

· 专论与综述 ·

中草药治疗泌尿系结石的配位化学基础

欧阳健明, 周 娜^①

(暨南大学生物矿化与结石病防治研究所, 广东 广州 510632)

摘 要: 泌尿系结石病是泌尿外科的常见病和多发病。中国传统药物对尿石症具有独特的疗效, 但其治疗机制至今尚不很清楚。为了进一步了解中草药在治疗泌尿系结石方面的作用, 从治疗尿石症的主要中草药金钱草、茯苓、海金沙、石韦、虎杖、怀牛膝、泽泻、黄芪、滑石、肾茶等的主要化学组份及其治疗泌尿系结石的化学基础入手, 重点讨论了中草药各主要成分与尿液中钙离子的配位化学及其在含钙尿石防治中的作用机制。

关键词: 中草药; 泌尿系结石; 配位化学; 生物矿化

中图分类号: R 287.31

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2004)05-0579-04

Coordination chemistry basis of Chinese herbal medicine in treatment of urolithiasis

OU YANG Jian-ming, ZHOU Na

(Institute of Biom mineralization and Lithiasis Research, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Key words: Chinese herbal medicine; urinary stones; coordination chemistry; biom mineralization

泌尿系结石是泌尿系统中晶体物质和有机物异常积聚形成的产物^[1], 是一种世界范围的常见病、多发病, 其发病率呈上升趋势^[2]。根据结石所在部位的不同可分为: 肾结石、输尿管结石、膀胱结石及尿道结石等。虽然体外振波碎石技术在临床上日益广泛应用, 使尿结石患者在治疗方法上有更多的选择, 但中医药疗法以其无创伤性, 副作用少, 疗效肯定而被众多尿结石患者所使用。尤其是一些单发或小颗粒结石或经其他治疗方法效果欠佳的患者, 中医药疗法成了他们的首选方法。

从中医角度看, 尿石症是机体水液代谢失常的产物。《药性本草》曰:“治五淋, 宣通水道”。《医宗必读》曰:“清其积热, 涤去砂石, 则水道自利”。故中医在治疗泌尿系结石上以清热利湿通淋、活血化瘀、理气导滞为基本原则。

从中药配位化学的角度看, 中药的有效化学成分主要是有机分子与微量元素组成的配位化合物。它们不仅以配合物形态存在于中药中, 而且以配合物形态在人体内起作用。人们熟知的中药有效成分之间的协同和拮抗作用, 其实质就是它们通过配位反应形成配合物^[3], 配合物的形成使其理化性质与单体有了明显区别, 如溶解度、熔点、亲脂性、立体结构、紫外和红外光谱等都发生改变, 药理活性增加, 不良反应降低。因此, 中药制剂的药理作用并非简单的等于处方中各中药及所含某些化学成分药理作用的加和, 而是整体作用大于部分作用的总和^[4]。目前用于治疗尿石症的中草药主要有:

金钱草、茯苓、海金沙、石韦、虎杖、怀牛膝、泽泻、黄芪、滑石、肾茶等, 但对于其作用机制, 缺乏从分子水平和细胞水平上进行深入系统的研究, 其疗效和作用原理也无法用现代科学进行解释。本文从中草药的化学成分角度, 阐述了它们的主要化学组份及其治疗泌尿系结石的化学基础, 重点讨论了各中草药主要成分与尿液中钙离子的配位化学, 以进一步理解中草药在治疗泌尿系结石方面的作用机制。

1 金钱草

金钱草是治疗尿石症的常用中药, 其品种较多。按金钱草的来源和功能可分为: 金钱草、广金钱草和连钱草。金钱草主要含黄酮类、氨基酸、胆碱、鞣质、甾醇、氯化钾及内酯类等, 广金钱草主要含三萜醇配糖体、黄酮苷、生物碱、鞣质及氨基酸等, 连钱草主要含单萜酮、 α -蒎烯、 β -蒎烯、熊果酸、胆碱、鞣质、多种氨基酸及无机盐等^[5]。

