

细胞膜色谱技术用于中药活性成分筛选的研究进展

方艺霖^{1,2}, 张 艺^{1*}, 肖小河², 杜 娟¹, 张 静¹

(1. 成都中医药大学 民族医药研究所, 四川 成都 610075; 2. 解放军302医院 全军中药研究所, 北京 100039)

摘 要:细胞膜色谱技术是生物色谱法在中药活性成分研究中的一个热点,适用于中药及天然药物药效物质基础的筛选研究。简要综述了细胞膜色谱技术在中药活性成分筛选方面的研究进展,并探讨了细胞膜色谱技术在其发展中所面临的问题及对策。

关键词:细胞膜色谱; 中药; 活性成分; 筛选

中图分类号:R284 **文献标识码:**A **文章编号:**0253-2670(2008)07-附3-03

Advances in studies on application of cell membrane chromatography in screening bioactive components of Chinese materia medica

FANG Yi-lin^{1,2}, ZHANG Yi¹, XIAO Xiao-he², DU Juan¹, ZHANG Jing¹

(1. Ethnic Pharmaceutical Institute, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610075, China;

2. PLA Institute of Chinese Materia Medica, 302 Hospital of PLA, Beijing 100039, China)

Key words: cell membrane chromatography; Chinese materia medica; bioactive component; screening

色谱技术是一门理论和技术研究都很成熟的分离分析科学,已成功应用于中药物质基础与质量控制、配伍机制等方面的研究^[1]。生物色谱法(biochromatography)是由色谱技术与生命科学交叉形成的新兴色谱技术^[2,3],其原理是利用生物活性物质的特异性相互作用进行生物样品分离分析和生物活性参数测定,通过药物与靶点(受体、通道、酶等)结合的原理,将药物中的效应物质分离,进而应用于药物活性成分的筛选以及药物机制的研究。细胞膜色谱技术主要包括细胞膜色谱法和细胞膜固相色谱。细胞膜色谱法(cell membrane chromatography, CMC)是近年来生物膜色谱技术在中药研究中的热点,是一种新兴的生物亲和色谱法^[4]。细胞膜色谱技术的发展,将对中药有效成分的筛选、中药作用机制的阐明产生巨大的促进作用。本文将对细胞膜色谱技术在中药活性成分筛选中应用的现状进行综述,并探讨细胞膜色谱法在其发展中所面临的问题及对策。

1 细胞膜色谱技术

1.1 细胞膜生物亲和色谱法:细胞膜生物亲和色谱法即细胞膜色谱法,是将活性组织细胞膜固定在特定载体表面,制备成细胞膜固定相,用液相色谱的方法研究药物与固定相上细胞膜及膜受体的相互作用,将HPLC、细胞生物学与受体药理学相结合。被分析成分如果与特定的细胞膜受体存在特异性结合,就可在细胞膜色谱模型中反映出来,色谱参数与药物最终的药理作用密切相关,在动态条件下可以反映药物与膜受体相互作用的特异的立体选择性,该技术使药物效应

成分的分离和筛选结合在一起,是研究中药复杂成分的有效筛选方法。

赵惠如等^[5]采用细胞膜色谱筛选,薄层色谱法分离,并结合离体药理实验确定当归的乙醚提取部位是对血管有舒张作用的有效部位,再将乙醚提取物采用石油醚-醋酸乙酯梯度洗脱分离得到的DG21,是对血管细胞膜及膜受体有作用的活性成分。赵小娟等^[6]采用细胞膜色谱法确定了淫羊藿根的乙醚提取部位(YH-2)含有与血管细胞膜及膜受体相互作用的成分,进一步采用氯仿-甲醇体系洗脱得到的YH-214和YH-216活性成分对血管有较强的舒张作用;利用HPLC分析比较淫羊藿根与叶中的活性成分,发现淫羊藿叶中不含这两种活性成分,为淫羊藿根的开发利用和定性定量分析提供了实验依据,并认为细胞膜色谱法反映的是溶质与特定靶细胞膜及膜受体相互作用特性。王锐平等^[7]采用细胞膜色谱法确定了菟丝子中的乙醚提取部位(T2)是菟丝子对血管有收缩作用的有效部位,并采用薄层色谱分离得到的T21为菟丝子乙醚提取物中对血管细胞膜及膜受体有作用的活性成分,对其进一步纯化和结构分析的工作仍在进行中。离体药理实验表明T21对离体动脉条具有收缩作用,说明化合物在细胞膜色谱体系中的保留特征和其药理作用有显著的相关性。

