

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 33/566 (2006.01)

G01N 33/532 (2006.01)

G01N 33/558 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910027587.4

[43] 公开日 2009年10月21日

[11] 公开号 CN 101561437A

[22] 申请日 2009.5.12

[21] 申请号 200910027587.4

[71] 申请人 江南大学

地址 214122 江苏省无锡市蠡湖大道1800号
江南大学食品学院

[72] 发明人 胥传来 李灼坤 刘丽强 马伟

[74] 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所

代理人 时旭丹 刘品超

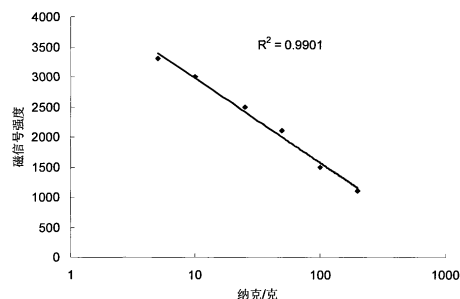
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称

一种快速检测莱克多巴胺的免疫磁珠层析试纸条及其制备方法

[57] 摘要

一种快速检测莱克多巴胺的免疫磁珠层析试纸条及其制备方法，涉及莱克多巴胺检测技术领域。该试纸条由衬板和在衬板上依次衔接的样品垫、磁标结合垫、包被膜、吸水垫组成。磁标结合垫为吸附莱克多巴胺磁标抗体的玻璃纤维棉，在包被膜上有用莱克多巴胺偶联的载体蛋白溶液印制的检测线T线，用羊抗兔IgG溶液印制的对照线C线。将试纸条样品垫插入待测样品溶液，10~20秒后取出，于室温下反应15分钟，将试纸条放入磁信号检测仪检测，此检测仪将已转化成磁场信号的生物学反应信号进一步以电信号输出；绘制标准曲线后，依据标准曲线求出待测样品中莱克多巴胺含量。本发明用纳米磁免疫技术进行莱克多巴胺的检测，具有灵敏度高、反应时间短、仪器设备便宜、方便易用等特点。



1、一种莱克多巴胺免疫磁珠层析检测试纸条，其特征是由衬板和衬板上依次衔接的样品垫、磁标结合垫、包被膜、吸水垫组成；磁标结合垫为吸附莱克多巴胺磁标抗体的玻璃纤维棉，在包被膜上有用莱克多巴胺偶联的载体蛋白溶液印制的直线式隐形检测线 T 线，用羊抗兔 IgG 溶液印制的直线式隐形对照线 C 线；

所述的衬板为不吸水的硬质塑胶条或硬纸条；样品垫为玻璃纤维棉、尼龙膜、聚偏二氟乙烯膜、或聚酯膜；包被膜为硝酸纤维素膜、纯纤维素膜、或羧化纤维素膜；吸水垫为吸水滤纸或滤油纸；

所述的莱克多巴胺磁标抗体为磁珠标记的莱克多巴胺的多克隆抗体；

所述的磁珠为表面修饰有羧基的 Fe_3O_4 磁珠；

所述的偶联莱克多巴胺的载体蛋白为：牛血清白蛋白 BSA、鸡卵清白蛋白 OVA。

2、权利要求 1 所述莱克多巴胺免疫磁珠层析检测试纸条的制备方法，其特征是：

1) 莱克多巴胺全抗原的合成及鉴定：以琥珀酸酐作为衍生化试剂，并采用混合酸酐法分别将 BSA, OVA 与莱克多巴胺 RAC 进行偶联，得到莱克多巴胺的全抗原 RAC-BSA 以及 RAC-OVA，并利用紫外扫描仪进行鉴定；

2) 多克隆抗体的制备与纯化：以 RAC-BSA 作为免疫原，免疫新西兰兔，按常规方法制备 RAC 多克隆抗体并以硫酸铵纯化；

3) 免疫磁珠的制备：将 RAC 抗体与带羧基的纳米磁珠偶联，制备含 RAC 抗体的免疫磁珠，即莱克多巴胺磁标抗体；以玻璃纤维棉吸附莱克多巴胺磁标抗体制备磁标结合垫；

