含量的汞-高密度脂蛋白螯合物作标准品;用稀释缓冲液稀释至 10-40 倍,加入微孔中,37℃作用 1-2 小时;

[0108] 4) 洗脱:移去待测样本,洗涤,加入洗脱液,在 37℃下洗脱 1-3 小时;

[0109] 5) 检测:从 ELISA 微孔中取样,于原子吸收光谱仪检测整合于高密度脂蛋白上的汞,读出相应数值;

[0110] 该实施例利用 ELISA 原理对高密度脂蛋白进行捕获,并结合原子吸收光谱(AAS)仪检测整合于高密度脂蛋白上的汞;由于溶液中仅含有高密度脂蛋白,且所用试剂中不含任何重金属(阴性对照组结果为阴性),不会对结果造成干扰,因而当所读取的结果显示为阳性时,即可证明检测出高密度脂蛋白上整合的金属汞。

[0111] 方法三:酶联免疫与电感耦合等离子体质谱结合法(ELISA 法+ICP-MS 法)检测汞-高密度脂蛋白螯合物按照如下步骤检测:

[0112] 1) 包被:将能够捕获高密度脂蛋白的蛋白,如抗高密度脂蛋白抗体包被于固相载

体上,用稀释缓冲液稀释至 2000-16000 倍,加入 ELISA 板微孔中,4℃过夜 16-18 小时,或 37℃水浴 1-3 小时,储存冰箱;

[0113] 2) 封闭:移去稀释缓冲液,并用洗涤缓冲液进行洗涤,待洗涤完成后,加入封闭液,37℃放置 1 小时,移去封闭液,并用洗涤缓冲液进行洗涤,洗涤完成后,ELISA 板于 37℃放置 1 小时;

[0114] 3) 加待测样本,并且温育:从循环系统取全血,作待测样本;以已知含量的汞-高密度脂蛋白螯合物作标准品;用稀释缓冲液稀释至 10-40 倍,加入微孔中,37℃作用 1-2 小时;

[0115] 4) 洗脱:移去待测样本,并用相应洗涤缓冲液进行洗涤,待洗涤完成后,加入洗脱液,在 37℃下洗脱 1-3 小时;

[0116] 5) 酸化:在步骤 4) 中的溶液中加入酸化剂对溶液进行酸化,封口过夜,彻底酸化;

[0117] 6) 检测:加入过氧化氢,并且加热赶酸,并从 ELISA 试剂板中洗脱的溶液中取 0.5mL 液体,于电感耦合等离子体质谱仪下检测整合于高密度脂蛋白的汞,读出相应数值。

[0118] 该方法在利用 ELISA 原理的基础上,结合感耦合等离子体质谱 (ICP-MS) 原理,用电感耦合等离子体质谱仪检测整合于高密度脂蛋白上的汞;即先采用 ELISA 原理将汞-高密度脂蛋白螯合物提取出来,再采用感耦合等离子体质谱仪对整合于高密度脂蛋白上的汞进行定量检测;由于溶液中仅含有高密度脂蛋白,且所用试剂中不含任何重金属(阴性对照组结果为阴性),不会对结果造成干扰,因而当所读取的结果显示为阳性时,即可证明检测出高密度脂蛋白上整合的金属汞。

[0119] 方法四:提纯汞-高密度脂蛋白螯合物与酶联免疫结合法(提纯法+ELISA 法)检测汞-高密度脂蛋白螯合物,按照如下步骤检测:

[0120] 1) 从全血中提取非特异性高密度脂蛋白:采用超速离心法、高压液相层析法、凝胶过滤层析法、凝胶电泳法等方法,从全血中提取高密度脂蛋白,并将提取出的高密度脂蛋白复溶,得高密度脂蛋白的溶液;

[0121] 2) 包被:将抗汞抗体包被于固相载体上,用稀释缓冲液稀释抗汞抗体至 2500-20000 倍,加入 ELISA 板微孔中,4℃过夜 16-18 小时,或 37℃水浴 1-3 小时,储存冰箱;

[0122] 3) 封闭:移去稀释缓冲液,并用洗涤缓冲液进行洗涤,待洗涤完成后,加入封闭液,37℃放置 1 小时,移去封闭液,并用洗涤缓冲液进行洗涤,洗涤完成后,ELISA 板于 37℃放置 1 小时;

[0123] 4) 加待测样本,并且温育:从步骤 1) 的溶液中取样,作待测样本;以已知含量的汞-高密度脂蛋白螯合物作标准品;用稀释缓冲液稀释至 10-40 倍,加入微孔中,37℃作用 1-2 小时;

[0124] 5) 酶结合物温育:移去待测样品,并用洗涤缓冲液进行洗涤,待洗涤完成后,加入用稀释缓冲液稀释的酶标抗体,37℃作用 1-2 小时,使其与酶标抗体反应;

[0125] 6) 底物温育:移去酶标抗体,并用相应洗涤缓冲液进行洗涤,待洗涤完成后,加入底物,37℃避光作用 30 分钟;

[0126] 7) 终止反应:滴加终止液至每一微孔;