目前国内运用细胞膜色谱法进行中药有效成分筛选的研究,主要集中在心肌细胞、血管细胞、红细胞和胰岛细胞等模型,应用各种不同组织的细胞膜色谱模型筛选了丹参、川

收稿日期:2007-10-08

作者简介:方艺霖(1983—),四川省峨眉山市人,硕士研究生,主要从事中药化学成分和质量标准研究。

Tel:13699286037 E-mail:fangyu1983@163.com

* 通讯作者 张 艺 Tel:(028)66695621 E-mail:9006zmy@cdutcm.edu.cn

芎、当归等中药或复方的活性成分(表 1)。

表 1 用于活性筛选的部分中药和复方及其选用的细胞膜

Table 1 Some Chinese materia medica, their prescription, and cell membrane used for screening

所选用的细胞膜	用于筛选的中药(提取物)或复方
血管细胞膜	当归 ^[8,9] 、川芎 ^[9] 、淫羊藿 ^[6] 、菟丝子 ^[7] 、红毛七 ^[10] 、 太白花 ^[11] 、红花 ^[12] 、四物汤 ^[13]
心肌细胞膜	川芎 ^[14,15] 、心康平 ^[16]
胰岛-β 细胞膜	原小柴碱 ^[17]
红细胞膜	长春七 ^[18] 、金刷把 ^[19]

1.2 细胞膜固相相色谱法:细胞膜固相相色谱,是应用有生命特征的细胞膜特异性结合中药提取液中的效应成分并加以分析的技术。该方法的创造性在于应用活性细胞膜为固定相,选择性地结合中药提取物中的活性成分,细胞膜的完整性、膜受体的立体结构、周围环境和靶点得以保持,能够排除大量非作用杂质成分的干扰,是筛选研究以细胞膜为作用靶点的中药效应成分的有效手段。

有报道建立了红细胞膜固相相色谱技术,并成功地应用此技术分离出当归中活性成分^[20],此方法的特点是在色谱分离前,事先将红细胞膜与当归水提液温育,使红细胞上的药物作用靶点与当归的活性成分结合,然后用不同 pH 的缓冲液分步冲洗,洗出与红细胞结合的当归活性成分,最后将含有当归活性成分的洗出液用常规高效液相色谱法分离。通过肝细胞膜固相相色谱技术得到的黄陈蒿汤的活性成分,可以抵抗免疫性细胞损伤;巨噬细胞膜固相化冬虫夏草提取液,得到的腺苷与鸟苷类化合物具有激活巨噬细胞的作用。董自波^[21]建立了红细胞固相相色谱技术分离当归提取液的有效成分,得到了洋川芎内酯等化合物,经细胞药理学研究证实其具有提高红细胞变形能力,降低红细胞聚集作用。除此之外,血小板膜等细胞膜固相相色谱法也得到成功地应用,并获得了一系列有药理活性的化合物。樊宏伟^[22]建立了血小板细胞膜固相相色谱法,并应用其分析丹参对血小板作用的活性成分。采用同法初步确定了脉络宁注射液 8 个具有血小板作用的活性成分,认为此法基本可以反映化合物与细胞膜生物靶点的相互作用^[23]。这些结果提示,细胞膜固相相色谱法是一个快速、简便、高效的中药效应物质基础的研究技术,为中药效应成分的体外筛选提供了极具发展前景的高选择性、高特异性和高效率的筛选手段^[24]。

2 细胞膜色谱技术应用于中药活性成分筛选的意义

中药有效成分的筛选是创新性药物研究的源头性工作,但由于中药作用的整体性、中药化学成分和作用机制的复杂性,中药药效物质基础的评价研究一直进展缓慢,成为制约中药现代化进程的瓶颈之一。长期以来,中药有效成分的筛选思路基本上借鉴了国外对天然产物活性成分研究的思路:(1)对单味中药或中药复方进行化学成分的分析、鉴定,再利用药理模型对其进行生物活性分析。(2)应用药理模型对中药进行活性追踪的提取、分离和结构鉴定。这些传统的中药有效成分研究模式并不能反应中药多成分、多靶点和整合作用的特点,因此中药现代化研究迫切需要寻找适用于中药复