1.1 黄酮类化合物: 黄酮类化合物是金钱草的主要成分, 如2',3,4',5,7-五羟基黄酮(桑色素, morin), 3,3',4',5,7-五羟基黄酮(槲皮素, quercetin), 槲皮素-3-半乳糖苷(芦丁)等。黄酮衍生物中的羟基可以与 Ca^{2+} 配位, 降低尿液中 Ca^{2+} 的浓度, 减小草酸钙(CaC_2O_4)等的过饱和度, 从而抑制含钙结石的生长。由于 Ca^{2+} 具有较大的半径, 所以可与桑色素和槲皮素中的5个羟基同时配位。

1.2 氨基酸: 氨基酸是金钱草中另一类有效成分。氨基酸可以与许多金属离子如 Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} 等形成络合物, 这不

① 收稿日期: 2003-09-05

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(20031010); 广东省重点攻关项目(C31401); 广州市重点科技项目(SZ-613); 广东省自然科学基金重点项目(013202); 广东省“千百十工程”“优秀人才基金”(Q02060)

作者简介: 欧阳健明(1963—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 广东省“千百十工程”省级学术带头人, 2001年4月组建“暨南大学生物矿化与结石病防治研究所”, 发表论文80多篇, 近5年共同主持国家自然科学基金重点项目1项, 主持省部级基金6项, 作为第二完成人参与973项目子课题1项; 2003年获广东省科技进步三等奖; 从事生物矿化和泌尿系结石的研究。

但降低了 CaC_2O_4 等的过饱和度, 而且 N 原子上的孤对电子与金属离子发生络合后, 使得氨基酸不再呈碱性, 而显酸性, 因此, 降低了尿液的 pH 值, 有利于防止尿石的形成。

1.3 胆碱: 胆碱(choline)亦广泛存在于金钱草中。胆碱又名氢氧化 β -羟乙基三甲基铵或 2-羟基-N,N,N-三甲基胺的氢氧化物。由于胆碱中同时含有羟基和氢氧根离子, 前者可与 Ca^{2+} 发生配位作用, 后者则使尿液显碱性并使 Ca^{2+} 发生沉积。现代药理研究证明: 胆碱能兴奋中枢神经系统, 有利尿、扩张血管以及改善血液循环的作用。

1.4 鞣质: 鞣质(tannins)为一类复杂的有机酚类化合物。3种金钱草中均含有此类有效成分。根据其化学结构鞣质可分两类: (1)水解类鞣质, 具有酯键或配糖键, 是葡萄糖或多元醇与培酸主要通过酯键形成的多酚; (2)缩合类鞣质, 所有芳核以碳键相连, 是羟基黄烷类单体的缩合物^[6]。鞣质不但能与某些生物碱结合产生不溶于水的化合物, 增加尿液的酸性, 而且其酚羟基可与 Ca^{2+} 发生络合反应, 减小 Ca^{2+} 浓度^[6]。

1.5 甾醇类化合物: 甾醇又名固醇, 是环戊烷多氢菲的衍生物。固醇类包含胆甾烷、麦角烷和豆甾烷系列的 3-羟基类固醇及它们的前体羊毛甾醇(lanosterol)、环阿屯醇和这些固醇的衍生物。其中的羟基可与 Ca^{2+} 发生配位作用。

1.6 三萜醇配糖体和黄酮苷: 三萜醇配糖体(D-s-t)和黄酮苷(D-s-a)均是广金钱草的主要成分。研究发现: D-s-t 和 D-s-a 具有预防结石形成的作用^[7,8]。其中, D-s-t 主要是通过增加尿量和尿枸橼酸的排泄、减少尿钙和尿草酸的排泄, 来抑制 CaC_2O_4 结石的形成^[7]。

1.7 生物碱: 生物碱是一种呈碱性的含氮有机化合物, 大多数生物碱的氮原子存在于杂环中, 如吡啶、喹啉、吲哚等, 它们可与有机酸, 如草酸、枸橼酸等结合形成盐。

上述表明, 金钱草治疗泌尿系结石的化学基础包括两个方面: 一是其有效成分与尿液中 Ca^{2+} 形成配合物, 减小 Ca^{2+} 与草酸根离子($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)的络合能力, 从而降低 CaC_2O_4 等的过饱和度, 抑制 CaC_2O_4 的生长; 二是金钱草能使尿液变成酸性而溶石。

王涌泉等^[9]通过实验证明, 广金钱草提取液能明显降低实验性高草酸尿症大鼠肾脏组织中草酸和钙的含量, 并减少乙二醇诱导的 CaC_2O_4 结晶在肾中的形成、沉积, 从而抑制大鼠 CaC_2O_4 肾结石的形成。

