

# 上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

## 纳米喷雾解决猫毛过敏问题

纳米技术的具体生活化应用

姓名：张涵雪

学号：520030910334

讲师姓名：程先华

2022年4月20日



查重率：5.9%

## 摘要

---

不少人存在猫毛过敏问题，然而现在存在的解决方案都不能完美解决该问题，或多或少存在不足和缺陷。考虑到纳米磁珠可以特异性吸附蛋白、对生物分子的结合快速有效、可与目标蛋白形成絮凝、且不具有毒性，我们希望利用纳米磁珠对猫毛过敏的源头——Fel d1蛋白的特异性吸附来除去家具上、衣服上、宠物身上的过敏原，达减轻过敏症状的效果。我们采取将纳米磁珠做成喷雾的模式，达到吸附过敏原的效果，再使用带有磁性的除尘设备除去磁珠，即可使得过敏者脱离过敏环境，减轻不适。

# 目录

---

一.立题背景	4
二.问题分析	4
三.前人工作	5
四.提出方案	6
五.难点探究	7
六.应用推广	7
七.参考文献	8

## 立题背景

---

全球大约有10%-30%的人都会对猫过敏，但并不是每个人都能放弃养猫，这其中的有很多人一直都在与过敏作着斗争，为过敏而头疼万分。并且过敏的时间也难以捉摸，有的人一接触猫就开始过敏，而有的人要经过很长一段时间的接触（半年至两年）才会产生症状，包括咳嗽、打喷嚏、鼻塞、眼睛发红、皮肤发痒、身体接触部位出现皮疹等等。这些症状轻则引起不适，影响日常生活，重则诱发更严重的疾病，如慢阻肺等。尽管送走猫是最佳的选择，但相信这对于养猫的人绝对是下下策（不养宠物的人可能无法理解）。同时，这个问题也一直是困扰我的生活的问题，我的家庭就是这样一个养猫半年后开始过敏的家庭，我们一家为此付出了巨大的代价，我的父亲还因此住院（他仍坚决不愿送走猫），所以尽管这对于大多数人而言可能是个小问题，但对于我而言确是很重要的问题，是极度值得考量和思考的问题。因此，通过学习纳米技术，我们希望找到一种比现有方案更优的选择，为自己遇到的困难切身找到解决方案，也造福与我的家庭相似的家庭。

## 问题分析

---

猫毛过敏其实并不是对猫的毛发过敏，猫毛只是致敏过程中的一个载体。引起人们对猫过敏的主要物质是一种名为Fel d 1的蛋白质。这种蛋白质主要存在于猫的皮屑、唾液、皮脂、眼泪、肛门腺中。猫毛本身不含有这种蛋白质，但是由于猫咪喜欢用舌头梳理毛发，并且皮脂腺会一直分泌油脂，那么含有Fel d 1蛋白的唾液和油脂就会粘在猫毛上。然后有些人接触猫毛之后，身上就同样粘有这些蛋白，于是被误吸入体内，就产生过敏反应，对猫过敏的人群中有90%以上是这种Fel d 1的蛋白质造成。另外，猫毛也给环境中的尘螨、花粉、霉菌提供了很好的栖息场所，而它们都是比较常见的过敏原，家中的猫毛清洁不及时的话，就很容易使过敏原大量聚集，使房间变得充满过敏原。人在这种环境中就会出现过敏反应，造成不适。

想要解决这一问题，我们可以有两种思路：一是防止免疫系统过度反应，二是将人与过敏原进行分离。在查阅资料的过程中，我发现了一种叫纳米磁珠的物质。

磁珠是一种粒径为纳米或微米大小、具有超顺磁性的颗粒。所谓超顺磁性，简单说就是在有外磁场时会呈现出弱磁性，撤去磁场后没有剩磁。磁珠通常由基质、磁性物质（四氧化三铁）、有官能团修饰的高分子材料组成。不同功能磁珠，其基质和表面修饰官能团不同，从而可以选择性地吸附不同的目标分子<sup>[9]</sup>。近年来，纳米磁珠在生物技术和生物医学领域受到了广泛的关注。那么我们是否可以将它进行迁移，组合创新，利用磁珠捕获空气中、宠物上、家具上的特定蛋白质，从而解决过敏问题呢？这是我们的思路所在，具体的分析见提出方案部分。

