

- 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 Sanjinershi 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-xing" [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 *Alishan 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 Alishanensis* and self-heal 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, Motohiko 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

* 通讯作者

部分以游离形式存在,属于植物的二级代谢产物。目前已经确认结构的黄酮类化合物有 4 000 多种。实验证明其具有广泛的生理和药理活性,包括抗病毒、抗癌、抗氧化、抗炎、抗衰老等,因此对该类化合物的研究已成为国内外医药界研究的热门课题。许多中药(如黄芩、葛根、槐米等)含有丰富的黄酮类成分,特别是在一些中药复方中,黄酮作为主要成分发挥作用。国内开展的复方药动学研究常以一种黄酮成分作为指标成分进行分析。现将最近几年黄酮类化合物药动学研究进展综述如下。

1 体内的药物测定方法

在黄酮类化合物的药动学研究中,要对生物样品中黄酮及其代谢产物进行定量分析。首先应该重视生物分析方法的确认,符合生物分析方法确认的指导原则^[1]。目前最普遍的方法是高效液相色谱法,由于生物样品(包括血浆、尿、唾液等)含有大量的内源性物质,必需对样品进行适当预处理。

1.1 生物样品处理方法:生物样品测定前需进行样品预处理,预处理是进行分析测定过程的重要环节。通过预处理可以达到以下目的:多数生物样品必须经过均匀化处理后才能测定;排除内源性杂质和代谢物的干扰;浓缩被测组份以满足仪器检测灵敏度的要求;对呈结合状态的药物进行水解处理。

目前最常用的有液-液萃取和液-固萃取,后者又称为固相萃取(solid phase extraction, SPE)。比较简单的处理方法是甲醇、乙醇、乙腈等常见的蛋白沉淀试剂沉淀蛋白,高速离心后取上清液直接进样。李新中等^[2]在测定黄芩苷在感染性脑水肿家兔的血药浓度时,将 2 mL 甲醇加入到 200 μ L 血浆中,旋涡振荡 10 min,超声提取 30 min,高速离心(15 000 r/min),取上清液 15 μ L 进样,回收率分别为(94.77 \pm 4.29)%, (88.56 \pm 3.18)% 和(87.26 \pm 4.48)%。沉淀蛋白直接进样虽方法简单,但需要沉淀试剂对样品和内标有较高的溶解度。大部分情况下是采取沉淀蛋白后取上清液,吹干溶剂复溶进样。Chang 等^[3]测定山楂中多种黄酮类成分在大鼠血浆浓度时,比较了醋酸乙酯、醋酸乙酯-甲醇(2:1)、醋酸乙酯-甲醇(1:1)和甲醇不同配比的溶剂对金丝桃苷、异槲皮苷的回收率。其用 100 μ L 血浆,加入 20 μ L (41 μ g/mL) 柚苷做内标,25 μ L (20%) 抗坏血酸水溶液抗氧化,用 3 mL 不同配比的溶剂提取,旋涡振荡 1 min,4 000 r/min 离心 5 min,上清液在室温下吹干,残渣用 300 μ L 流动相溶解,13 000 r/min 离心 10 min,100 μ L 进样。其中醋酸乙酯-甲醇(2:1)相对回收率最优。由于黄酮类化合物在体内多与葡萄糖醛酸结合,因此原形药物的浓度通常很低,测定体液中黄酮类化合物的浓度,国外多以酶水解后,再进行固相萃取。Nielsen^[4]在测定人尿中槲皮素含量时,取 15 mL 氩气消泡后的尿液,用 0.2 mol/L 醋酸盐(含 1% 抗坏血酸)调尿液 pH 至 5,样品中加入 1 μ g 漆树黄酮做内标,用 100 μ L β -葡萄糖醛酸苷酶/芳基磺胺酶(0.55 U/0.26 U)在 37 $^{\circ}$ C 温孵 1 h 震荡水解,取 500 mg 反相 C₁₈ 填料,甲醇湿润装柱,随后用 1% 甲酸 5 mL 平衡 ODS 柱,酶解后的尿液上样,流速为 5 mL/

min 左右,用 3 mL 5% 甲醇,1% 甲酸和 3 mL 90% 甲醇(含 1% 甲酸和 1% 抗坏血酸)洗脱,最后用 3 mL 甲醇洗脱。馏分合并,真空吹干,残渣用 150 μ L 甲醇复溶后进样。Erlund^[5]测定血浆中槲皮素含量时,也采用此方法,此外还比较了 C₁₈, C₈, CN, NH₄, 硅胶, diol, PBA 和 ENV 等固相萃取填充剂对槲皮素的提取率。