杂体系的新的研究策略。

应用细胞膜色谱技术,可将中药或中药复方中的效应物质进行分离,使活性成分的分离和筛选结合在一起,克服了以往先从中药中分离有效部位或单体,再分析其药效,从而避免了成分分离和药效筛选脱节的弊端。该技术能较快的明确中药药效物质基础,并可通过制备型 HPLC 尽可能多的富集效应成分,以进行药理活性验证,便于活性追踪,在实验过程中加入阳性对照药或工具药进行药效学验证,使结合更具可信性,更易于评价药物的作用。对于中药等成分复杂的研究对象,细胞膜色谱技术由于固定相能够特异、选择性地与活性成分结合,可以排除非作用杂质成分的干扰,是一种快速、高效的筛选方法。由此可见细胞膜色谱技术为中药的活性成分筛选提供了一种思路和手段,具有良好的发展前景。

3 细胞膜色谱技术存在的问题和对策

细胞膜色谱技术作为 20 世纪末发展起来的一种新兴色谱技术,在应用和推广方面都存在着一定的问题和困难。

细胞膜色谱作为一种离体的活性成分分析手段,目前尚不能模拟体内环境中中药活性成分是如何发挥药效作用的;细胞膜色谱柱难以提供细胞膜正常存活所需要的条件,不能完全排除非特异性结合的可能性;细胞膜色谱法的应用是建立在受体学说的基础上,只能用于筛选具有明确靶点作用的中药活性成分,因此应用受到一定程度的限制。

不同的中药活性成分在生物体内的作用靶点不同,细胞膜色谱法所选用的具有生物活性的固定相细胞膜和相应的固定相载体也应针对作用靶点的不同而有所选择;同时作为生物材料的固定相细胞膜制备困难,实验的重现性和精密度不能保证,且保存时间不长,目前难以商品化,因此该技术的推广也受到限制。

细胞膜色谱法所能分离得到的中药活性成分即柱内所能特异性保留的效应成分的量较少,目前难以收集到足够的量进行化合物结构鉴定和进行药理活性验证。

因此,在采用细胞膜色谱技术进行中药活性成分筛选的过程中,有许多需要改进和提高的方面。如考虑到在生物体内的靶组织上起效应作用的中药活性成分也可能是经体内代谢后的代谢产物,可以同时对照中药化学成分的体内代谢物进行活性筛选;选用固定相材料的时候,可以考虑采用凝胶^[25]等其他材料作载体固着细胞膜;可扩大选择细胞膜的范围,将视网膜细胞、神经细胞、肿瘤细胞等制备成细胞膜固定相,用以研究中药活性成分与这些膜受体的相互作用;可以采用 HPLC-DAD 检测器和更加高灵敏度的 HPLC-MS 技术分析中药活性成分,同步完成中药活性成分的分离与结构鉴定,从而提高用细胞膜色谱技术筛选中药活性成分的效率。

参考文献:

- [1] 张子忠,梁鑫森. 色谱在中药现代化中的作用. 世界科学技术:中药现代化 [J]. 2001, 3(2): 25-30.
- [2] 丁 岗,董自波,李智立,等. 生物色谱法及其在药物研究中的应用 [J]. 中国药科大学学报, 2002, 33(4): 354-357.
- [3] Lu X H, Jin N Z. Application of biochromatography in screening the biologically active principles of Chinese traditional drug [J]. Chin J Biochem Pharm, 2003, 24(5): 1-23.

