

· 制剂与质量 ·

三七总皂苷脂质体的药剂学性质及大鼠肺部给药药动学研究

沈 央, 方晓玲*

(复旦大学药学院 药剂教研室, 上海 200032)

摘 要: 目的 制备三七总皂苷(*Panax notoginseng* saponins, PNS)脂质体, 研究其药剂学性质及在大鼠体内药动学行为。方法 采用薄膜分散法制备 PNS 脂质体, 考察其形态、粒径、包封率及稳定性, 采用肺部滴注给药考察脂质体在大鼠体内的药动学行为。结果 PNS 脂质体包封率为 78.50%, 平均粒径为 1.5 μm , 外形圆整, 体外泄漏慢, 需低温保存。PNS 脂质体经大鼠肺部滴注给药后, 体内人参皂苷 Rb1 的药动学参数分别为 $T_{1/2\alpha}=7.00\text{ h}$, $T_{1/2\beta}=27.72\text{ h}$, $\text{AUC}=2218.9\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{h/mL}$, 绝对生物利用度为 70.14%。结论 PNS 脂质体包封率高, 性质稳定, 延长 PNS 在血循环的时间, 提高了经血管外给药途径的 PNS 生物利用度。

关键词: 三七总皂苷脂质体; 包封率; 粒径; 稳定性; 药动学

中图分类号: R283.6; R285.61

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2004)07-0745-05

Panax notoginseng saponin liposomes: Characterization of pharmaceuticals and pharmacokinetics on pulmonary instillation in rats

SHEN Yang, FANG Xiao-ling

(Department of Pharmaceutics, School of Pharmacy, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Abstract: **Object** To prepare *Panax notoginseng* saponin (PNS) liposomes and investigate their characterization of pharmaceuticals and pulmonary pharmacokinetics in rats. **Methods** The film-dispersion method was used to prepare PNS liposomes by investigating its form, vesicle size, entrapping efficiency and stability. The study of pulmonary pharmacokinetics in rats was carried out by pulmonary instillation. **Results** The entrapment of PNS liposomes was 78.50%. The mean vesicle size was 1.5 μm with uniform externality. The drug leakage from PNS liposomes was slow. Low temperature was required for its storage. The pulmonary pharmacokinetics parameters were as follows: $T_{1/2\alpha}=7.00\text{ h}$, $T_{1/2\beta}=27.72\text{ h}$, $\text{AUC}=2218.9\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{h/mL}$, the absolute bioavailability was 70.14%. **Conclusion** PNS liposomes with high entrapment and stability can prolong its circulation in blood and improve the PNS bioavailability via lung approach.

Key words: *Panax notoginseng* saponin (PNS) liposomes; entrapping efficiency; vesicle size; stability; pharmacokinetics

三七是五加科植物三七 *Panax notoginseng* (Burk.) F. H. Chen 的干燥根, 三七总皂苷(*Panax notoginseng* saponins, PNS)是三七的活性部位, 其中人参皂苷 Rb1 和人参皂苷 Rg1 是 PNS 的主要成分, 而人参皂苷 Rb1 是人参二醇的典型代表^[1]。本实验以人参皂苷 Rb1 作为检测 PNS 的指标。三七是止血化瘀、滋补强壮之上品。近年来研究发现三七在治疗心脑血管疾病, 尤其是抗血栓疗效显著^[2]。目前已有三七血栓通注射液及口服片剂产品面市, 但注射液需通过静脉滴注给药, 耗时, 患者顺应性和安

全性均很差^[3], 而口服片剂由于 PNS 受胃肠道酶、细菌及 pH 值等多种因素影响, 生物利用度很低^[4]。本课题组前期研究发现人参皂苷 Rb1 经口服的绝对生物利用率只有 4.35%^[5]。表明 PNS 的给药剂型和给药途径均需改善。肺部给药是一种很有发展潜力的新型全身给药途径, 肺泡表面积大, 毛细血管丰富, 肺泡壁薄, 能避开胃肠道对药物的不利影响^[6]。将药物包裹入脂质体后通过肺部给药, 由于脂质体与肺泡壁有较好的生物相容性, 药物通过磷脂双分子层缓慢释放, 能够提高药物的生物利用度并降低