1.2 检测方法:目前药动学给药方式一般采用口服和静脉给药两种。静脉给药可以避免在胃肠道内的代谢和分解以及肝脏的首过效应,口服给药则不可避免受到以上的影响,而且在胃肠道内的吸收还受到剂型和自身理化性质的影响,进入体内血液循环的药量更低,导致样品的浓度低。如果要准确测定体液中的药物浓度,应选择较高灵敏度的检测器,其中紫外检测器为 HPLC 最常用的检测器。多数黄酮类化合物因分子中存在桂皮酰基(cinnamoyl)和苯甲酰基(benzoyl)组成的交叉共轭体系,故其在 200~400 nm 区域存在 2 个主要吸收带,分别为峰带 I (300~400 nm) 及峰带 II (220~280 nm)。由于内源性物质在较低波数下有强吸收,会压制生物样品中黄酮化合物的色谱峰,一般选择峰带 I 作为检测谱带。Nielsen^[4]在测定人尿中槲皮素含量时采用紫外检测器,检测限为 5 ng/mL。Chang 等^[3]使用光电二极管阵列检测器同时检测了大鼠血浆中的金丝桃苷、异槲皮素苷、绿原酸和表儿茶素,检测限分别为 0.03, 0.03, 0.04 和 0.20 μ g/mL。除紫外检测器外,应用比较多的还有电化学和荧光检测器。Erlund 等^[5]测定血浆中槲皮素含量时,采用电化学检测器,最低定量限为 0.63 μ g/mL。近年由于质谱技术的发展,特别是串联质谱技术广泛应用,其高灵敏度,专属性强和分析速度快等优点在药动学研究发挥的作用越来越大。杜珂^[6]等采用液相色谱-质谱(LC-MS)测定了 ig 后大鼠血浆中的汉黄芩素的含量,最低定量浓度达到 0.25 ng/mL。Kienzler^[7]等采用 LC-MS-MS 测定了志愿者 po 后血浆中 3-和 4-O- β -羟乙基芦丁苷的衍生物浓度,其中 4-O- β -羟乙基芦丁苷衍生物定量限为 1.21 ng/mL,3-O- β -羟乙基芦丁苷衍生物定量限为 1.79 ng/mL。

2 药动学研究

2.1 黄酮类化合物在体内的吸收和分布:黄酮类化合物在植物体内大部分与糖结合成苷,小部分以苷元形式存在。黄酮苷和苷元在体内吸收程度相差很大。Crespy 等^[8]研究表明,把槲皮素、异槲皮苷和芦丁同时给大鼠 ig 给药 30 min 后,槲皮素有 38% 消失,表明槲皮素在胃里就被快速的吸收,而芦丁和异槲皮素苷在大鼠胃里既没有水解成苷元也没有被吸收。对比实验表明,饮食中的黄酮苷元部分在胃里就可以被吸收了,而苷却没有吸收。Morandn 等^[9]以血药浓度为指标,对标记后槲皮素、槲皮素-3- β -葡萄糖苷、槲皮素-3- β -鼠李糖苷和芦丁大鼠 ig 给药后吸收进行了研究。给药 4 h 后,大鼠血浆药物浓度以水解后的代谢产物(3-和 4-methylquercetin)为指标测定,其中槲皮素、芦丁和槲皮素-3- β -葡萄糖苷的浓度分别是(11.2 \pm 1.8), (2.5 \pm 2.0) 和(33.2 \pm 3.5) mmol/L,在血浆中未发现槲皮素-3- β -鼠李糖