[0127] 8) 取波长 450nm, 加完终止液后, 在酶标仪上分别读取待测样本组和标准品的 OD 值, 绘制标准曲线, 求得待测样本的含量。

[0128] 本方法中, 也可不使用酶标仪, 直接通过显色情况进行定性检测。

[0129] 方法五: 提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与原子吸收光谱结合法 (提纯法 + AAS 法) 检测血样中汞 - 高密度脂蛋白螯合物, 按照如下步骤检测:

[0130] 1) 从全血中提取非特异性高密度脂蛋白: 采用超速离心法、高压液相层析法、凝胶过滤层析法、凝胶电泳法等方法, 从全血中提取高密度脂蛋白, 并将提取出的高密度脂蛋白复溶, 得高密度脂蛋白的溶液;

[0131] 2) 检测: 从步骤 1) 的溶液中取样, 于原子吸收光谱仪检测螯合于高密度脂蛋白上的汞, 读出相应数值。

[0132] 方法六: 提纯汞 - 高密度脂蛋白螯合物与电感耦合等离子体质谱结合法 (提纯法 + ICP-MS 法) 检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物, 按照如下步骤检测:

[0133] 1) 从全血中提取非特异性高密度脂蛋白: 采用超速离心法、高压液相层析法、凝胶过滤层析法、凝胶电泳法等方法, 从全血中提取高密度脂蛋白, 并将提取出的高密度脂蛋白复溶, 得高密度脂蛋白的溶液;

[0134] 2) 酸化: 从步骤 1) 的溶液中取样, 在溶液中加入硝酸对溶液进行酸化, 封口过夜, 彻底酸化;

[0135] 3) 检测: 加入过氧化氢, 并且加热赶酸后取 0.5mL 溶液, 于电感耦合等离子体质谱仪下检测螯合于高密度脂蛋白上的汞, 读出相应数值。

[0136] 方法四、方法五和方法六均是分离出高密度脂蛋白, 再采用特异性检测方法, 测定高密度脂蛋白中汞 - 高密度脂蛋白螯合物上汞的含量; 即先采用物理分离手段, 如超速离心法、高压液相层析法、凝胶过滤层析法等, 将高密度脂蛋白从待测血浆样本中分离出来并复溶于生理盐水中, 再利用 ELISA 原理、原子吸收光谱检测或进行检测电感耦合等离子体质谱法检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物上的汞含量。

[0137] 方法七: 电泳法 + ELISA/AAS/ICP-MS 法检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物, 具体如下:

[0138] 1) 从全血中提取非特异性高密度脂蛋白: 采用超速离心法、高压液相层析法、凝胶过滤层析法、凝胶电泳法等方法, 从全血中提取高密度脂蛋白, 将提取出来的高密度脂蛋白复溶于生理盐水中, 得高密度脂蛋白的溶液;

[0139] 2) 制备胶床: 根据需求选择合适的介质 (如琼脂糖凝胶、聚丙烯酰胺凝胶等), 按照相应要求制备好相应胶床;

[0140] 3) 加样: 从步骤 1) 的溶液中取 8  $\mu$ L, 以已知含量的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作标准品, 加入 2  $\mu$ L 上样缓冲液, 并混匀, 然后加样于样品槽中;

[0141] 4) 电泳: 连接电泳板, 加电泳缓冲液, 进行电泳, 并根据需求将蛋白按照分子量、等电点等参数的不同进行分离;

[0142] 5) 检测: 在胶床上找出含汞的蛋白条带, 将该条带取出, 将该蛋白条带溶解, 然后再分别利用 ELISA 或 ICP-MS 或 AAS 等原理检测汞含量。

[0143] 此外, 还可以利用此方法检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物的等电点、分子量及含量等。

[0144] 在方法七中, 将高密度脂蛋白提取出来, 再采用凝胶电泳法对所提取的高密度脂

蛋白进行分离,再找出富含汞的相应条带,再检测相关高密度脂蛋白的含量;即高密度脂蛋白可以用多种方法提纯出来(例如超速离心法、高压液相层析法、凝胶过滤层析法、凝胶电泳法,ELISA方法等),将提纯出来的高密度脂蛋白复溶于溶液中,取一定量的高密度脂蛋白,利用电荷移动原理,进行电泳(electrophoresis,EP),在凝胶板(可根据需要采用不同介质)上可根据分子量、等电点等不同跑出不同的条带,寻找出富含汞的相应条带,将凝胶中的蛋白质复溶于溶液中,即可以在特定波长下检测相关高密度脂蛋白的含量,也可以利用ELISA、AAS、ICP-MS等原理检测出整合于高密度脂蛋白上的汞含量,由于溶液中仅含有高密度脂蛋白,且所用试剂中不含任何重金属(阴性对照组结果为阴性),不会对结果造成干扰,因而当所读取的结果显示为阳性时,即可证明检测出高密度脂蛋白上整合的金属汞。

[0145] **实施例1**:合成法合成汞-高密度脂蛋白螯合物,即包括以下步骤:

[0146] 本实施例所制备的汞-高密度脂蛋白螯合物,通过凝胶电泳进一步分离,并通过电感耦合等离子体质谱或原子吸收光谱进行检测定性鉴定。

[0147] 制备汞-高密度脂蛋白螯合物的方法,包括以下步骤:

[0148] 1) 硼酸盐缓冲液,其摩尔浓度为0.01M,其制备方法示例如下:称取0.31g硼酸溶于400mLddH<sub>2</sub>O中,用0.1M的NaOH调节pH至9.0,定容至500mL。

[0149] 2) EDTA-NaHCO<sub>3</sub>溶液,其制备方法如下:取1.86g EDTA·2H<sub>2</sub>O和16.8g NaHCO<sub>3</sub>,溶于900mLddH<sub>2</sub>O中,用1.0M NaOH调整pH至8.0定容至1000mL,高压灭菌,室温保存;

[0150] 3) ITCBE 购买自日本同仁化学研究所,货号M030;

[0151] 4) 高密度脂蛋白溶液:称取4.0mg高密度脂蛋白溶于4.0mL0.01M pH9.0硼酸盐缓冲液中,充分振荡溶解,配制成1.0mg/mL的高密度脂蛋白溶液;

[0152] 5) 透析袋的截留分子量14000,购买自Bioshop Inc;

[0153] 透析袋的预处理:将透析袋放入500mL的EDTA-NaHCO<sub>3</sub>溶液中,煮沸10min;倾弃EDTA-NaHCO<sub>3</sub>溶液,用ddH<sub>2</sub>O轻轻漂洗,再用500mL5mmol/L EDTA煮沸10min;弃掉煮沸液,彻底用ddH<sub>2</sub>O清洗,加入大量的ddH<sub>2</sub>O浸泡透析袋4℃过夜。使用时,戴上手套,取出透析袋,用大量的ddH<sub>2</sub>O彻底冲洗其内外表面;

[0154] A) 汞-高密度脂蛋白螯合物的合成:在提纯源于人体的高密度脂蛋白或按照生物学方法重组的高密度脂蛋白中加入汞离子进行螯合反应,得到反应溶液,具体操作步骤如下;

[0155] 1) 取2.0mg ITCBE溶于2mLDMSO中;

[0156] 2) 缓慢将步骤1制备的液体加入高密度脂蛋白溶液中,边滴加边震荡,于25℃,100r/min的摇床中作用24h,然后用透析袋透析24h,除去未与高密度脂蛋白结合的ITCBE;

[0157] 3) 将透析所得的液体用1mol/L HCl调节pH值至7.0,然后缓慢逐渐滴加80μl 1mmol/L汞离子溶液,边滴加边振荡,以免汞离子使蛋白变性沉淀;

[0158] 4) 将加好的溶液在25℃,100r/min的摇床中反应2h,用处理好的透析袋进行透析24h;

[0159] 5) 将透析好的液体于-20℃分装保存,得到汞-高密度脂蛋白螯合物的反应溶液。

[0160] B) 汞-高密度脂蛋白螯合物纯化:采用免疫亲和层析法,去除步骤A)反应溶液中未反应的高密度脂蛋白、特异性抗体和汞离子,即得汞-高密度脂蛋白螯合物,具体包括以

下步骤：

[0161] (1) 溶解样品：将上述步骤 A) 的汞 - 高密度脂蛋白螯合物溶解于生理盐水中，得汞 - 高密度脂蛋白螯合物的溶液；

[0162] (2) 平衡层析柱：使用稀释缓冲液冲洗层析柱的管路，在层析柱中装入能与高密度脂蛋白特异性结合的填料，装柱后，继续使用稀释缓冲液平衡层析柱；

[0163] (3) 上样：待层析柱平衡后，用稀释缓冲液稀释步骤 (1) 的溶液，然后上柱，使高密度脂蛋白与填料特异性结合；

[0164] (4) 洗脱：使用稀释缓冲液冲洗层析柱至基线平衡，然后使用 0.05-0.10mol/L 的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液进行洗脱；

[0165] (5) 收集：收集步骤 4) 的洗脱液，收集完毕后立即使蛋白复原；

[0166] (6) 透析：将步骤 (5) 的洗脱液，装透析袋，用  $\text{ddH}_2\text{O}$  透析除盐，换水三次后，4℃ 透析过夜，收集样本；

[0167] (7) 平衡层析柱：采用新的层析柱，用稀释缓冲液冲洗管路，在该层析柱中装入能与汞特异性结合的填料，装柱后再用稀释缓冲液平衡层析柱；

[0168] (8) 上样：待层析柱平衡后，用稀释缓冲液稀释步骤 (6) 中样本，然后上柱；

[0169] (9) 洗脱：使用稀释缓冲液冲洗层析柱至基线平衡，然后使用 0.5-1.0mol/L 的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液进行洗脱；

[0170] (10) 收集：收集步骤 9) 的洗脱液，收集完毕后立即使蛋白复原；

[0171] (11) 透析：将步骤 (10) 的洗脱液，装透析袋，用  $\text{ddH}_2\text{O}$  透析除盐，换水三次后，4℃ 透析过夜，收集样本，即得汞 - 高密度脂蛋白螯合物。