* 收稿日期: 2003-10-08

基金项目: 复旦大学研究生创新基金资助

作者简介: 沈 央(1978—), 女, 浙江人, 复旦大学药学院药剂专业硕士研究生, 主要从事药物新剂型研究和开发。

E-mail: shen-echo@yahoo.com.cn

* 通讯作者 Tel: (021) 54237432 E-mail: xlfang@shmu.edu.cn

药物的不良反应^[7]。因此,本实验将PN S制成脂质体,考察其药剂学性质,采用气管滴注方式给药考察PN S脂质体在大鼠体内的药动学情况并和PN S溶液进行比较,探讨其肺部给药的可行性。

1 仪器和材料

ZX—98 旋转蒸发仪(上海有机化学研究所); Zeta 电位及粒度测定仪(N icompTM 380ZL S, Santa Barbara, 美国); TJ—25 低温高速离心机(Beckman CoulterTM, 美国); TGL—16C 台式离心机(上海安亭科学仪器厂); 电子分析天平(M ettler A E200); DSHZ—300 多用途水浴恒温振荡器(江苏太仓实验设备厂); pH 测定仪(M ettler To lodo M P220); 岛津LC—10A 型高效液相色谱仪, SPD—10A 型紫外可见检测仪。

三七总皂苷(批号:DFC-SO ZD-01, 云南文山, 纯度为98%, 本校生药教研室陈道峰教授赠); 注射用大豆磷脂(上海太伟药业有限公司); 胆固醇(中国医药集团上海化学试剂公司); 乙腈、甲醇为色谱纯, 其他试剂均为分析纯。

SD 大鼠, 体重(250±30) g, 雌雄各半, 复旦大学上海医学院实验动物中心提供。

2 方法

2.1 薄膜分散法制备PN S脂质体: 准确称取处方量的注射用大豆磷脂、胆固醇, 加适量乙醚使其溶解并转移至250 mL 茄形瓶中。置25℃恒温水浴减压蒸发除去乙醚, 使脂质在瓶壁上成均匀薄膜。茄形瓶置真空干燥箱内真空干燥过夜后, 瓶内加入含处方量PN S的pH 6.8磷酸缓冲液(PBS)适量以及2粒直径为0.8 mm 的搅拌珠, 25℃恒温水浴旋转洗膜1 h, 得浮白色混悬液, 即PN S脂质体。

2.2 粒径及其形态: PN S脂质体适量经pH 6.8 PBS 稀释后, 应用Zeta 电位及粒度测定仪测定其粒径大小。PN S脂质体适量置铜网上, 经磷钨酸负染后, 于透射电镜下观察脂质体结构。并取适量经稀释后, 置于光学显微镜下观察其形态和分布。

2.3 包封率测定: 取PN S脂质体混悬液适量, 置低温高速离心机中, 4℃, 20 000×g 离心30 min, 取上清液20 μL, 用pH 6.8 PBS 稀释至5 mL, 摇匀。

RP-HPLC 法测定游离人参皂苷Rb1 的色谱条件: ODS 柱(150 mm×4.6 mm, 5 μm, 大连伊利特), 乙腈-20 mmol/L NaH₂PO₄(33:67)为流动相, 体积流量1.0 mL/min, 进样量20 μL, 检测波长为203 nm, 灵敏度为0.01 AUFS, 柱温(35±2)℃。按下式计算包封率。