## 前人工作

---

目前现有的解决猫毛过敏的方案主要有：送走宠物、空气净化、抗过敏喷雾、抗过敏药物这四种，我们来一一进行分析。

**送走宠物。**送走宠物这一选项当然是对阻断过敏最好的选择，但是这并不能被绝大多数养宠物的家庭所接受，不养宠物的人可能很难体会到这一点，宠物在养宠人士的生活中是家庭成员一样的存在，不能随意抛弃/送人。

**空气净化。**目前市面上的空气净化设备主要有两大种：一种是小规模局部空气净化设备，如市面上常见的空气净化器；另一种是大规模全局空气净化设备，如新风空调。前者比较便宜，但净化能力有限，只在一定小范围内有较好的净化效果；后者比较昂贵，虽然可以更有效地更新空气，但是对空间的要求更高，且并不具备净化功能，只作为送风使用。姑且不论二者是否有能力除去蛋白质级别的污染物，其净化范围就已经限制了它的有效性，即尽管能够除去空气中的过敏原，但仍然无法解决家具及衣物上的过敏原，人吸入这些地方的过敏原后仍会导致过敏症状。

**抗过敏喷雾。**市面上也有所谓抗过敏喷雾售卖，但是经过查阅及购买后，发现其配料其实就是一些氯氧化合物与水，虽然能够使过敏原失活，但是也会对人和宠物造成伤害。当然，人的免疫力足以抵抗这些伤害，但宠物会更加脆弱，很难完全不受其影响。且经实践这种方法不甚有效。

**抗过敏药物。**此类方法十分有效，但长期服用抗过敏药物可能会产生各种各样的副作用，如：引起粒细胞减少、头晕、嗜睡、长期服用可致贫血，有可能诱发癫痫。

姻、增加体重，导致心律失常，还会引起胃肠道反应，如恶心、呕吐等。另外，抗过敏药物长期服用还会出现耐药问题，因此不是长久的解决之计。

## 提出方案（可行性分析）

通过查阅资料，我发现了这样一种材料：生物纳米磁珠。生物纳米磁珠是由复合铁氧体强磁核、磁核外层的高分子壳层材料构成的磁性微球，又称磁珠。磁珠表面能够包裹功能基团，如各种离子、抗体、抗原、核酸和酶等，被应用于靶向药物载体、细胞分离、核酸和蛋白生物大分子的分离、免疫检测、微生物检测、固定化酶等多个生物领域<sup>[1-4]</sup>。近年来，磁珠以其分散性良好、对生物分子的结合快速有效、絮凝可逆可控等优点，在生物技术和生物医学领域受到了广泛关注<sup>[5-6]</sup>。磁珠表面的功能基团与蛋白质的存在吸附，近年来也有研究人员通过加工磁珠功能基团使其能特异性吸附某种蛋白，如氨基苯硼酸修饰的磁珠<sup>[7]</sup>，用以吸附和提纯糖蛋白；如磁性纳米珠<sup>[8]</sup>，可用于从鸡卵清蛋白中纯化溶菌酶等等。既然纳米磁珠可以吸附蛋白、对生物分子的结合快速有效、可与目标蛋白形成絮凝、可利用超顺磁性清除、且不具有毒性，那么如果我们对现有的纳米磁珠做出改进与创新，研制出一种表面功能可以特异性吸附Fel d 1的纳米磁珠，并将其制作成为喷雾，我们就可以在家中及宠物身上喷洒该喷雾使其与宠物身上及家中物品带有的Fel d 1蛋白形成絮凝，再用带有弱磁性磁性除尘设备吸进行吸取，即可将家中的磁珠去除干净，得到彻底地净化家具，及减少宠物身上的该种蛋白的效果。并且，我们可以对残留磁珠进行收集，而不是直接丢掉，在收集后对其上的蛋白质进行灭活洗脱后便可实现重复利用，这样可以大大降低我们的使用成本，为落地提供更大的可能。