此外, 广金钱草对喂饲结石形成剂大鼠肾及膀胱结石形成也有显著预防作用, 对已形成结石的大鼠有治疗作用。而且, 它还具有利钠作用, 使尿量显著增加^[10]。广金钱草水提醇沉得到的醇不溶物中的多糖部分对一水草酸钙晶体的生长抑制作用最好, 且其抑制作用随多糖浓度的增加而增强。

2 茯苓

茯苓 *Poria cocos* (Schw.) Wolf 为多孔菌科植物的菌核, 菌核主要含 β -茯苓多糖和三萜类化合物乙酰茯苓酸、茯苓酸、 β -羟基羊毛甾三烯酸。此外, 还含有少量角甾醇、甲壳质、蛋白质、脂肪、卵磷脂、葡萄糖、腺嘌呤、组氨酸、胆碱、 β -茯苓聚糖分解酶、脂肪酶、蛋白酶及无机成分

等^[11]。茯苓多糖是茯苓的主要成分, 它在结构上与酸性黏多糖(GAGs)相似, 均含有 β -螺旋结构。尿液中的 GAGs 是尿石症形成的抑制剂, 它在体外也能显著降低一水草酸钙晶体的生长速度和晶体聚集程度。但茯苓多糖的防石作用机制是否与 GAGs 一致, 还有待进一步研究证实。有学者认为, 多糖是 Ca^{2+} 的络合剂, 它能与 Ca^{2+} 结合成可溶性络合物, 使尿液饱和度下降, 从而表现出抑制作用。多糖也能被吸附在晶体表面, 或是封闭晶体表面的生长点, 或是改变晶体表面电荷与能量分布, 从而改变晶体生长的动力学过程, 表现出对生长和聚集的抑制作用。陈焱等^[12]通过动物实验证明, 茯苓多糖能有效抑制大鼠肾内 CaC_2O_4 晶体的形成和沉积, 具有较好的防石作用。

3 海金沙

海金沙为海金沙科植物海金沙 *Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw. 的成熟孢子, 含脂肪油和赤霉素 A_{73} 的甲酯(methyl ester of gibberellin A_{73})等。现代药理证明: 海金沙水提醇沉制成的注射液给麻醉犬 iv, 可明显促进输尿管蠕动频率, 使输尿管上段的压力明显增加, 故具有排石作用^[5]。

4 石韦

石韦为水龙骨科植物庐山石韦, 石韦或有柄石韦的干燥叶。庐山石韦全草含延胡索酸(fumaric acid)、咖啡酸(caffeic acid)、异芒果酸、皂苷, 并含有鞣质、蒽苷、黄酮苷及果糖、葡萄糖、蔗糖、有机酸等。石韦全草中主要含齐墩果酸、皂苷、蒽醌类、鞣质、 β -谷甾醇及绵马三萜等。有柄石韦全草含绵马三萜、 β -谷甾醇、树脂、皂苷等^[11]。

石韦治疗尿结石的有效成分是齐墩果酸, 该成分为三萜有机酸, 除了 17-位的羧基能与 Ca^{2+} 配位外, 还可能会黏附在晶体表面活性部位, 阻止晶体的进一步生长、聚集或相互转化。延胡索酸和咖啡酸中均含有羧基, 可与 Ca^{2+} 发生配位。此外, 咖啡酸中还含有 2 个羟基, 可与 Ca^{2+} 配位形成稳定的五环螯合物。

5 虎杖

虎杖又名活血丹、土大黄、水黄芩、血三七等, 为蓼科植物虎杖 *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. 的根茎。含有羟基蒽醌类化合物、大黄素、大黄素甲醚、大黄酚、大黄素-8- β D-葡萄糖苷、大黄素甲醚-8- β D-葡萄糖苷、芪三酚(resveratrol)和虎杖苷(polydatin)等, 此外尚含有多种聚糖和缩合鞣质。其羟基蒽醌类化合物、大黄素及大黄素甲醚都是蒽醌的衍生物, 含多个配位基团, 可与 Ca^{2+} 形成配位化合物。