[0172] C) 对汞 - 高密度脂蛋白螯合物的鉴定，具体步骤如下：

[0173] (1) 制备胶床：以琼脂糖凝胶作为介质制备胶床；

[0174] (2) 加样：取步骤 B) 中提取纯化得到的汞 - 高密度脂蛋白螯合物，复溶于生理盐水中，得汞 - 高密度脂蛋白螯合物的溶液，取 8  $\mu\text{L}$  上述溶液，加入 2  $\mu\text{L}$  上样缓冲液，并混匀，然后加样于样品槽中；

[0175] (3) 电泳：连接电泳板，加电泳缓冲液进行电泳；电泳过程中，电流为 22mA 恒流，环境温度为 4 度；至溴酚蓝移至胶底部时停止电泳，图 1 为本发明所述汞 - 高密度脂蛋白螯合物的非变性电泳条带图，M 泳道为变性 Marker，HDL 泳道为高密度脂蛋白；

[0176] (4) 检测：在胶床上找出含汞的蛋白条带，将该蛋白条带取出，将蛋白条带溶解，然后再采用 ICP-MS 或 AAS 检测是否含有汞以及检测汞的含量。

[0177] D) 鉴定结果

[0178] 1) AAS 检测结果

[0179] 取步骤 C) 分离出的蛋白条带溶液，以石墨炉原子吸收光谱法 (AAS) 初步测定高密度脂蛋白中重金属汞的含量，如下表所示，以 NaCl 溶液、KBr 溶液、KCl 溶液为空白对照；

[0180] 表 1 高密度脂蛋白中汞的含量

[0181]

样本名	Hg ( $\mu\text{g/L}$ )
待测样本	0.149

NaCl	0.000
KBr	0.055
KCl	0.031

[0182] 2) 同步辐射 X 荧光分析

[0183] 蛋白条带内微量元素含量的 SRXRF 分析在北京正负电子对撞机 (BEPC) 的 4W1" 同步辐射束线上完成。储存环中电子束流能量为 2.2GeV, 束流强度 100mA。样品移动台 (TSA200 型, 北京卓立汉光公司) 可在计算机控制的步进马达驱动下沿 X、Y 二维方向上移动以改变入射光斑位置, 移动步长为 0.0025mm。从样品发射出的 X 射线由 Si (Li) 探测器 (PGT Inc. LS30143-DS) 探测, 探头与入射 SR 线共平面且相互垂直, 距样品照射点 20mm, 信号用 PGT 多道分析仪 (MCA 4000) 获取输出。用 11.5keV 的单色同步辐射光激发样品, 调节入射光斑 (1mmx 3mm) 位置使之处于条带一端, 在 300s 的测定时间内, 光斑一直沿条带均匀缓慢移动, 计数结束时光斑移到该条带另一端。沿电泳方向每 1mm 取一个谱。采用 AX IL 软件处理数据, 并用来源于空气且含量恒定的 Ar 信号峰对其它元素峰进行归一处理, 以抵消束流强度变化对信号强弱产生的影响。在相同的条件下以同样的方式测量定量标准干胶膜的荧光谱。

[0184] 图 2 为本发明所述的汞 - 高密度脂蛋白螯合物的电泳条带的同步辐射 X 线荧光分析图, 图中横坐标为蛋白条带位置, 纵坐标为该条带汞金属能量 (含量) 值。

[0185] 检测条件的确定

[0186] 1. 抗高密度脂蛋白抗体、抗 Hg 抗体最佳工作浓度以及血浆的最佳稀释倍数的确定。

[0187] 酶联免疫法检测汞 - 高密度脂蛋白螯合物的方法, 具体包括以下步骤:

[0188] 1) 包被: 将抗高密度脂蛋白抗体蛋白包被于固相载体上, 分别用稀释缓冲液将包被蛋白以 1:2000、1:4000、1:8000、和 1:16000 的倍比稀释, 加入 ELISA 板微孔中, 每个浓度包被三排, 4℃ 保存 18 小时;

[0189] 2) 封闭: 移去稀释缓冲液, 洗涤, 加入封闭液, 37℃ 放置 1 小时, 移去封闭液, 洗涤;

[0190] 3) 加待测样本: 用稀释缓冲液将待测血浆样本按 1:10、1:20、1:40 的倍比稀释, 加入微孔中, 以已知含量的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作标准品, 设置阴性对照和空白对照, 加入微孔中, 37℃ 作用 1 小时;

[0191] 4) 加二抗: 移去待测血浆样本, 洗涤, 加入用稀释缓冲液按 1:2500、1:5000、1:10000、1:20000 的倍比稀释的抗 Hg 抗体, 37℃ 作用 1 小时, 使其与高密度脂蛋白上的金属汞反应;

[0192] 5) 加酶标: 移去抗 Hg 抗体, 洗涤, 加入用稀释缓冲液稀释至抗体浓度为 2 μg/mL 的 HRP 酶标抗体, 37℃ 作用 1 小时, 使其与抗 Hg 抗体反应;