4) 包埋 RAC-OVA 及羊抗兔 IgG 至包被膜：用喷膜仪分别将选定浓度的包被原 RAC-OVA 喷载于包被膜的 T 线，以及羊抗兔 IgG 喷载于包被膜的 C 线上， 37°C 烘箱干燥 10min 备用；

5) 检测试纸条的制作：将样品垫、磁标 RAC 抗体的结合垫、包埋包被原 RAC-OVA 和羊抗兔 IgG 的包被膜、吸水垫依次衔接在衬板上，组成莱克多巴胺免疫磁珠层析检测试纸条；

6) 样品检测：将检测试纸条样品垫插入待测样品溶液，样品将通过层析作用从试纸条上流过，10~20 秒后取出试纸条，再于室温下反应 15 分钟后，将试纸条放入 Envisio™ System 的 Magnetic Assay Reader 进行检测，此检测仪将已经转化成磁场信号的生物学反应信号进一步以电信号方式输出；绘制标准曲线后，依据标准曲线求出待测样品中莱克多巴胺的含量。

3、根据权利要求2所述的制备方法，其特征在于所述的免疫磁珠的制备：将RAC多克隆抗体与纳米磁珠偶联，制备含RAC抗体的免疫磁珠：吸取适量磁珠至小试管中，离心使磁珠与贮存液分离，去除贮存液并加入乙磺酸MES清洗缓冲液涡旋和超声清洗并离心，重复几次，最后重悬磁珠，将一定体积的新鲜配置的水溶性碳化二亚胺EDC和N-羧基琥珀酰亚胺NHS加入磁珠溶液中活化羧基，使磁珠表面羧基与EDC和NHS的摩尔比为 1 : 4 : 3，涡旋混合后于室温低速搅拌孵育反应2小时，分别用MES清洗缓冲液及硼酸清洗缓冲液清洗磁珠，随后将RAC抗体缓慢滴加入至磁珠悬液中低速搅拌孵育反应过夜，再逐滴加入质量浓度5% BSA，使BSA的终浓度为1%，持续搅拌5 min，以饱和游离的磁珠；低速离心去除凝聚的磁珠沉淀，然后再用硼酸清洗缓冲液清洗磁珠去除未结合的蛋白质，将磁珠转移至新管，弃掉硼酸清洗缓冲液，并用偶联缓冲液重悬浮，放4°C冰箱存放；用时则用定量加样装置将已经标记有RAC抗体的磁珠加入磁珠结合垫，并放入37°C烘箱干燥10min备用组成检测试纸条。