6 怀牛膝

怀牛膝又名牛膝, 为苋科植物牛膝 *Achyranthes bidentata* Blume 的根。含皂苷, 水解后生成齐墩果酸, 并含牛膝甾酮(inoksterone)、脱皮甾酮(ecdysterone)、 β -谷甾醇、豆甾烯醇、红苜蓿甾(rubrosterone)及黏液质。其中齐墩果酸和牛膝甾酮等均含有可与 Ca^{2+} 配位的羟基或羧基。

怀牛膝能利尿、通淋, 故可引导肾、膀胱、尿道部位结石下行, 使其排出体外。在临床上, 牛膝常与当归、鸡内金、瞿麦、通草、金钱草、滑石、海金沙等配伍治疗结石症。牛膝汤治

砂淋则配伍金钱草、鸡内金、海金沙等药。曾有文献报道,60例用牛膝汤治疗的泌尿系结石,其中痊愈59例,无效1例,显示出良好的治疗效果^[13]。

7 泽泻

泽泻为泽泻科植物泽泻 *Alisma orientale* (Sam.) Juzep. 的块茎。含三萜类化合物,其有效成分主要是泽泻醇类^[14]。此外,泽泻块茎中尚含有挥发油、生物碱、胆碱、卵磷脂、甲硫氨酸、甲酰四氢叶酸、维生素B₁₂、生物素和甾甾醇等^[11]。药理研究表明,泽泻有利尿和降血脂等作用。

体外实验证实泽泻能有效抑制CaC₂O₄结晶的成核、生长和聚集。尹春萍等^[15]对泽泻水提取液预防CaC₂O₄结石的形成进行了研究,证实了泽泻能有效抑制CaC₂O₄晶体的自发性结晶和生长,并随着人工尿液的离子强度降低和pH值升高,抑制活性逐渐增强。其作用机制可能是由于低离子强度和高pH值时,泽泻吸附于CaC₂O₄晶体表面的能力增强,不利于结晶。因此,在应用泽泻治疗CaC₂O₄尿石过程中,应适当降低尿液离子强度和碱化尿液,以便于泽泻抑制尿石作用的发挥。

8 黄芪

黄芪为豆科植物膜荚黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge 或内蒙黄芪 *A. mongolicus* Bunge 的根。膜荚黄芪含蔗糖、葡萄糖醛酸、黏液质、数种氨基酸、苦味素、胆碱、甜菜碱、叶酸及2',4'-二羟基-5',6'-二甲氧基异黄酮和熊竹素。内蒙黄芪脂质的皂化产物中可分出亚油酸、亚麻酸,非皂化部分中有β-谷甾醇^[11]。

药理研究证明:黄芪中的胆碱和甜菜碱能兴奋中枢神经系统,有利尿、扩张血管、改善血液循环等作用。付丽丽^[16]在自拟化石通淋散中用黄芪治疗尿路结石疗效肯定,可能是由于黄芪通过上述作用,改善了肾脏和梗阻部位的血液循环,加强了肾脏排泄功能,促进输尿管蠕动并解除梗阻部位管壁组织的水肿、黏连,促使结石排出。

9 滑石

滑石最善清利膀胱湿热,而膀胱湿热正是尿石形成的重要病机所在,故滑石是治疗尿石症最常用的药物之一。从现代药理研究来看,滑石的主要成分是含水硅酸镁,因其含镁量多,所以可与Ca²⁺在体内竞争草酸根离子,形成溶解度较大的草酸镁,通过尿液排出体外,从而降低尿石症患者的CaC₂O₄过饱和度,并增加体液对CaC₂O₄的溶解度,从而抑制草酸钙结晶的聚集和生长。但若结石本身含镁离子,如磷酸镁铵结晶,则不适宜使用本品。

10 肾茶

肾茶 *Clerodendranthus spicatus* (Thunb.) C. Y. Wu 为唇形科多年生草本植物,又名猫须草。肾茶中含有黄酮类化合物、甾体皂苷类、萜醌类及其苷类、氨基酸、肌醇、多肽、蛋白质、有机酸、糖类、多糖类、多酚类化合物等。这些物质的分子结构中含有羟基、羰基和氧杂环等基团,可与Ca²⁺形成配合物。