- [4] 贺浪冲, 杨广德, 耿信笃. 固定在硅胶表面细胞膜的酶活性及其色谱特性 [J]. 科学通报, 1999, 44(6): 632-637.
- [5] 赵惠茹, 杨广德, 贺浪冲, 等. 用细胞膜色谱法筛选当归中的有效成分 [J]. 中国药理学杂志, 2000, 35(1): 13-15.
- [6] 赵小娟, 党高潮, 杨广德, 等. 淫羊藿根与叶活性成分的分析 and 比较 [J]. 分析化学, 2002, 30(2): 195-197.
- [7] 王锐平, 陈 蕙, 贺浪冲. 用细胞膜色谱法筛选菟丝子的有效成分 [J]. 陕西中医, 2003, 24(6): 553-554.
- [8] 梁明金, 贺浪冲. 四物汤中当归有效部位及有效成分的研究 [J]. 分析化学研究报告, 2004, 32(1): 83-86.
- [9] Liang M J, He L C, Yang G D. Screening, analysis and *in vitro* vasodilatation of effective component from *Ligusticum chuanxiong* [J]. *Life Sci*, 2005, 78(2): 128-133.
- [10] 高 琨, 贺浪冲, 杨广德. 用细胞膜色谱法筛选研究红毛七中的有效成分 [J]. 中国药理学杂志, 2003, 38(1): 14-16.
- [11] 张汉利, 杨广德, 贺浪冲, 等. 太白花活性成分的筛选与药理作用相关性研究 [J]. 中国药理学杂志, 2003, 38(2): 92-94.
- [12] 陈 蕙, 王锐平, 贺浪冲, 等. 细胞膜色谱法筛选红花中的有效成分 [J]. 陕西中医, 2004, 25(7): 643-635.
- [13] Liang M J, He L C. Analysis of the effective component of *Angelica sinensis* in Siwutang [J]. *Chin J Anal Chem*, 2004, 32(1): 83-86.
- [14] 岳宜峰, 张延妮, 张志琪, 等. 心肌细胞膜固定相色谱研究中药川芎提取液与受体的作用 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(2): 130-132.
- [15] 张延妮, 岳宜峰, 张志琪, 等. 4种川芎化学成分与心肌细胞膜受体作用的研究 [J]. 中国中药杂志, 2004, 29(7): 660-662.
- [16] 李洪玲, 杨广德, 贺浪冲. 心康平原料药的鉴别和含量测定 [J]. 药物分析杂志, 2001, 21(5): 348-349.
- [17] Bian X L, He L C, Yang G D. Synthesis and anti-hyperglycemic evaluation various protoberrine derivatives [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2006, 16: 1380-1383.
- [18] 张宇洁, 贺浪冲. 用细胞膜色谱模型筛选长春抑制HeLa细胞增殖的活性成分 [J]. 中国药理学杂志, 2005, 40(6): 463-465.
- [19] 张 博, 贺浪冲. 用细胞膜色谱法分析金刷把中具有细胞毒活性的有效成分 [J]. 现代医药卫生, 2006, 22(15): 2303-2304.
- [20] 朱 荃. 细胞膜固相色谱及其在中药效应一物质基础研究中的应用 [J]. 南京中医药大学学报, 2006, 22(1): 8-11.
- [21] 董白波. 红细胞膜生物色谱法的建立及其在当归效应物质研究中的应用 [A]. 南京中医药大学博士研究论文 [D]. 南京: 南京中医药大学, 2002.
- [22] 樊宏伟, 余 黎, 洪 敏, 等. 血小板细胞膜固相色谱法的建立及其对丹参效应物质的初步分析 [J]. 中国药理学杂志, 2004, 39(5): 375-379.
- [23] 樊宏伟, 余 黎, 洪 敏, 等. 血小板细胞膜固相色谱法在脉宁宁注射液效应物质分析中的应用 [J]. 中国药理学杂志, 2004, 41(1): 63-65.
- [24] Zeng C M, Zhang Y, Lu L, *et al.* Immobilization of human red cells in gel particles for chromatographic activity studies of the glucose transporter *glut 1* [J]. *Biochem Biophys Acta*, 1997, 1325(1): 91-98.

众志成城 抗震救灾

自“5·12”四川汶川发生特大地震以来, 众多医药企业表现出高尚的人道主义精神, 一方有难, 八方相助, 向灾区伸出了援助之手, 捐款捐物, 为抗震救灾贡献出自己的力量。