一种快速检测莱克多巴胺的免疫磁珠层析试纸条及其制备方法

技术领域

一种快速检测莱克多巴胺的纳米免疫磁珠层析试纸条及其制备方法，涉及莱克多巴胺的检测技术领域。

背景技术

莱克多巴胺(Ractopamine, 简称 RAC), 是一种苯酚胺类肾上腺素激素。RAC 是一种苯乙醇胺类衍生物, 分子式 $C_{18}H_{23}O_3N$, 分子量 301, 化学名称为 1-(4-羟基苯基)-2-[1-甲基-3-(4-羟基苯基)-丙氨基]-乙醇盐酸盐, 分子激动剂, 能够加强心脏收缩, 扩张骨骼肌血管和支气管平滑肌, 在兽医学和医学上可用于治疗休克和支气管痉挛。近年来, 随着对 RAC 研究的深入, 表明 RAC 具有加强体内代谢, 促进脂肪分解, 蛋白质合成, 降低脂肪的生成和减少蛋白分解的作用, 因此可以利用合成脂肪的能量和成分来增加蛋白质的合成。但是当在饲料中添加过量的 RAC 时, 会残留在畜禽肌肉组织中, 对人体产生毒副作用, 极大的影响畜产品的食品安全性, 因此, 欧洲和中国都禁止其在畜牧业中使用。在中国非法使用莱克多巴胺的报道却不断出现, 它是继瘦肉精后广泛被用于家畜饲养的 β_2 -兴奋剂。气质联用或者液质联用是 RAC 的确证方法, 但是由于其操作繁琐, 以及长时间的样本前处理和还原过程, 导致检测成本高, 周期长, 无法满足大批量样本快速筛查的要求, 而使其广泛使用受到限制。免疫分析技术具有较高的灵敏度和特异性, 检测时对样本的纯度要求不高而且操作简便, 适用于大量样本的检测。酶联免疫吸附试验(Enzyme-linked Immuno-sorbent Assay, 简称为 ELISA)和胶体金免疫层析法(Colloidal Gold Immuno-Chromatography Assay, 简称为 GICA)由于其廉价, 特异, 灵敏和快速等特点, 被广泛地使用于兽药残留的快速筛查中。但 ELISA 试剂需要专用的实验室和专业人员进行检验, 操作复杂, 时间较长; 胶体金类试剂操作简便、快速、适于现场检测, 但灵敏度稍低, 结果用肉眼直接观察, 会产生误差, 亦不能记录。

纳米免疫磁珠是含有铁元素的超顺磁纳米颗粒, 外面包覆着聚乙烯类高分子物质, 并可带有羧基或氨基, 用于和蛋白质分子交联。免疫磁珠在细胞和大分子分离、纯化及诊断上都已得到应用。

此纳米免疫磁珠检测试纸基本原理如下: 采用竞争法, 即样品中的莱克多巴胺 RAC 和固定在包被膜上的包被抗原 RAC-OVA 竞争磁珠标记的抗莱克多巴胺多克隆抗体。

利用免疫磁珠标记一种抗体, 在试纸的 NC 膜上包被相应的包被抗原和羊抗

兔二抗。当试纸条以样品垫末端浸入样本后，样品溶液沿着试纸条通过毛细管作用从下往上泳动，溶解磁标垫上干燥的磁标抗体，若待测样品中不存在待测药物，则磁标抗体会直接泳动到检测线（T 线）和硝酸纤维膜上的包被原 RAC-OVA 发生免疫反应，从而使磁珠颗粒发生聚集，形成黑色的线条，然后其他未结合的磁标抗体继续通过毛细管作用向前泳动，与控制线（C 线）上的羊抗兔二抗发生第二次免疫反应，同样形成黑色线条，这样包被膜上就会有两条黑色线条，表示样品为阴性。若待测样品中存在待测药品，则磁标抗体首先会和样品中的检测物发生免疫反应，当未发生反应的磁标抗体有剩余时，才会在检测线上与 RAC-OVA 发生免疫反应，形成黑色线条，其颜色强度弱于阴性时的线条强度；而当磁标抗体全部和样品中的待测药品莱克多巴胺 RAC 发生免疫结合时，就不会再有抗体与检测线包被原结合，从而检测线就不会有黑色线条出现。控制线是为检验磁标免疫层析方法本身是否有效而设定的，所以无论样品中是否存在待测药物莱克多巴胺 RAC，控制线都应该显现。如果控制线不显色，则说明试纸条失效。最后通过测定检测线上捕获磁珠的含量实现结果的判定。和胶体金试纸类相比，免疫磁珠检测试纸最大的不同在于将标记胶体金改为标记磁珠，检测结果时用 Magnetic Assay Reader 对检测线上的磁珠含量进行检测并把磁信号转变为电信号，而不是依靠肉眼去总判定，这样可使得结果判定更为精确、灵敏、客观和便于记录保存。利用纳米免疫磁珠研制莱克多巴胺抗体检测快速诊断试纸尚无报道。