$$\text{包封率} = \frac{C_{\text{总}} - C_{\text{游离}}}{C_{\text{总}}} \times 100\%$$

$C_{\text{总}}$: 脂质体包封的药物质量浓度 $C_{\text{游离}}$: 上清液中游离的药物质量浓度

2.4 Zeta 电位测定: 取脂质体适量, 透析除去盐离子, 稀释后采用Zeta 电位及粒度测定仪测定Zeta 电位。

2.5 稳定性考察

2.5.1 脂质体的体外泄漏: 分别考察PN S脂质体在(25±0.5)℃和(37±0.5)℃恒温水浴中持续振荡5 d 的体外释放状况。将脂质体适量置于透析袋内, 释放介质为pH 6.8 PBS, 振荡频率为80 r/min, 持续振荡5 d, 分别于1、2、3、4、5 d 取透析液1 mL, 并同时补充同温新鲜PBS 1 mL, RP-HPLC 测定透析液中游离的人参皂苷Rb1。透析完成后, 剪破透析袋, 收集袋内的脂质体并用10% Triton X-100 破坏, 作为时间无穷大时的药物泄漏量。计算其累积释放量, 从而评价PN S脂质体的体外稳定性。

2.5.2 脂质体在血浆中的稳定性: 将脂质体混悬液和大鼠血浆按3:1和1:3比例混匀, 分别置37℃水浴中孵育7 d, 于0.5、1、1.5、2、2.5、3、4、6、10 h 和1、2、3、4、5、6、7 d 观察混合液外观变化, 并取样测定粒径, 于显微镜下观察脂质体形态变化。

2.5.3 长期稳定性考察: 取PN S脂质体3批分别置4、25、40℃环境中60 d, 测定不同温度下、不同时间点PN S脂质体pH 值、粒径和Zeta 电位。

2.6 脂质体在大鼠体内药动学研究: SD 大鼠12只, 随机分成两组, 按照40 mg/kg 分别肺部滴注PN S溶液和PN S脂质体。于0.5、1、1.5、2、2.5、3、4、6、10、24、48、72、96、120 h 尾静脉取血0.5 mL, 静置后5 000 r/min 离心15 min, 取血清200 μL, 加入4 μL 磷酸旋涡混匀, 10 000 r/min 离心, 取上清液备用。Oasis HLB 1 cc 固相萃取柱(Waters, Ireland)以1 mL 甲醇活化, 再以1 mL 纯水平衡, 取血清上清液上柱加压, 弃去滤液, 以200 μL 纯水过柱冲洗杂质, 最后用200 μL 色谱纯甲醇过柱洗脱, 并接收洗脱液, 以RP-HPLC 进样分析人参皂苷Rb1 浓度。色谱条件同2.3。血药浓度数据采用中国药理学学会数学药理委员会编制的3p87 药动学程度进行处理。

3 结果

3.1 PN S脂质体的粒径及其形态: 薄膜分散法制备的PN S脂质体为大单室脂质体, 圆形或椭圆形, 外形圆整光滑, 形态分布均一。光学显微镜照片和电镜照片见图1。平均粒径为(1 546.5±321.4) nm,

封装率为 $(78.50 \pm 2.15)\%$ 。

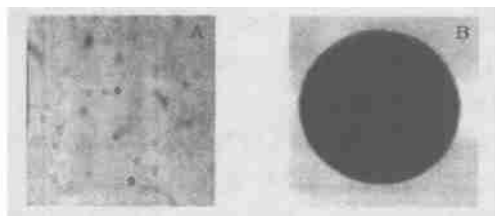
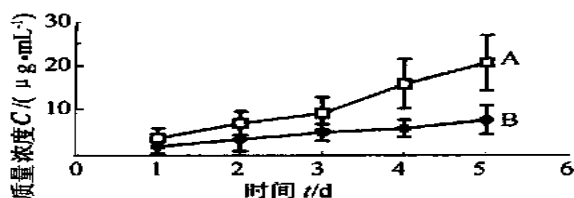


图 1 PNS 脂质体的光学显微镜照片(经相应介质稀释 20 倍后放大 300 倍, A)和电镜照片(放大 84 000 倍, B)

Fig 1 Photos of PNS liposomes by optical microscopy ($\times 300$, diluted 20 times, A) and transmission electron microscopy ($\times 84\,000$, B)