[0193] 6) 底物温育: 移去酶标抗体, 洗涤, 加入底物, 37℃ 避光作用 30min, 加入终止液;

[0194] 7) 检测: 于 450nm 波长下在酶标仪上分别读取标准品、待测血浆、阳性对照、阴性对照和空白对照样本的 OD 值。

[0195] 本实施例中,采用本发明提供的汞-高密度脂蛋白螯合物标准品作为阳性对照,分别以不加待测血浆作为阴性对照 1,即依次加入了抗高密度脂蛋白抗体、封闭液、抗 Hg 抗体、酶标和底物;

[0196] 以不加抗 Hg 抗体的对照试验组作为阴性对照 2,即依次加入了抗高密度脂蛋白抗体、封闭液、待测血浆、酶标和底物;

[0197] 以不加酶标的对照试验组作为阴性对照 3,即依次加入了抗高密度脂蛋白抗体、封闭液、待测血浆、抗 Hg 抗体和底物;

[0198] 以同时不加待测样本和抗 Hg 抗体的对照试验组作为阴性对照 4,即依次加入了抗高密度脂蛋白抗体、封闭液、酶标和底物;

[0199] 以不加抗高密度脂蛋白抗体作的对照试验组为空白对照 1,即加入了封闭液、待测血浆、抗 Hg 抗体、酶标和底物;

[0200] 以及以只加底物的对照试验组为空白对照 2,以只加 PBS 的对照试验组为空白对照 3。

[0201] 表 2 为不同抗高密度脂蛋白抗体稀释倍比、血浆稀释倍比、抗 Hg 抗体稀释倍比的样本 OD 值数据,

[0202] 表 2 不同抗高密度脂蛋白抗体、抗 Hg 抗体以及血浆稀释倍比下的检测结果

[0203]

		抗高密度脂蛋白抗体			
		1:2000	1:4000	1:8000	1:16000
抗 Hg 抗体 1:2500	血浆 1:10	0.602	0.717	0.701	0.641
	血浆 1:20	0.661	0.725	0.719	0.651
	血浆 1:40	0.591	0.699	0.675	0.592
抗 Hg 抗体 1:5000	血浆 1:10	0.587	0.701	0.695	0.537
	血浆 1:20	0.547	0.729	0.731	0.539
	血浆 1:40	0.459	0.658	0.609	0.466
抗 Hg 抗体 1:10000	血浆 1:10	0.433	0.685	0.628	0.414
	血浆 1:20	0.402	0.605	0.611	0.463
	血浆 1:40	0.386	0.586	0.528	0.369
抗 Hg 抗体 1:20000	血浆 1:10	0.365	0.513	0.578	0.386
	血浆 1:20	0.374	0.564	0.534	0.351
	血浆 1:40	0.316	0.474	0.443	0.302

[0204] 从表 2 可知,抗高密度脂蛋白抗体的稀释倍比为 1:8000 时,样本 OD 值大于平行条件下的其它抗高密度脂蛋白抗体的稀释倍比;该组样本中,血浆稀释倍比为 1:20 时,抗 Hg 抗体稀释倍比为 1:5000 时,OD 值最大,为 0.731。

[0205] 表 3 为抗高密度脂蛋白抗体的稀释倍比为 1:8000、血浆稀释倍比为 1:20、抗 Hg 抗体稀释倍比为 1:5000 时相对应的阳性对照、阴性对照和空白对照的 OD 检测值,

[0206] 表 3 阳性对照、阴性对照及空白对照的检测结果

[0207]

阳性对照	阴性对照				空白对照		
	阴性 对照 1	阴性 对照 2	阴性 对照 3	阴性 对照 4	空白 对照 1	空白 对照 2	空白 对照 3
0.976	0.088	0.066	0.043	0.034	0.025	0.023	0.066

[0208]

[0209] 从表 3 可知, 阴性对照组 OD 检测值小于 0.1, 说明该优化条件下, 本方法的系统误差性小, 满足分析方法要求, 所以选此值所对应的浓度作为最佳工作浓度。

[0210] 2. ELISA 洗脱液最佳工作浓度及洗脱时间确定

[0211] 为寻求最适宜的洗脱条件, 通过酶联免疫法在抗 Hg 抗体与酶标抗体温育后, 以不同浓度的洗脱液进行洗脱, 再通过酶标仪检测 OD 值, 具体步骤如下:

[0212] (1) 包被: 将抗 Hg 抗体包被于固相载体上, 用稀释缓冲液按 1:5000 的倍比稀释, 加入 ELISA 板微孔中, 4℃ 保存 16 小时;

[0213] (2) 封闭: 移去稀释缓冲液, 洗涤后, 加封闭液, 37℃ 放置 1 小时, 移去封闭液, 并洗涤;

[0214] (3) 加酶标抗体: 移去封闭液, 洗涤后, 加入用稀释缓冲液稀释至 2 μg/mL 的 HRP 酶标抗体, 37℃ 作用 2 小时, 使其与抗 Hg 抗体反应;