发明内容

本发明的目的：针对现有检测莱克多巴胺的技术的不足和缺陷，提供一种基于纳米磁免疫技术的、灵敏度高、反应时间短、仪器设备便宜的可快速检测莱克多巴胺的检测方法，使其能更加快速、灵敏、简便地检测动物中莱克多巴胺的兽药残留。

本发明的技术方案：一种莱克多巴胺免疫磁珠层析检测试纸条，由衬板和衬板上依次衔接的样品垫、磁标结合垫、包被膜、吸水垫组成。磁标结合垫为吸附莱克多巴胺磁标抗体的玻璃纤维棉，在包被膜上有用莱克多巴胺偶联的载体蛋白溶液印制的直线式隐形检测线 T 线，用羊抗兔 IgG 溶液印制的直线式隐形对照线 C 线。

所述的衬板为不吸水的硬质塑胶条或硬纸条；样品垫为玻璃纤维棉、尼龙膜、聚偏二氟乙烯膜、或聚酯膜；包被膜为硝酸纤维素膜、纯纤维素膜、或羧化纤维素膜；吸水垫为吸水滤纸或滤油纸。

所述的莱克多巴胺磁标抗体为磁珠标记的莱克多巴胺的多克隆抗体。

所述的磁珠为表面修饰有羧基的 Fe_3O_4 磁珠。

所述偶联莱克多巴胺的载体蛋白为牛血清白蛋白 BSA、鸡卵清白蛋白 OVA。

所述莱克多巴胺免疫磁珠层析检测试纸条的制备方法:

1) 莱克多巴胺全抗原的合成及鉴定: 以琥珀酸酐作为衍生化试剂, 并采用混合酸酐法分别将 BSA, OVA 与莱克多巴胺 RAC 进行偶联, 得到莱克多巴胺的全抗原 RAC-BSA 以及 RAC-OVA, 并利用紫外扫描仪进行鉴定;

2) 多克隆抗体的制备与纯化: 以 RAC-BSA 作为免疫原, 免疫新西兰兔, 按常规方法制备 RAC 多克隆抗体并以硫酸铵纯化;

3) 免疫磁珠的制备: 将 RAC 抗体与带羧基的纳米磁珠偶联, 制备含 RAC 抗体的免疫磁珠, 即莱克多巴胺磁标抗体; 以玻璃纤维棉吸附莱克多巴胺磁标抗体制备磁标结合垫;

4) 包埋 RAC-OVA 及羊抗兔 IgG 至包被膜: 用喷膜仪分别将选定浓度的包被原 RAC-OVA 喷载于包被膜的 T 线, 以及羊抗兔 IgG 喷载于包被膜的 C 线上, 37°C 烘箱干燥 10min 备用;

5) 检测试纸条的制作: 将样品垫、磁标 RAC 抗体的结合垫、包埋包被原 RAC-OVA 和羊抗兔 IgG 的包被膜、吸水垫依次衔接在衬板上, 组成莱克多巴胺免疫磁珠层析检测试纸条;

6) 样品检测: 将检测试纸条样品垫插入待测样品溶液, 样品将通过层析作用从试纸条上流过, 10~20 秒后取出试纸条, 再于室温下反应 15 分钟后, 将试纸条放入 Envisio™ System 的 Magnetic Assay Reader 进行检测, 此检测仪将已经转化成磁场信号的生物学反应信号进一步以电信号方式输出; 绘制标准曲线后, 依据标准曲线求出待测样品中莱克多巴胺的含量。