3.2 PNS 脂质体的体外泄漏: 体外释放实验结果表明 PNS 脂质体在 25、37 °C 介质中药物释放缓慢, 37 °C 5 d 的体外累积释放量占时间无穷大时脂质体释放量的 2.04%, 25 °C 5 d 的体外累积释放量占时间无穷大时脂质体释放量的 0.43%。PNS 脂质体在水相介质中累积释放曲线见图 2。



A-37 °C B-25 °C

图 2 PNS 脂质体在不同温度水相介质中的累积释放曲线 ($\bar{x} \pm s$, $n=5$)

Fig 2 Cumulative drug release from PNS liposomes in PBS at two temperatures ($\bar{x} \pm s$, $n=5$)

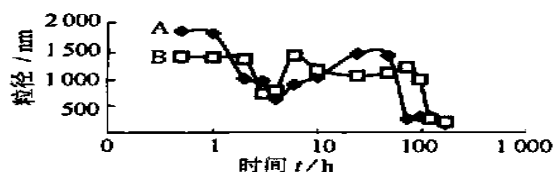
3.3 脂质体在血浆中的稳定性: 脂质体与血浆按 3:1 体积混合后 4 h 出现分层现象, 按 1:3 体积混合后 2 h 出现分层现象, 且随着时间延长, 这种分层现象不断增强。同一时间, 1:3 体积混合液的分层

表 1 不同贮存温度下 PNS 脂质体的 pH 值与 Zeta 电位变化结果 ($\bar{x} \pm s$, $n=3$)

Table 1 Results of pH value and Zeta potential change after PNS liposomes being stored at three different temperatures ($\bar{x} \pm s$, $n=3$)

时间/d	pH 值			Zeta 电位		
	4 °C	25 °C	40 °C	4 °C	25 °C	40 °C
0	6.65 $\pm$ 0.01	6.66 $\pm$ 0.02	6.65 $\pm$ 0.02	-38.99 $\pm$ 0.23	38.74 $\pm$ 0.50	-38.81 $\pm$ 0.97
10				-34.68 $\pm$ 1.94	-27.50 $\pm$ 1.82	-38.67 $\pm$ 1.23
20				-22.85 $\pm$ 0.98	-17.78 $\pm$ 0.93	-36.67 $\pm$ 0.89
30	6.37 $\pm$ 0.02	6.03 $\pm$ 0.02	6.47 $\pm$ 0.01	-22.95 $\pm$ 0.93	-17.77 $\pm$ 1.12	25.37 $\pm$ 1.52
40				-16.65 $\pm$ 0.64	-15.73 $\pm$ 0.32	-20.91 $\pm$ 1.29
50				-15.04 $\pm$ 1.59	-15.51 $\pm$ 2.19	-18.34 $\pm$ 1.24
60	6.27 $\pm$ 0.02	5.92 $\pm$ 0.02	6.65 $\pm$ 0.01	-14.71 $\pm$ 0.83	-16.26 $\pm$ 0.79	-13.39 $\pm$ 1.13

现象比 3:1 体积混合液更为显著。表明脂质体在血浆作用下可能发生大量泄漏, 并且这种泄漏与血浆含量成正比, 即血浆成分含量越高, 脂质体泄漏越严重。脂质体在不同时间点粒径变化见图 3, 可见两种混合液中脂质体的粒径变化均呈先减小, 然后暂时增大, 最后大幅下降的趋势。



A-3:1 B-1:3

图 3 PNS 脂质体与大鼠血浆按不同体积比例混合后的粒径变化(时间坐标经对数转化)

Fig 3 Size change of PNS liposomes mixed with rat plasma at two volume ratios in seven days (logarithmic transform carried on time coordinate)