[0215] (4) 洗脱: 移去酶标抗体, 用稀释缓冲液稀释洗脱液, 使洗脱液中木瓜蛋白酶的浓度: 酶标抗体中抗体的浓度 = 1:5、1:10、1:20、1:40、1:80, 将洗脱液加至微孔中, 每个浓度作 3 个复孔, 分别放置于 37℃ 下作用 1h、2h、3h; 移去洗脱液, 洗涤, 待洗涤完成后, 加入底物, 37℃ 避光作用 30 分钟, 加终止液终止反应;

[0216] (5) 于 450nm 的检测波长下在酶标仪上分别读取每个微孔的 OD 值, 具体结果参见表 4,

[0217] 表 4 不同洗脱液稀释倍数下的检测结果

[0218]

	洗脱液 1:5	洗脱液 1:10	洗脱液 1:20	洗脱液 1:40	洗脱液 1:80
1h	0.281	0.168	0.081	0.114	0.469
2h	0.250	0.115	0.050	0.183	0.438
3h	0.225	0.106	0.100	0.196	0.441

[0219] 通过比较 OD 值, 以判断 ELISA 孔壁上结合的抗 Hg 抗体 - 酶标抗体复合物洗脱程度, 当 OD 值最低时, 抗 Hg 抗体 - 酶标抗体复合物洗脱程度达到最大。如表 4 所示, 当洗脱液中木瓜蛋白酶的浓度: 酶标抗体中抗体的浓度的倍比为 1:20, OD 值低于其它试验组, 洗脱程度最大。而作用时间为 1h、2h、3h 时, 各组 OD 值变化不大, 可见随着时间的延长, 酶活力逐渐减弱, 在酶浓度不变的情况下, 延长消化时间并不能提高消化率, 所以本实验中洗脱液的作用时间为 1-3h 皆可, 综上所述, 我们选择洗脱液 1:20 作为最适工作浓度, 1-3h 作为

最适洗脱时间。

[0220] 应用实施例

[0221] 应用实施例 1

[0222] 采用酶联免疫法 (ELISA 法) 检测 100 份标本血浆中的汞 - 高密度脂蛋白螯合物, 即采用具体实施例方法一记载的方法检测, 具体操作步骤如下:

[0223] 1) 包被: 将抗高密度脂蛋白抗体包被于固相载体上, 用稀释缓冲液稀释至 8000 倍, 加入 ELISA 板微孔中, 37℃ 保存 1 小时后于冰箱中 4℃ 储存;

[0224] 2) 封闭: 移去稀释缓冲液, 洗涤, 加封闭液, 37℃ 放置 1 小时, 移去封闭液, 洗涤, ELISA 板 37℃ 放置 1 小时后于冰箱中 4℃ 储存;

[0225] 3) 加样: 以标本血浆作为待测样本, 以已知含量的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作标准品, 用稀释缓冲液将待测样本和标准品均稀释至 20 倍, 加入微孔中, 37℃ 作用 1 小时;

[0226] 4) 加二抗: 移去样品, 洗涤, 加入用稀释缓冲液稀释至 5000 倍的抗 Hg 抗体, 37℃ 作用 1 小时, 使其与高密度脂蛋白上的金属汞反应;

[0227] 5) 加酶标: 移去抗 Hg 抗体, 洗涤, 加入用稀释缓冲液稀释至浓度为 2 μg/mL 的酶标抗体, 37℃ 作用 1 小时, 使其与抗 Hg 抗体反应;

[0228] 6) 底物温育: 移去酶标抗体, 洗涤, 加入底物, 37℃ 避光作用 30min, 滴加入终止液;

[0229] 7) 检测: 于 450nm 波长下在酶标仪上分别读取待测样本组和标准品的 OD 值, 结果如表 5 所示。

[0230] 表 5 方法一对 100 份标本血浆的实测结果

[0231]

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OD	0.396	0.536	0.541	0.486	0.464	0.702	0.69	0.648	0.686	0.481
编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
OD	0.448	0.484	0.352	0.384	0.395	0.474	0.312	0.534	0.344	0.719
编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
OD	0.509	0.354	0.309	0.682	0.387	0.643	0.562	0.524	0.627	0.31
编号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
OD	0.676	0.389	0.57	0.667	0.652	0.326	0.374	0.391	0.573	0.452
编号	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
OD	0.424	0.321	0.64	0.509	0.433	0.341	0.493	0.302	0.653	0.31
编号	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
OD	0.364	0.641	0.472	0.38	0.359	0.453	0.304	0.441	0.665	0.442
编号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
OD	0.353	0.681	0.571	0.314	0.55	0.416	0.357	0.72	0.653	0.44
编号	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
OD	0.473	0.387	0.512	0.475	0.653	0.422	0.663	0.428	0.607	0.338
编号	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
OD	0.408	0.508	0.656	0.387	0.556	0.517	0.32	0.368	0.351	0.521
编号	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
OD	0.633	0.646	0.615	0.393	0.633	0.309	0.607	0.723	0.385	0.582