所述的免疫磁珠的制备: 将 RAC 多克隆抗体与纳米磁珠偶联, 制备含 RAC 抗体的免疫磁珠: 吸取适量磁珠至小试管中, 离心使磁珠与贮存液分离, 去除贮存液并加入乙磺酸 MES 清洗缓冲液涡旋和超声清洗并离心, 重复几次, 最后重悬磁珠, 将一定体积的新鲜配置的水溶性碳化二亚胺 EDC 和 N-羟基琥珀酰亚胺 NHS 加入磁珠溶液中活化羧基, 使磁珠表面羧基与 EDC 和 NHS 的摩尔比为 1:4:3, 涡旋混合后于室温低速搅拌孵育反应 2 小时, 分别用 MES 清洗缓冲液及硼酸清洗缓冲液清洗磁珠, 随后将 RAC 抗体缓慢滴加入至磁珠悬液中低速搅拌孵育反应过夜, 再逐滴加入质量浓度 5% BSA, 使 BSA 的终浓度为 1%, 持续搅拌 5 min, 以饱和游离的磁珠; 低速离心去除凝聚的磁珠沉淀, 然后再用硼酸清洗缓冲液清洗磁珠去除未结合的蛋白质, 将磁珠转移至新管, 弃掉硼酸清洗缓冲液, 并用偶联缓冲液重悬浮, 放 4°C 冰箱存放; 用时则用定量加样装置将已经标记有 RAC 抗体的磁珠加入磁珠结合垫, 并放入 37°C 烘箱干燥 10min 备用组成检测试纸条。

本发明的有益效果: 本发明是基于一种纳米磁免疫技术进行莱克多巴胺的检测方法, 它具有灵敏度高、反应时间短、仪器设备便宜、方便易用等特点。

附图说明

图1 磁珠的 TEM 电镜图。

图2 免疫磁珠试剂条结构示意图。

图3 阳性样品的磁信号检测示意图。最高的尖峰代表检测信号，第二高的尖峰代表空白对照信号。

图4 莱克多巴胺 5~200ppb 时磁信号强度的标准曲线图。

具体实施方式

要制成莱克多巴胺的免疫磁珠检测试纸条，首先需要制备偶联莱克多巴胺载体蛋白，用于制备相应的检测线（T线）和抗体；而且需要制备莱克多巴胺磁标抗原，用于制备相应的磁标抗原纤维棉；另外需要制备羊抗兔 IgG 抗体，用于制备对照线（C线）。

1) 莱克多巴胺的全抗原的合成及鉴定：先将莱克多巴胺与琥珀酸酐在吡啶溶液中室温反应 24 小时，衍生化连接上羧基后，再采用混合酸酐法合成抗原，并使用牛血清白蛋白 BSA 作为免疫抗原偶联载体，卵清蛋白 OVA 作为包被抗原偶联载体，分别得到莱克多巴胺的全抗原 RAC-BSA 和 RAC-OVA，并利用紫外扫描仪进行鉴定。

2) 多克隆抗体的制备与纯化：以 RAC-BSA 作为免疫原，采用新西兰大白兔作为被免疫的动物，首次免疫时将免疫源与等量的弗氏完全佐剂混合制成乳化剂，在大白兔背部皮下多点注射，免疫剂量为 1mg/只，间隔 2-4 周后，用相同剂量免疫源加等量弗氏不完全佐剂混合制成乳化剂，加强免疫，免疫期间监测抗体效价及特异性，最后一次免疫不加佐剂。最后一次免疫 7 天后心脏放血，经硫酸铵分级沉淀得纯化的 RAC 多克隆抗体。并以硫酸铵沉淀法纯化抗体；得到兔抗 RAC-BSA 的 IgG。

3) 免疫磁珠的制备：将 RAC 多克隆抗体与纳米磁珠偶联，制备含 RAC 抗体的免疫磁珠；具体方法是：吸取适量磁珠至小试管中，离心使磁珠与贮存液分离，去除贮存液并加入乙磺酸（MES）清洗缓冲液涡旋和超声清洗并离心，重复几次，最后重悬磁珠，将一定体积的新鲜配置的水溶性碳化二亚胺(EDC)和 N-羟基琥珀酰亚胺(NHS)加入磁珠溶液中活化羧基，使磁珠表面羧基与 EDC 和 NHS 的摩尔比为 1 : 4 : 3，涡旋混合后于室温震荡孵育反应 2 小时，分别用 MES 清洗缓冲液及硼酸清洗缓冲液清洗磁珠，随后将 RAC 抗体缓慢滴加入至磁珠悬液中低速搅拌孵育反应过夜，再逐滴加入 5% BSA，使 BSA 的终浓度为 1%，持续搅拌 5 min，以饱和游离的磁珠。低速离心去除凝聚的磁珠沉淀，然后再用硼酸清洗缓冲液清洗磁珠，高速离心，保留底部可流动的暗黑色沉淀而去除含有未结合的蛋白质的上清液，重复几次，最好将磁珠转移至新管，弃掉硼酸清洗缓冲液，并用偶联缓冲液重悬浮，放 4℃ 冰箱存放。用时则用定量加样装置将已经标记有