部分向地震灾区奉献爱心的医药企业名单: 阿斯利康(无锡)贸易有限公司; 安徽安科生物工程(集团)股份有限公司; 安徽丰原药业股份有限公司; 安斯泰来(中国)有限公司; 拜耳医药保健有限公司; 北京百奥药业有限责任公司; 北京北大维信生物科技有限公司; 北京北陆药业股份有限公司; 北京费森尤斯卡比医药有限公司; 北京诺华制药有限公司; 北京赛生药业有限公司; 北京四环科宝制药股份有限公司; 北京泰德制药有限公司; 北京万辉双鹤药业有限责任公司; 博福-益普生(天津)制药有限公司; 步长集团; 成都倍特药业有限公司; 成都地奥制药集团有限公司; 成都国嘉生物科技集团; 成都中汇制药有限公司; 丹东药业集团有限公司; 岛津国际贸易(上海)有限公司; 福建广生堂药业有限公司; 广东康乃馨药业有限公司; 广东信东医药有限责任公司; 广州诺金制药有限公司; 贵州百灵企业集团制药股份有限公司; 贵州金宇药业有限公司; 贵州三力制药有限公司; 贵州圣济堂制药有限公司; 贵州威门药业股份有限公司; 贵州信邦制药有限公司; 贵州益康制药有限公司; 桂林三金药业股份有限公司; 哈尔滨誉衡药业有限公司; 海南碧凯药业有限公司; 海南海灵制药厂有限公司; 海南中和药业有限公司; 杭州国光药业有限公司; 杭州民生药业集团有限公司; 杭州中美华东制药有限公司; 河北长天药业有限公司; 湖南迪诺制药股份有限公司; 华瑞制药有限公司; 惠氏公司; 吉林辉南辉发制药股份有限公司; 林省天风制药有限责任公司; 江苏康缘药业股份有限公司; 江苏正大丰海制药有限公司; 江西济民可信集团有限公司; 江西普正药业集团; 江中药业股份有限公司; 锦州奥鸿药业有限责任公司; 京卫医药科技集团有限公司; 葵花药业集团有限公司; 昆明圣火药业(集团)有限公司; 李时珍医药集团; 丽珠医药集团股份有限公司; 辽宁美林药业有限公司; 辽宁诺康医药有限公司; 绿谷(集团)有限公司; 美国礼来公司; 默沙东(中国)有限公司; 强生公司; 青岛黄海制药有限公司; 赛诺菲安万特(中国)投资有限公司; 山德士(中国)制药有限公司; 山东达因海洋生物制药股份有限公司; 山东鲁抗医药股份有限公司; 山东瑞阳制药有限公司; 山东新华制药股份有限公司; 陕西君寿堂制药有限公司; 上海博莱科信谊药业有限公司; 上海卡乐康包衣技术有限公司; 上海现代制药股份有限公司; 深圳立健药业有限公司; 深圳市朗欧生物医药有限公司; 深圳市三九医药贸易有限公司; 深圳万和制药有限公司; 深圳致君制药有限公司; 神威药业有限公司; 施维雅(天津)制药有限公司; 石家庄四药有限公司; 石家庄以岭药业股份有限公司; 石家庄制药集团; 四川百利药业股份有限公司; 四川宝光药业有限公司; 太极集团; 天津红日药业股份有限公司; 天津市天大天发科技有限公司; 天津天士力医药营销集团有限公司; 天津高新技术产业园区天河医疗仪器有限公司; 天津中新药业集团股份有限公司; 天津中央药业有限公司; 通化东宝药业股份有限公司; 卫材(中国)药业有限公司; 西安杨森制药有限公司; 厦门北大之路生物工程有限公司; 厦门中药厂有限公司; 新谊医药集团上海凯宝药业有限公司; 修正药业集团; 103. 浙江贝得药业有限公司; 104. 浙江大德药业集团有限公司; 浙江海正药业股份有限公司; 浙江杭康药业有限公司; 浙江花园药业有限公司; 浙江尖峰药业有限公司; 浙江京新药业股份有限公司; 浙江康恩贝制药股份有限公司; 浙江南洋药业有限公司; 浙江日升昌药业有限公司; 浙江医药股份有限公司新昌制药厂; 浙江永宁药业股份有限公司; 中国参天制药株式会社(北京办事处); 中国大冢制药有限公司; 中美上海施贵宝制药有限公司; 重庆华邦制药股份有限公司; 重庆圣华曦药业有限公司; 重庆药友制药有限责任公司; 121. 株洲千金药业股份有限公司; 住友制药(苏州)有限公司

细胞膜色谱技术用于中药活性成分筛选的研究进展

作者：[方艺霖](#)，[张艺](#)，[肖小河](#)，[杜娟](#)，[张静](#)，[FANG Yi-lin](#)，[ZHANG Yi](#)，[XIAO Xiao-he](#)，[DU Juan](#)，[ZHANG Jing](#)

作者单位：[方艺霖, FANG Yi-lin\(成都中医药大学, 民族医药研究所, 四川, 成都, 610075;解放军302医院, 全军中药研究所, 北京, 100039\)](#)，[张艺, 杜娟, 张静, ZHANG Yi, DU Juan, ZHANG Jing\(成都中医药大学, 民族医药研究所, 四川, 成都, 610075\)](#)，[肖小河, XIAO Xiao-he\(解放军302医院, 全军中药研究所, 北京, 100039\)](#)

刊名：[中草药](#) **ISTIC** **PKU**

英文刊名：[CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS](#)