苷或其代谢物。研究表明,转葡萄糖基酶催化反应(3-O-glucosylation)能改善槲皮素在小肠内的吸收,但槲皮素-3- β -鼠李糖苷却抑制转葡萄糖基酶,从而影响了小肠对槲皮素-3- β -鼠李糖苷的吸收。研究还发现,在饲料中添加槲皮素-3- β -葡萄糖苷和槲皮素,持续 24 h 喂养大鼠,槲皮素-3- β -葡萄糖苷的血浆标记物浓度比槲皮素相应高。结果表明,和其他槲皮素苷相比,槲皮素-3- β -葡萄糖苷更容易吸收,但在大鼠血浆中以转化物而非原形的形式存在。Holman 等^[10]研究也表明,在日常饮食的黄酮苷中,糖的部分是决定黄酮苷在人体内吸收程度的一个重要因素。以饮食中 3 种主要黄酮槲皮素、槲皮苷和芦丁为研究对象,9 名志愿者 *p.o.* 结果表明,槲皮素在血浆中的最大血药浓度(C_{max})是槲皮苷的 20 多倍,而达峰时间(T_{max})比槲皮苷快 10 倍。但芦丁的生物利用度仅为槲皮苷的 20%,表明槲皮苷主要的吸收部位在小肠,而芦丁主要在回肠去糖基(deglycosylation)后吸收。

邹节明等^[11]采用放射性同位素追踪技术,小鼠 *ig* 给药,比较了单一淫羊藿苷和复方中淫羊藿苷的体内含量分布。淫羊藿苷在体内分布较快,范围也很广。单一淫羊藿苷在肾上腺的含量较高,示踪 48 h 时仍高于其他任何器官,提示肾上腺是其最敏感的靶器官;而复方中淫羊藿苷在肾上腺的含量更高,说明复方中的其他成分对淫羊藿苷在其靶器官的分布有一定的促进作用。

2.2 黄酮类化合物在体内的代谢和排泄: 药物代谢(metabolism)又称为生物转化(biotransformation),指药物在体内化学结构发生改变的过程。在决定大多数药物的药理及毒理特性方面起重要作用。机体对药物代谢的主要器官包括肝、肠、肾、肺等。对于大部分黄酮类化合物来说,肝脏和消化道是药物代谢的主要场所。大部分 *p.o.* 给药黄酮类化合物,在胃肠道内即发生代谢,吸收进入体内的成分是其代谢产物而不是其原形成分;对于静脉给药,主要在肝脏里发生生物转化反应。黄酮苷在肠道中容易发生水解反应,而黄酮苷元在肝脏中易发生转化反应。车庆明等^[12,13]研究了志愿者 *p.o.* 黄芩苷元和黄芩苷后尿中的代谢产物。采用 HPLC-UV(光电二极管阵列检测器)和 HPLC-MS 联用,确定了尿中的主要代谢物的结构。苷和苷元的主要代谢物相同,为 5,6,7-三羟基黄酮-6-O-葡萄糖醛酸苷和 5,7-二羟基-6-甲氧基黄酮-7-O-葡萄糖醛酸苷。但黄芩苷元吸收快,生物利用度高。口服后的黄芩苷经肠道菌群的作用,产生苷元,苷元进入肝脏后代谢形成其他代谢产物。Lai 等^[14]以黄芩苷和黄芩苷元为指标化合物,研究了大鼠 *p.o.* 给药和静脉给药后,血浆中药物及代谢物的浓度。实验结果表明:黄芩苷元和黄芩苷在血浆中主要以葡萄糖醛酸结合物和硫酸结合物为主,黄芩苷在血浆中代谢物的最大血药浓度(C_{max})要比苷元的低,达峰时间(T_{max})要长。槲皮素^[4]及其不同的苷^[9]在大鼠和人的血浆及尿中,除少数槲皮素存在外,其余均以葡萄糖醛酸结合物和硫酸结合物的形式存在。邱峰等^[15]对大鼠 *ig* 后的淫羊藿苷代谢产物进行了分析,*ig* 给药 4 h 后胃内有微量的淫羊藿次苷 I 和 II 存在,进入肠道后很快发生代谢,转换成淫羊

藿次苷 II。尿中的代谢产物主要为相对小分子的淫羊藿次苷 II 和淫羊藿素,胆汁中为相对大分子和高极性的代谢物淫羊藿素 3-O- α -L-鼠李吡喃糖基-7-O- β -D-葡萄糖吡喃糖醛酸苷为主,仅有少量的淫羊藿次苷 II。淫羊藿苷主要的代谢途径为在肠道内降解为淫羊藿次苷 II(脱葡萄糖基),进入体内的淫羊藿次苷 II 在肝脏中发生 C-7-OH 葡萄糖醛酸化,葡萄糖醛酸化产物通过胆汁排入小肠中,未被代谢的淫羊藿次苷 II 通过肾脏排入尿中。