RAC抗体的磁珠加入磁珠结合垫，并放入37°C烘箱干燥10min备用以组成检测试纸条。

4) 包被RAC-OVA抗原和羊抗兔二抗至硝酸纤维素膜（NC膜）：用喷膜仪将一定浓度的RAC-OVA和羊抗兔二抗分别喷载于硝酸纤维素膜（NC膜）的检测线（T线）和控制线（C线）上，37°C烘箱干燥10min备用。

5) 检测试纸条的制作：分别将磁标RAC多克隆抗体的偶联垫、包埋抗原和二抗的硝酸纤维素膜（NC膜）、样品垫、吸水垫、覆盖膜、测试板外卡组成检测试纸条(与金标试纸条相似)。

6) 样品检测：将莱克多巴胺免疫磁珠层析检测试纸条的样品端插入待测样品液中，插入深度不超过标记线，样品将通过毛细管层析作用从试纸条上流过，10~20秒后取出试纸条，在室温下反应15分钟以后，将检测试纸条放入Enviso™ System的Magnetic Assay Reader进行检测，并且此检测仪器可以将已经转化成磁场信号的生物学反应信号进一步以电信号的方式输出；绘制标准曲线后，依据标准曲线求出待测样品内莱克多巴胺含量的具体值。得到该方法的检测限为5ppb左右。

实施例1：

称取2g生长育肥猪配合饲料试样于50mL离心管中，加入6mL乙腈提取液，手摇均匀数次，然后再加入6mL碳酸盐缓冲液，并再加入10mL乙酸乙酯，振荡提取30min，再超声提取10min，最后以3000rpm低速离心10min，移取上层有机相至另一新试管中，氮气吹干。加入50μL甲醇溶解吹干残留物，并用碳酸盐PBS缓冲液稀释得到待测样品溶液。最终用莱克多巴胺免疫磁珠层析检测试纸条检测样品液，插入深度不超过标记线，样品将通过毛细管层析作用从试纸条上流过，10~20秒后取出试纸条，在室温下反应15分钟以后，将检测试纸条放入Enviso™ System的Magnetic Assay Reader进行检测磁场信号。根据事先用莱克多巴胺标准品测出的标准曲线求出待测饲料样品内莱克多巴胺的含量为10ppb。