综上，我们创新的思路为：1、改进现有的的纳米磁珠表面结构，使其带有可以特异性吸附Fel d 1蛋白的官能团。（其实即便不能特异性吸附也没关系，因为这里我们并不是提纯，只需要达到去除的效果）2、将其制作成喷雾，在家具及宠物身上喷洒。3、制造一种带有弱磁性的吸力装备，在磁吸的过程中对磁珠进行收集。

（这里的想法是通过通电产生涡旋磁场进行吸附，断电后磁场消失）4、对收集到的纳米磁珠进行洗脱，实现重复利用，大规模降低使用成本。



## 难点探究

仔细思索这一方案，发现其中存在以下两大难点：一是我们的成本是否能降至可投入大规模生产的标准，二是消费者群体过小。其中后者可以一定程度通过推广创新解决，但这可能会产生更高的成本。这些都属于该产品的限制，并且都是关键所在。

## 进一步推广创新

这种方案可以进行一系列推广创新：我们可以改变功能基层的构成，使得其可以吸附各种各样的过敏原，成为一种集成结构，即不仅吸附Fel d 1蛋白，还可吸附细菌、霉菌等各种过敏原。通过这种新式的改造，我们可以研发出一种新型的抗过敏的产品，这在一定程度上也解决了上述消费群体过小的问题，因为我们现在解决

的不仅仅是猫毛过敏的问题，而是各种各样的过敏问题，进一步研发甚至可以解决病毒传染问题，实际意义巨大。

我们的推广创新如下：

1. 改变功能基层的构成，使得其可以吸附各种各样的过敏原，将其制作成喷雾，喷至产生过敏物质的表面/过敏物容易吸附的表面再进行吸取收集洗脱重复利用，即可解决其他的由蛋白质引起的吸入式过敏问题。
2. 病毒有一层蛋白质外壳，我们可以将上述喷雾作为消毒制剂喷在可能携带病毒的物体表面，再利用其磁性进行收集并对其灭活，使其成为可重复使用的消毒喷雾。
3. 将上述材料填充进口罩等防具，达到更好地过滤过敏原/病毒的效果。

## 参考文献

---

- [1]Waseem S, Ali Z, Bibi M, et al. Magnetic nanobeads:Synthesis and application in biomedicine[J]. *Nanomedicine J*, 2016, 3(3): 147-154
- [2]Lu AH, Salabas EL, Schüth F, et al. Magnetic nanoparticles:Synthesis, protection, functionalization, and application[J]. *Angew Chem Int Ed Engl*, 2007, 46(8): 1222-1244. DOI:10.1002/anie.200602866
- [3]韩涛, 肖清平, 宋仲容. 磁性SiO<sub>2</sub>微球的制备、表面修饰及其在生物医学领域的应用[J]. *国际生物医学工程杂志*, 2010, 33(2): 125-128. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4181.2010.02.015
- [4]王建忠. GST抗体包被免疫磁珠纳米佐剂的初步研究[D].武汉: 华中农业大学, 2011.
- [5]Zhang M, Zhang XH, He XW, et al. A self-assembled polydopamine film on the surface of magnetic nanoparticles for specific capture of protein[J]. *Nanoscale*, 2012, 4(10): 3141-3147. DOI:10.1039/c2nr30316g
- [6]胡琼璨, 宁静恒, 刘振国, 等. 生物可用型纳米磁珠的制备和改性研究[J]. *食品与机械*, 2016, 32(3): 53-59.



[7]Lin ZA, Zheng JN, Lin F, et al. Synthesis of magnetic nanoparticles with immobilized aminophenylboronic acid for selective capture of glycoproteins[J]. *J Mater Chem*, 2011, 21(2): 518-524.

[8]Uygun DA, KaragöZler AA, AkgöL S, et al. Magnetic hydrophobic affinity nanobeads for lysozyme separation[J]. *Materials Science & Engineering C*, 2009, 29(7): 2165-2173.

[9]知乎 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/487184632>