3.4 长期稳定性考察

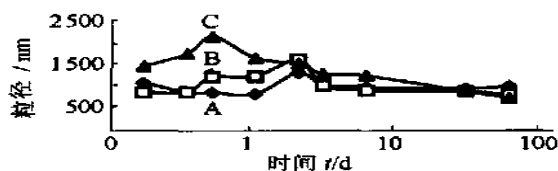
3.4.1 外观: 60 d 4 °C 贮存的 PNS 脂质体外观均匀无明显变化; 25 °C 贮存的脂质体有少许白色絮状沉积, 但是振摇后沉积分散, 白色混悬液恢复原状; 40 °C 贮存的脂质体分层现象显著, 下层沉淀呈结晶状。

3.4.2 pH 值及 Zeta 电位: PNS 脂质体贮存 60 d 的 pH 值和 Zeta 电位的变化见表 1。表明 PNS 脂质体在 4 和 25 °C pH 值均有所下降, 4 °C pH 值下降趋势比 25 °C 缓慢, 但是 40 °C pH 值变化不明显。而在这 3 个不同贮存温度下脂质体的 Zeta 电位绝对值均显著下降。

3.4.3 粒径: PNS 脂质体贮存 60 d 粒径变化见图 4。3 个贮存温度下脂质体均有粒径暂时增大然后减小并趋于平稳的趋势, 并且贮存温度越高粒径变化的幅度越大。

3.5 脂质体在大鼠体内药动学研究: PNS 脂质体

及溶液经大鼠肺部滴注给药后人参皂苷 Rb1 的血



A-40 °C B-25 °C C-4 °C

图 4 PNS 脂质体在不同温度下贮存 60 d 粒径变化 (时间坐标经对数转化) (n=3)

Fig 4 Size change of PNS liposomes being stored in three temperatures for continuous 60 days (logarithmic transform carried on time coordinate) (n=3)

药浓度见图 5。血药浓度数据经 3p87 软件处理。两种剂型的药动学参数见表 2。

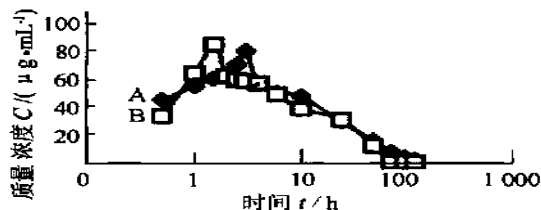


图 5 PNS 脂质体(A)和溶液(B)经大鼠肺部滴注给药后人参皂苷 Rb1 的药-时曲线 (n=6; 时间坐标经对数转换)

Fig 5 Serum concentration of ginsenoside Rb1 after pulmonary instillation of PNS liposomes and PNS solution to rats (logarithmic transform carried on time coordinate) (n=6)

表 2 PNS 脂质体和溶液经肺部滴注给药后人参皂苷 Rb1 在大鼠体内药动学参数 (n=5)

Table 2 Pharmacokinetic parameters of ginsenoside Rb1 after pulmonary instillation of PNS liposomes and PNS solution of rats (n=5)

参数	单位	脂质体	溶液
A	μg/mL	36.13±24.08	102.76±30.33
B	μg/mL	42.78±19.59	51.44±30.67
α	/h	0.099±0.011	1.03±0.94
β	/h	0.025±0.005	0.03±0.01
K ₂₁	/h	0.076±0.091	0.87±0.39
t _{1/2α}	h	7.00	0.67
t _{1/2β}	h	27.72	23.10

脂质体的表观吸收速度和消除速度常数均慢于溶液, 脂质体达峰时间为 3 h, 峰浓度为 81.07 μg/mL, 溶液达峰时间为 1.5 h, 峰浓度为 85.61 μg/mL, PNS 溶液在给药第 3 天血清中即不能检出人参皂苷 Rb1, 而 PNS 脂质体在给药后第 5 天血清中仍然能检出人参皂苷 Rb1。PNS 脂质体的相对生物利用度: AUC_{脂质体}/AUC_{溶液}=122.4%。根据药动学房室模型判断方法, 确定脂质体和溶液在大鼠体内

均为二室模型, 这与本实验室前期工作所做的 PNS 注射剂的结果一致^[5]。PNS 脂质体的绝对生物利用率: AUC_{脂质体}/AUC_{注射剂}=70.14%。