黄酮类化合物在体内排泄途径主要为肾脏排泄和胆汁排泄。Lai 等^[16]以志愿者口服黄芩药粉后,研究其尿中黄芩素和汉黄芩素及其苷的动力学。研究表明,肾脏对黄芩素葡萄糖醛酸结合物和硫酸结合物的排泄率为(43.1 ± 4.5) mmol(2.9% 剂量)和(64.8 ± 6.3) mmol(4.3% 剂量),但对汉黄芩素的分别为(21.6 ± 2.0) mmol(5.9% 剂量)和(20.7 ± 1.7) mmol(5.7% 剂量)。结果表明,肾脏对黄芩素代谢物的排泄率要比汉黄芩素要高。黄芩素代谢物中硫酸结合物是主要的排泄形式,而汉黄芩素两种结合物所占比例相当。

2.3 黄酮类化合物动力学参数及生物利用度: 黄酮类化合物广泛存在于日常食品中,也是许多中草药的有效成分。研究其药动学参数和生物利用度,可以提高中药复方制剂的质量,从化学成分角度分析复方配伍的机制。

何心等^[17]采用 HPLC 法,以黄芩苷为指标成分,大鼠颈静脉给药,给药量为 60 和 120 mg/kg,结果表明:双黄连粉针剂中黄芩苷在大鼠体内呈二室模型分布;主要动力学参数为 $V_c = 0.09$ L, $K_e = 3.74/h$, $K_{12} = 1.04/h$, $T_{1/2} = 0.22$ h, $\alpha = 6.77$ ng/(mL · h), $\beta = 0.45$ ng/(mL · h), $AUC = 11.2$ (μ g · h)/mL; 120 mg/kg 给药的生物利用度正好是 60 mg/kg 给药的 2 倍。李新中等^[12]以感染性脑水肿的家兔为模型,考察了黄芩苷的药动学。与正常家兔比较,由于身体正常机能受到破坏,黄芩苷在家兔体内的分布和代谢都有一定的影响。实验结果表明,*iv* 黄芩苷后,脑水肿模型组与正常组比较,分布相半衰期延长($P < 0.01$),在体内的表现分布容积增加。Hou 等^[18]对桑色素及其异构体槲皮素在鼠体内的药动学进行了研究。结果表明,以桑色素对大鼠 *ig* 给药后,血浆中存在原药和代谢产物。按 25 mg/kg 给药血浆中以代谢产物为主,而 50 mg/kg 给药以原药为主,为非线性药动学特征。槲皮素两种剂量给药后,血浆中以葡萄糖醛酸型和硫酸酯型结合产物为主,原形的生物利用度可以忽略。在两种剂量下显示很好的线性动力学特征。

3 结语

黄酮类化合物具有毒性低和药理活性较强的特点,日益成为国内外医药界开发的重点。在我国传统中药复方制剂中,很多以黄酮作为主要成分。但中药复方制剂中的动力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物代谢动力学进行深入的研究。这对于了解中药的作用机制,指导临床合理用药,优选用药方案,指导剂型改革和新药研究设计有重要的意义。