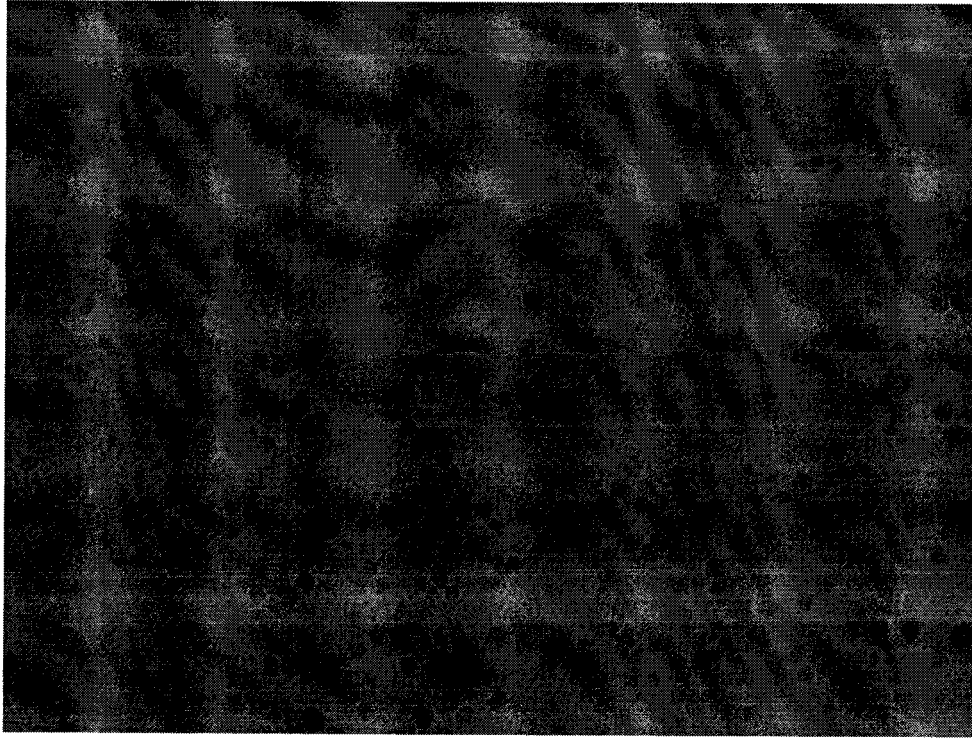


图 1

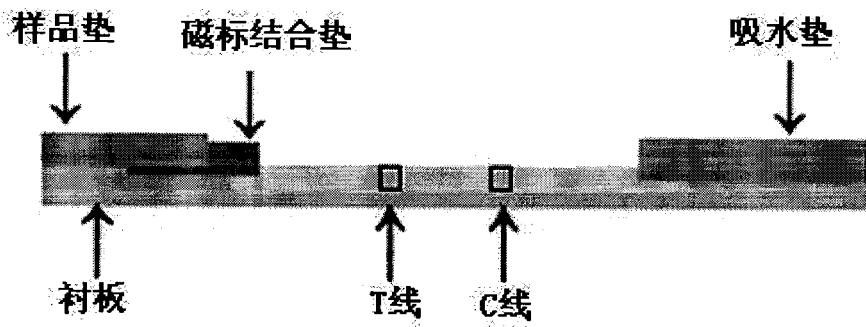


图 2

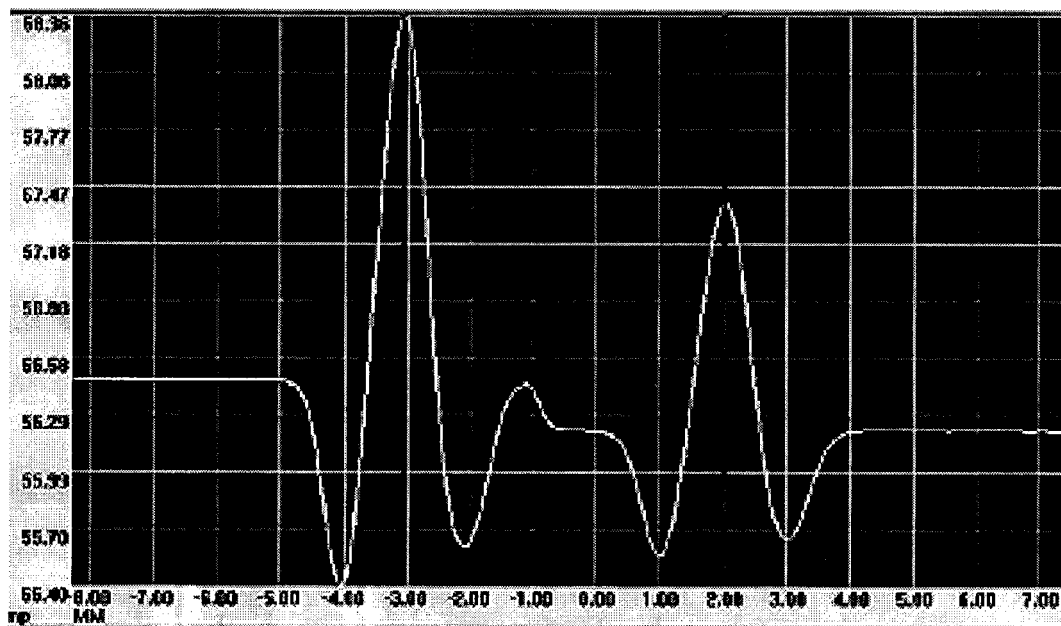


图 3

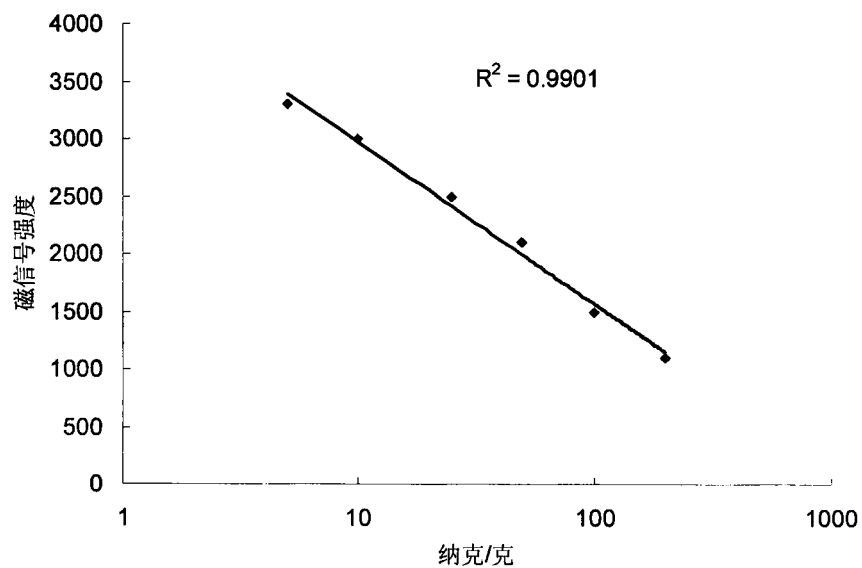


图 4

专利名称(译)	一种快速检测莱克多巴胺的免疫磁珠层析试纸条及其制备方法		
公开(公告)号	CN101561437A	公开(公告)日	2009-10-21
申请号	CN200910027587.4	申请日	2009-05-12
[标]申请(专利权)人(译)	江南大学		
申请(专利权)人(译)	江南大学		
当前申请(专利权)人(译)	江南大学		
[标]发明人	胥传来 李灼坤 刘丽强 马伟		
发明人	胥传来 李灼坤 刘丽强 马伟		
IPC分类号	G01N33/566 G01N33/532 G01N33/558		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种快速检测莱克多巴胺的免疫磁珠层析试纸条及其制备方法，涉及莱克多巴胺检测技术领域。该试纸条由衬板和在衬板上依次衔接的样品垫、磁标结合垫、包被膜、吸水垫组成。磁标结合垫为吸附莱克多巴胺磁标抗体的玻璃纤维棉，在包被膜上有用莱克多巴胺偶联的载体蛋白溶液印制的检测线T线，用羊抗兔IgG溶液印制的对照线C线。将试纸条样品垫插入待测样品溶液，10~20秒后取出，于室温下反应15分钟，将试纸条放入磁信号检测仪检测，此检测仪将已转化成磁场信号的生物学反应信号进一步以电信号输出；绘制标准曲线后，依据标准曲线求出待测样品中莱克多巴胺含量。本发明用纳米磁免疫技术进行莱克多巴胺的检测，具有灵敏度高、反应时间短、仪器设备便宜、方便易用等特点。