[0232] 本应用实施例 1 中, 步骤 7) 中, 也可以不使用酶标仪检测, 而是直接通过显色进行定性检测。

#### [0233] 应用实施例 2

[0234] 采用酶联免疫与原子吸收光谱结合法 (ELISA 法 +AAS 法) 检测 100 份标本血浆中汞 - 高密度脂蛋白螯合物, 即采用具体实施例方法二记载的方法检测, 具体操作步骤如下:

[0235] 1) 包被: 将抗高密度脂蛋白抗体包被于固相载体上, 用稀释缓冲液稀释包被蛋白至 8000 倍, 加入 ELISA 板微孔中, 4℃ 过夜 18 小时;

[0236] 2) 封闭: 移去稀释缓冲液, 洗涤, 加封闭液, 37℃ 放置 1 小时, 移去封闭液, 洗涤, ELISA 板 4℃ 下保存;

[0237] 3) 加样: 以标本血浆作待测样本, 以已知含量的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作标准品, 用稀释缓冲液将待测样本和标准品稀释至 20 倍, 加入微孔中, 37℃ 作用 2 小时;

[0238] 4) 洗脱: 移去待测血浆样本, 洗涤, 加入 0.8mol/L 的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液, 37℃ 作用 2 小时;

[0239] 5) 检测: 从 ELISA 微孔中取样, 于原子吸收光谱仪检测螯合于高密度脂蛋白上的汞, 结果如表 6 所示。

[0240] 表 6 方法二对 100 份标本血浆的实测结果

[0241]

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
μg/L	0.092	0.122	0.105	0.082	0.074	0.078	0.075	0.026	0.136	0.028
编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
μg/L	0.068	0.117	0.028	0.123	0.129	0.132	0.044	0.022	0.022	0.039
编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
μg/L	0.081	0.105	0.054	0.123	0.037	0.142	0.114	0.048	0.036	0.105
编号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
μg/L	0.094	0.097	0.096	0.102	0.028	0.026	0.121	0.001	0.086	0.029
编号	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
μg/L	0.057	0.093	0.015	0.026	0.037	0.07	0.137	0	0.086	0.015
编号	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
μg/L	0.064	0.029	0.033	0.019	0.086	0.042	0.066	0.072	0.073	0.056
编号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
μg/L	0.134	0.08	0.122	0.149	0.095	0.041	0.003	0.11	0.139	0.006
编号	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
μg/L	0.018	0.131	0.039	0.048	0.049	0.129	0.121	0.064	0.049	0.001
编号	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
μg/L	0.008	0.144	0.063	0.142	0.109	0.131	0.036	0.11	0.018	0.114
编号	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
μg/L	0.131	0.132	0.074	0.038	0.01	0.122	0.147	0.123	0.046	0.009

[0242] 应用实施例 3:

[0243] 采用酶联免疫与电感耦合等离子体质谱结合法 (ELISA 法 + ICP-MS 法) 检测 100 份标本血浆中汞 - 高密度脂蛋白螯合物, 即采用具体实施例方法三记载的方法检测, 具体操作步骤如下:

[0244] 1) 包被: 将抗高密度脂蛋白抗体包被于固相载体上, 用稀释缓冲液稀释包被蛋白至 8000 倍, 加入 ELISA 板微孔中, 4℃ 保存 18 小时;

[0245] 2) 封闭: 移去稀释缓冲液, 洗涤, 加封闭液, 37℃ 放置 1 小时, 移去封闭液, 洗涤, ELISA 板 4℃ 保存;

[0246] 3) 加样: 以标本血浆作待测样本, 以已知含量的汞 - 高密度脂蛋白螯合物作标准品, 用稀释缓冲液将待测样本和标准品稀释至 20 倍, 加入微孔中, 37℃ 作用 2 小时;

[0247] 4) 洗脱: 移去待测样本和标准品, 洗涤, 加入 0.8mol/L 的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液, 37℃ 洗脱 2 小时;

[0248] 5) 酸化: 在溶液中加入硝酸对溶液进行酸化, 封口过夜, 彻底酸化, 加入过氧化氢, 并且加热赶酸;

[0249] 6) 检测: 取样, 于电感耦合等离子体质谱仪下检测螯合于高密度脂蛋白上的汞, 结果如表 7 所示。

[0250] 表 7 方法三对 100 份标本血浆的实测结果

[0251]

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
µg/L	0.149	0.066	0.041	0.106	0.048	0.091	0.009	0.044	0.078	0.025
编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
µg/L	0.126	0.079	0.083	0.032	0.063	0.124	0.105	0.093	0.08	0.091
编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
µg/L	0.121	0.034	0.074	0.145	0.137	0.082	0.017	0.07	0.144	0.082
编号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
µg/L	0.089	0.067	0.05	0.037	0.147	0.133	0.021	0.075	0.15	0.088
编号	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
µg/L	0.04	0.041	0.029	0.078	0.107	0.017	0.052	0.091	0.093	0.015
编号	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
µg/L	0.099	0.086	0.039	0.036	0.074	0.051	0.102	0.084	0.141	0.037
编号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
µg/L	0.079	0.052	0.078	0.089	0.096	0.045	0.079	0.106	0.051	0.072
编号	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
µg/L	0.049	0.081	0.025	0.102	0.044	0.142	0.15	0.112	0.117	0.003
编号	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
µg/L	0.048	0.13	0.018	0.104	0.148	0.081	0.021	0.126	0.118	0.114
编号	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