年，卷(期)：2008, 39(7)

被引用次数：9次

参考文献(24条)

1. [张子忠;梁鑫森](#) 色谱在中药现代化中的作用[期刊论文]-[世界科学技术-中医药现代化](#) 2001(02)
2. [丁岗;董自波;李智立](#) 生物色谱法及其在药物研究中的应用[期刊论文]-[中国药科大学学报](#) 2002(04)
3. [Lu X H;Jin N Z](#) Application of biochromatography in screening the biologically active principles of Chinese traditional drug[期刊论文]-[Chinese Journal of Biochemical Pharmaceutics](#) 2003(05)
4. [贺浪冲;杨广德;耿信笃](#) 固定在硅胶表面细胞膜的酶活性及其色谱特性[期刊论文]-[科学通报](#) 1999(06)
5. [赵惠茹;杨广德;贺浪冲](#) 用细胞膜色谱法筛选当归中的有效成分[期刊论文]-[中国药学杂志](#) 2000(01)
6. [赵小娟;党高潮;杨广德](#) 淫羊藿根与叶活性成分的分析 and 比较[期刊论文]-[分析化学](#) 2002(02)
7. [王锐平;陈蓁;贺浪冲](#) 用细胞膜色谱法筛选菟丝子的有效成分[期刊论文]-[陕西中医](#) 2003(06)
8. [梁明金;贺浪冲](#) 四物汤中当归有效部位及有效成分的研究[期刊论文]-[分析化学研究报告](#) 2004(01)
9. [Liang M J;He LC;Yang G D](#) Screening, analysis and in vitro vasodilatation of effective component from Ligusticum chuanxiong[外文期刊] 2005(02)
10. [高琨;硬浪冲;杨广德](#) 用细胞膜色谱法筛选研究红毛七中的有效成分[期刊论文]-[中国药学杂志](#) 2003(01)
11. [张汉利;杨广德;贺浪冲](#) 太白花活性成分的筛选与药理作用相关性研究[期刊论文]-[中国药学杂志](#) 2003(02)
12. [陈蓁;王锐平;贺浪冲](#) 细胞膜色谱法筛选红花中的有效成分[期刊论文]-[陕西中医](#) 2004(07)
13. [Liang M J;He L C](#) Analysis of the effective component of Angelica sinensis in Siwutang[期刊论文]-[Chinese Journal of Analytical Chemistry](#) 2004(01)
14. [岳宣峰;张延妮;张志琪](#) 心肌细胞膜固定相色谱研究中川芎提取液与受体的作用[期刊论文]-[中国中药杂志](#) 2005(02)
15. [张延妮;岳宣峰;张志琪](#) 4种川芎化学成分与心肌细胞膜受体作用的研究[期刊论文]-[中国中药杂志](#) 2004(07)
16. [李洪玲;杨广德;贺浪冲](#) 心康平原料药的鉴别和含量测定[期刊论文]-[药物分析杂志](#) 2001(05)
17. [Bian x L;He L C;Yang G D](#) Synthesis and antihyperglycemic evaluation various protoberberrine derivatives[外文期刊] 2006(5)
18. [张宇洁;贺浪冲](#) 用细胞膜色谱模型筛选长春七抑制HeLa细胞增殖的活性成分[期刊论文]-[中国药学杂志](#) 2005(06)
19. [张博;贺浪冲](#) 用细胞膜色谱法分析金刷把中具有细胞毒活性的有效成分[期刊论文]-[现代医药卫生](#) 2006(15)
20. [朱荃](#) 细胞膜固相色谱及其在中药效应-物质基础研究中的应用[期刊论文]-[南京中医药大学学报](#) 2006(01)
21. [董自波](#) 红细胞膜生物色谱法的建立及其在当归效应物质研究中的应用[学位论文] 2002
22. [樊宏伟;余黎;洪敏](#) 血小板细胞膜固相色谱法的建立及其对丹参效应物质的初步分析[期刊论文]-[中国药学杂志](#)

2004(05)

23. 樊宏伟;余黎;洪敏 [血小板细胞膜固相光谱法在脉络宁注射液效应物质分析中的心用](#)[期刊论文]-[中国药学杂志](#)
2004(01)

24. Zeng C M;Zhang Y;Lu L [Immobilization of human red cells in gel particles for chromatographic activity studies of the glucose transporter glut 1](#)[外文期刊] 1997(01)