药理研究表明 肾茶具有利尿作用。肾茶中的利尿成分

肌醇可以增加尿量以及尿酸的排泄量,从而促进排石。汪菁菁^[17]报道肾茶治疗泌尿系结石30例,总有效率达93.33%。

11 其他

除了中国的传统药物外,国外也有一些植物可以治疗尿路结石,如产于巴西的一种植物 *Phyllanthus niruri* L. (Pn) 具有促进患者尿石排出的作用^[18]。Pn中含有生物碱、木酚素、酚类、甾类化合物、类黄酮和三萜烯等。Pn提取物不抑制CaC₂O₄晶体的成核,但抑制晶体的生长和聚集,从而减小尿石晶体颗粒的大小。没有Pn存在时,得到的是一水草酸钙(COM)和二水草酸钙(COD)的混合物,COD约占15%。而加入Pn提取物后COD含量增加至30%。结晶24h后,没有Pn的尿液中,CaC₂O₄晶体强烈聚集,而在Pn存在下,聚集显著受到抑制。动物实验表明,Pn并不影响泌尿排泄物中枸橼酸和镁的浓度,但可以使Wistar大鼠尿GAGs浓度从11.78减少到5.64mg/g;同时,尿石中GAGs含量则从16.6增加到48.0μg/g^[19]。

Takusha(猪苓汤的组份之一,其草本来源是泽泻)是一种源于中国的日本传统治疗尿石症的药物。研究表明:Takusha能有效预防草酸盐结晶的形成,防止草酸钙聚集及扩散^[20]。

12 结论与展望

泌尿系结石病是泌尿外科的常见病和多发病。中国传统药物对尿石症具有独特的疗效,但其治疗机制至今尚不是很清楚。中草药治疗尿石症的化学基础主要基于如下4个方面:(1)中草药的有效成分中含有羧基、羟基、羰基、氨基、氨基酸和氧杂环等,这些基团可以与Ca²⁺形成配位络合物;(2)中草药的有机成分自身或许多相对分子质量大的单体成分如黄酮、萜醌、多糖、生物碱、皂苷及含-CN、-S成分的蛋白质等,不但能与Ca²⁺形成配合物,而且还能以疏水、交叠、静电、包合等形成分子络合物^[4];(3)部分中草药如金钱草等可以降低尿液的pH值;(4)中草药黏附在尿石晶体的生长位点上,阻止尿石矿物的进一步生长和聚集,从而抑制尿石的形成。但由于治疗尿石症的中药复方所含的成分有数百种乃至上千种,对其有效成分进行一一的研究目前还存在困难。因此,深入研究中草药对尿石症的药理作用和体内药动学过程,阐明其作用机制,完善中医药理论,需要分析化学、分子生物学、药理学、配位化学、生物无机化学和临床医学等多学科的综合发展。从中草药的有效化学成分及其与尿液中钙离子的配位角度来阐述其治疗泌尿系结石的作用和机制,不但可以从分子水平和细胞水平上深入研究尿石的形成和抑制过程,而且还可以应用组合化学的新概念和新技术^[3],合成新型的尿石抑制剂,并通过修饰和改造中草药的原有有效成分,提高其疗效、降低其毒性。

References

- [1] Ouyang J M, Zhong J P, Su Z X, et al. Effect of urinary macromolecular on the formation of calcium oxalate stones [J]. *Chin J Urol* (中华泌尿外科杂志), 2003, 24(2): 138 - 139.
- [2] Ouyang J M, Yao X Q, Su Z X, et al. Stimulation of calcium (中国科学B辑),