[0252]

µg/L	0.068	0.046	0.026	0.127	0.126	0.148	0.119	0.021	0.131	0.006
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

[0253] 上述实施方式仅为本发明的优选实施方式,不能以此来限定本发明保护的范围,本领域的技术人员在本发明的基础上所做的任何非实质性的变化及替换均属于本发明所要求保护的范围。

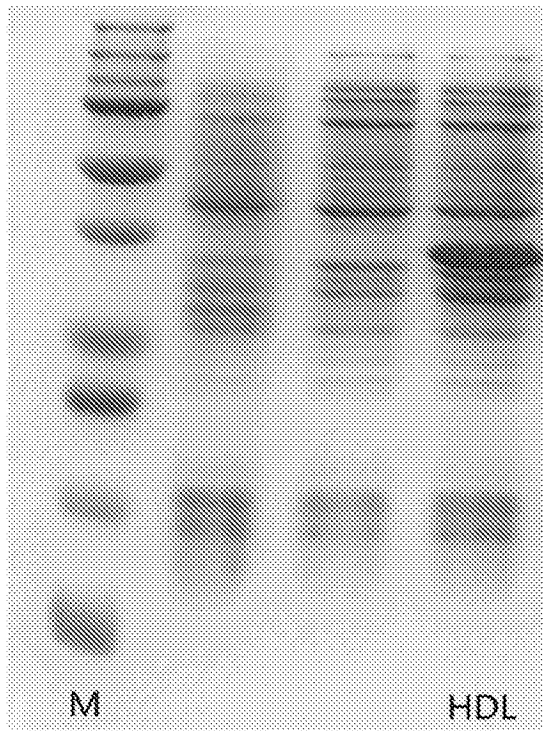


图 1

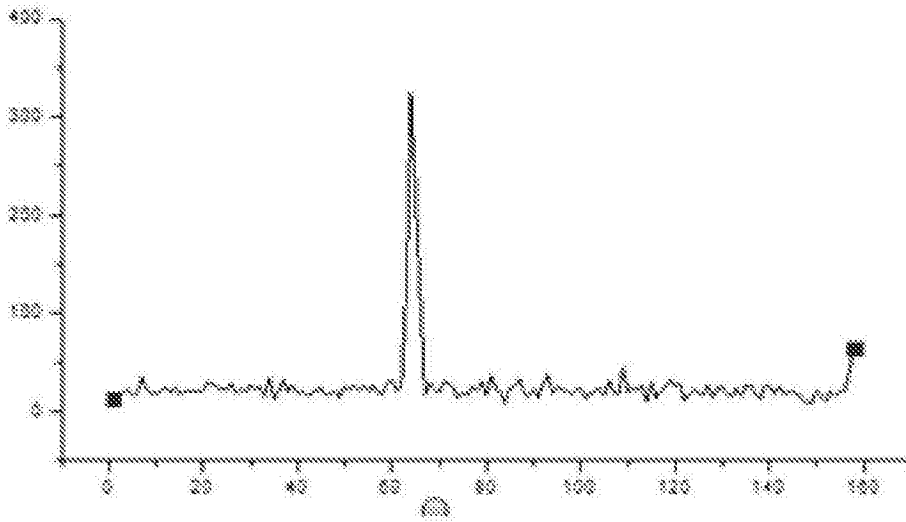


图 2

专利名称(译)	一种汞-高密度脂蛋白螯合物及其制备方法和应用		
公开(公告)号	<a href="#">CN105021550A</a>	公开(公告)日	2015-11-04
申请号	CN201510411417.1	申请日	2015-07-14
[标]申请(专利权)人(译)	上海拜豪生物科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海拜豪生物科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	上海拜豪生物科技有限公司		
[标]发明人	张积仁 阳帆 董欣敏 吴婧 蔡睿 孙遥 赵乙木		
发明人	张积仁 阳帆 董欣敏 吴婧 蔡睿 孙遥 赵乙木		
IPC分类号	G01N21/31 G01N33/53 G01N27/62 G01N1/28 G01N1/34 G01N27/447		
其他公开文献	CN105021550B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种汞-高密度脂蛋白螯合物及其制备方法和应用，该汞-高密度脂蛋白螯合物是汞离子与高密度脂蛋白通过巯基或/和半胱氨酸残基螯合而成，可用于制备检测人体汞-高密度脂蛋白螯合物的试剂。本发明首次证实了汞离子可直接作用于高密度脂蛋白。本发明建立了汞-高密度脂蛋白螯合物的定性定量检测方法，以检测一个地区人群体内高密度脂蛋白的含量，从而间接反映一个地区汞污染程度以及对人群的健康影响。本发明建立的汞-高密度脂蛋白螯合物定量检测方法准确度高重、复性好。