References

- [1] Shah V P, Midha K K, Dighe S, *et al.* Analytical methods validation: bioavailability, bioequivalence, and pharmacokinetic studies [J]. *J Pharm Sci*, 1992, 81: 30.
- [2] Li X Z, Chen X, Yang Y J, *et al.* Pharmacokinetic study of baicalin in rabbits with inflammatory brain edema [J]. *Chin Pharm J* (中国药理学杂志), 1999, 34(2): 107-109.
- [3] Chang Q, Zhu M, Zuo Z H, *et al.* High-performance liquid chromatographic methods for simultaneous determination of Hawthorn active components in rat plasma [J]. *J Chromatogr (B)*, 2001, 760(2): 227-235.
- [4] Nielsen S E, Dragsted L O. Column-switching high-performance liquid chromatographic assay for the determination of quercetin in human urine with ultraviolet absorbance detection [J]. *J Chromatogr (B)*, 1998, 707(2): 81-89.
- [5] Erlund I, Alfthan G, Siren H, *et al.* Validated method for the quantitation of quercetin from human plasma using high-performance liquid chromatography with electrochemical detection [J]. *J Chromatogr (B)*, 1999, 727(2): 179-189.
- [6] Du Y, Chen X Y, Yang H Y, *et al.* Determination of wogonin in rat plasma by liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. *Acta Pharm Sin* (药理学学报), 2002, 37(5): 362-366.
- [7] Kienzler J L, Sallin D, Schifflers M H, *et al.* Pharmacokinetics of mono-3- and mono-4-O-(beta-hydroxyethyl)-rutin derivatives, after single doses of Venoruton powder in healthy volunteers [J]. *Eur J Clin Pharmacol*, 2002, 58(6): 395-402.
- [8] Crepy V, Morand C, Besson C, *et al.* Quercetin, but not its glycosides, is absorbed from the rat stomach [J]. *J Agric Food Chem*, 2002, 50(3): 618-621.
- [9] Morand C, Manach C, Crespy V, *et al.* Quercetin 3-O-beta-glucoside is better absorbed than other quercetin forms and is not present in rat plasma [J]. *Free Radic Res*, 2000, 33(5): 667-676.
- [10] Holman P C, Buijsman M N, Van Gameren Y, *et al.* The sugar moiety is a major determinant of the absorption of dietary flavonoid glycosides in man [J]. *Free Radic Res*, 1999, 31(6): 569-573.
- [11] Zou J M, Meng J, Yan Z H, *et al.* Pharmacokinetic studies of icariin in Chinese formulated medicine [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2002, 33(1): 55-58.
- [12] Zhou Y J, Che Q M, Xu S X, *et al.* Metabolites of baicalin in human urine [J]. *Pharmazie*, 2000, 55(8): 626-627.
- [13] Che Q M, Huang X L, Li Y M, *et al.* Studies on metabolites of baicalin in human urine [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2000, 26(11): 768-769.
- [14] Lai M Y, Hsiu S L, Tsai S Y, *et al.* Comparison of metabolic pharmacokinetics of baicalin and baicalein in rats [J]. *J Pharm Pharmacol*, 2003, 55(2): 205-209.
- [15] Qiu F, Chen Y J, Kano Y H, *et al.* Metabolism of orally administered icariin in rats [J]. *Acta Pharm Sin* (药理学学报), 1999, 34(3): 222-226.
- [16] Lai M Y, Hsiu S L, Chen C C, *et al.* Urinary pharmacokinetics of baicalein, wogonin and their glycosides after oral administration of *Radix Scutellariae* in humans [J]. *Biol Pharm Bull*, 2003, 26(1): 79-83.
- [17] He X, Shi C W, Li X, *et al.* The pharmacokinetic study of baicalin in Shuanghuanglian Powder Injection [J]. *Chin Nov Drugs J* (中国新药杂志), 1998, 7(7): 146-148.
- [18] Hou Y C, Chao P D, Ho H J, *et al.* Profound difference in pharmacokinetics between morin and its isomer quercetin in rats [J]. *J Pharm Pharmacol*, 2003, 55(2): 199-203.

地黄的形态结构与化学成分研究进展

王太霞^{1,2}, 李景原¹, 胡正海^{1*}

(1. 西北大学生命科学学院, 陕西 西安 710069; 2. 河南师范大学生命科学学院, 河南 新乡 453002)

摘要: 地黄为传统的大宗中药材, 国内外对地黄已进行了多方面的研究, 现对近年来地黄的形态结构及主要药用成分的研究进行综述, 为地黄的进一步研究提供理论依据。

关键词: 地黄; 形态结构; 化学成分

中图分类号: R 282.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2670(2004)05-0585-03

Advances in studies on morphology and main chemical constituents

of *Rehmannia glutinosa*

WANG Tai-xia^{1,2}, LI Jing-yuan¹, HU Zheng-hai¹

(1. College of Life Science, Northwest University, Xi'an 710069, China; 2. College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453002, China)

Key words: *Rehmannia glutinosa* L. iboch.; morphology and anatomy; chemical constituent

地黄属于玄参科(Scrophulariaceae), 以鲜地黄、生地黄和熟地黄 3 种形式入药。鲜地黄性寒, 味甘、苦, 能清热生津。

* 收稿日期: 2003-10-19

基金项目: 陕西省教育厅专项科研基金资助项目(02JK076)

作者简介: 王太霞, 女, 副教授, 在读博士生, 主要从事结构植物学研究。

* 通讯作者 Tel: (029)8302684