- 2003, 33(1): 14-19.
- [3] Zhu X X, Mao H B. The headway on research of traditional Chinese medicine—coordination chemistry of traditional Chinese medicine [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1997, 28(6): 373-375.
- [4] Liu W S, Luo W Z, Zhang Z R, *et al.* The new theory on research of traditional Chinese medicine—coordination chemistry of traditional Chinese medicine [J]. *West China J Pharm Sci* (华西药科学杂志), 2001, 16(4): 293-294.
- [5] Tian D H. *The Practical Dictionary of Chinese Traditional Medicine* (实用中药辞典) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2002.
- [6] Shi B, Di Y, He Y J, *et al.* The pharmacological activities of tannins [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1998, 29(7): 487-490.
- [7] Kubo T, Hamada S, Nohara T, *et al.* Study on the constituents of *Desmodium styracifolium* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1989, 37: 2229-2231.
- [8] Hirayama H, Wang Z, Nishi K, *et al.* Effect of *Desmodium styracifolium*—triterpenoid on calcium oxalate renal stones [J]. *Br J Urol*, 1993, 71: 143-147.
- [9] Wang Y Q, Zhu B J, An R H, *et al.* Inhibitory effect of *Desmodium styracifolium* (Ds) injection on calcium oxalate renal stone formation [J]. *Chin J Urol* (中华泌尿外科杂志), 1999, 20(11): 689-691.
- [10] Wang Z G, Li Z Y, Tang Y, *et al.* Clinical study on Sanjinerishi Decoction in treating urinary stone according to the traditional Chinese differentiation of syndrome and sign [J]. *Hebei J Tradit Chin Med* (河北中医), 2002, 24(4): 246-248.
- [11] Liu Q H, Liu Y C. *Practical Plant Materia Medica* (实用植物本草) [M]. Tianjin: Tianjin Science and Technology Press, 1998.
- [12] Chen Y, Liu X C, Zhang J R. An experimental study on the inhibiting effect of pachyman on lithiasis formation [J]. *Chin J Urol* (中华泌尿外科杂志), 1999, 20(2): 114-115.
- [13] Zhang B, Hou S L. View of two tooth achyranthes root “xi-axing” [J]. *Henan J Tradit Chin Med Pharm* (河南中医药学刊), 1999, 20(2): 114-115.
- [14] Peng G P, Lou F C. Terpenoids of *Ailanthus orientalis* Juzep [J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2001, 13(4): 1-4.
- [15] Yin C P, Liu J H, Zhang C G. Inhibition of *Rhizoma Ailanthi* and selfheal in calcium oxalate crystallization in different ionic strength and pH [J]. *Acta Univ Med Tongji* (同济医科大学学报), 1996, 25(4): 321-322.
- [16] Fu L L. Clinical investigation of Huashitongling on urinary stones [J]. *Forum Tradit Chin Med* (国医论坛), 2002, 17(5): 21-22.
- [17] Wang J J. The clinical report on the therapy of urinary stones with *Clerodendranthus spicatus* Decoction [J]. *Zhejiang J Integrated Tradit Chin West Med* (浙江中西医结合杂志), 1998, 8(4): 206.
- [18] Barros M E, Schor N, Boim M A. Effects of an aqueous extract from *Phyllanthus niruri* on calcium oxalate crystallization in vitro [J]. *Urol Res*, 2003, 30: 374-379.
- [19] Freitas A M, Schor N, Boim M A. The effect of *Phyllanthus niruri* on urinary inhibitors of calcium oxalate crystallization and other factor associated with renal stone formation [J]. *BJU Int*, 2002, 89: 829-834.
- [20] Takahiro Y, Keiji F, Motohilo S, *et al.* The effect of Takusha, a kampo medicine, on renal formation and osteopontin expression in a rat urolithiasis model [J]. *Urol Res*, 1999, 27: 194-199.

黄酮类化合物药动学研究进展

张国辉, 马 辰*

(中国医学科学院 中国协和医科大学药物研究所, 北京 100050)

摘 要: 对近5年国内外关于黄酮类化合物药动学研究的文献进行检索, 整理分析和归纳总结, 介绍了其在体内的测定方法、药动学过程(包括吸收、分布、代谢和排泄)以及生物利用度的研究情况。黄酮类化合物在体内的药动学过程比较复杂, 可以根据不同的情况选择合适的方法进行研究, 其在中药复方制剂中的药动学研究相对还很薄弱。因此, 有必要对复方中的黄酮类成分的药动学进一步深入的研究。

关键词: 黄酮; 药动学; 代谢

中图分类号: R285.61

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2004)05-0582-04

Advances in studies on pharmacokinetics of flavonoids

ZHANG Guo-hui, MA Chen

(Institute of Materia Medica, Chinese Academy of Medical Science
and Peking Union Medical College, Beijing 100050, China)

Key words: flavonoids; pharmacokinetic; metabolism

黄酮(flavonoids)是一类多酚类(polyphenols)化合物,

广泛存在于植物界中, 在植物体内大部分与糖结合成苷, 一

* 收稿日期: 2003-08-12

作者简介: 张国辉(1975—), 男, 山东人, 中国医学科学院中国协和医科大学药物研究所 2001 级硕士研究生, 研究方向为中草药成分分析及药动学。Tel: (010)63165239 E-mail: machench@hotmail.com