本文读者也读过(10条)

1. 汪宁, 段金廛, 朱荃, 丁安伟, 李庆林, 彭代银, Wang Ning, Duan Jin-ao, Zhu Quan, Ding An wei, Li Qing lin, Peng Dai yin [细胞膜生物色谱法在中药研究中的应用](#)[期刊论文]-[世界科学技术-中医药现代化](#)2008, 10(5)
2. 方艺霖, 张艺, 杜娟, 张静, 肖小河 [细胞膜色谱技术用于中药活性成分筛选的研究进展](#)[会议论文]-2007
3. 王翀, 刘斌, 张桂燕, 石任兵 [生物色谱在中药活性成分分离中的应用](#)[会议论文]-2009
4. 汪宁, 朱荃, 段金廛, 丁安伟, 李庆林, 彭代银 [细胞膜生物色谱法在中药研究中的应用](#)[会议论文]-2008
5. 孙小芬, 刘汉清, 李婧 [分子生物色谱技术在中药研究中的应用进展](#)[期刊论文]-[医药导报](#)2010, 29(9)
6. 林蓉, 杨广德, 王维蓉, 刘俊田, 贺浪冲, 彭宁, 韩纯洁, 刘瑜, LIN Rong, YANG Guang-de, WANG Wei-rong, LIU Jun-tian, HE Lang-chong, PENG Ning, HAN Chun-jie, LIU Yu [用CD40高表达细胞膜色谱模型筛选丹参中抗动脉粥样硬化的活性成分](#)[期刊论文]-[中药材](#)2006, 29(12)
7. 樊宏伟, 余黎, 洪敏, 朱荃 [血小板细胞膜固相光谱法的建立及其对丹参效应物质的初步分析](#)[期刊论文]-[中国药学杂志](#)2004, 39(5)
8. 曾祥丽, 丁安伟 [生物色谱在中药活性成分研究中的应用](#)[会议论文]-2006
9. 汪宁, 朱荃, 彭代银, 段金廛, 丁安伟 [细胞膜生物色谱法在中药研究中的应用](#)[会议论文]-2008
10. 李义平, 贺浪冲 [血管内皮细胞膜色谱模型的建立及初步应用](#)[期刊论文]-[科学通报](#)2007, 52(4)

引证文献(9条)

1. 孙小芬, 刘汉清, 李婧 [分子生物色谱技术在中药研究中的应用进展](#)[期刊论文]-[医药导报](#) 2010(9)
2. 周婧, 王剑, 马宏跃, 丁安伟, 尚尔鑫, 詹臻, 钱大玮, 唐于平 [细胞亲和-UPLC-QTOF测定蟾蜍甾烯与宫颈癌HeLa细胞的亲和及与化合物计算分子属性的相关性分析](#)[期刊论文]-[中国药理学通报](#) 2012(8)
3. 周婧, 王剑, 马宏跃, 丁安伟, 尚尔鑫, 詹臻, 钱大玮, 唐于平 [细胞亲和-UPLC-QTOF测定蟾蜍甾烯与宫颈癌HeLa细胞的亲和及与化合物计算分子属性的相关性分析](#)[期刊论文]-[中国药理学通报](#) 2012(8)
4. 曹岩, 景晶, 吕狄亚, 朱臻宇, 张国庆, 柴逸峰 [用细胞膜色谱法和HPLC-TOF/MS研究附子中的有效成分](#)[期刊论文]-[药与实践杂志](#) 2011(5)
5. 胡敏敏 [细胞生物色谱法在中药研究中的应用](#)[期刊论文]-[中国现代药物应用](#) 2010(21)
6. 肖小河, 鄢丹, 袁海龙, 王伽伯, 金城 [基于成分敲除/敲入的中药药效组分辨识与质量控制模式的商建](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2009(9)
7. 王艳微, 畅瑞苗, 王新, 岳媛, 薛晖, 李晓妮 [细胞膜色谱法与液相色谱-质谱联用筛选佛手的活性成分](#)[期刊论文]-[中国中医药信息杂志](#)
2013(8)
8. 惠婷婷, 夏忠庭, 张兰兰, 周水平 [中药复方药效成分研究进展](#)[期刊论文]-[中国医药导报](#) 2012(6)
9. 徐丽, 时乐, 徐立 [中药复方物质基础研究方法的探讨](#)[期刊论文]-[安徽医药](#) 2010(1)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zcy200807053.aspx