4 讨论

本课题研制的 PNS 脂质体包封率较高, 粒径大小符合肺部给药对制剂粒径的要求。肺部给药中肺是药物吸收入血的主要场所, 为了使脂质体与肺泡有更好的生物相容性, 并减少药物对肺的刺激性^[8], 本实验制备脂质体膜材只应用了大豆磷脂和胆固醇, 并采用薄膜法制备 PNS 脂质体, 制备工艺简单, 适合批量生产, 具备开发前景。

PNS 脂质体外释放考察结果表明, 随着温度的升高, 磷脂和胆固醇形成的膜流动性增强, 膜材易穿孔, 致使药物泄漏量有所增多, 但是在 25、37 °C 温度下脂质体释放量均不到 10%, 说明 PNS 脂质体在 pH 6.8 PBS 介质中性质稳定, 为药物在体内延缓释放提供了可能。从血浆稳定性看, PNS 脂质体在血浆作用下发生相分离, 这种破坏作用随着血浆含量的增大而增强^[9]。脂质体在长期贮存过程中粒径变化结果表明, 脂质体囊泡的融合或泄漏是导致其粒径大小改变的原因。从表 1 可看出脂质膜材的水解和氧化会增加脂质体制剂的酸度, 使脂质体 pH 值发生不同程度的降低^[10]。而体系 pH 值变化会直接导致 Zeta 电位发生改变^[11]。而 Zeta 电位的显著下降, 提示脂质体稳定性也不断下降, 从而影响其粒径大小。因此 PNS 脂质体的 pH 值、粒径与 Zeta 电位 3 个因素间具有相关性。但是 40 °C 脂质体 pH 值下降并不显著, 可能原因在于温度升高不仅促进磷脂的水解, 也增加 PNS 不稳定性, 如人参皂苷 Rb1 酸性条件下水解产物为 20S-人参皂苷 Rg3, 氧化产物为人参皂苷 Rb1-25-OH 和人参皂苷 Rb1-24-OH 体^[12], 部分中和了脂质体 pH 值的下降。因此, 脂质体应在低温条件下贮存, 并且由于脂质体长期贮存中出现的不稳定性提示该产品需要进一步研究才能开发成适应工业和市场需要的 PNS 制剂。

本实验通过对 PNS 脂质体和溶液的大鼠体内药动学研究发现, PNS 脂质体与 PNS 溶液相比, 相对生物利用度为 122.4%, α 吸收相半衰期是溶液的 10.45 倍, β 消除相半衰期是溶液的 1.2 倍; 药物从外周向中央室转运速度 K₂₁ 从溶液的 0.87/h 延长到 0.076/h, 且 PNS 脂质体的绝对生物利用度是口服片剂的 18.71 倍。表明 PNS 脂质体循环时间延长, 磷脂包封 PNS 后, 磷脂能与肺泡表面更好融合, 有助于脂质体通过肺泡壁进入毛细血管, 药物通过

磷脂双分子层缓慢释放,发挥了药物贮库作用,有利于提高肺部给药药物的生物利用度。

致谢: 陈道峰教授提供三七总皂苷原料药。许清芳博士提供有关 P N S 前期研究的宝贵资料。

References

- [1] Yuan H L, Chen K L. Survey of *Panax notoginseng* [J]. *Jiangxi J Chin Tradit Med* (江西中医药), 1996 (Suppl): 160-162.
- [2] Ma W G, Mizutani M, Malterud K E, et al. Saponins from the roots of *Panax notoginseng* [J]. *Phytochemistry*, 1999, 52: 1133-1139.
- [3] Zhao X X. *Studies of Chinese Herbal Injections* (中药注射剂学) [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Publishing House, 2000.
- [4] Wang W Z, Deng Y Z. A survey of studies on pulmonary delivery of liposomes [J]. *J Shenyang Pharm Univ* (沈阳药科大学学报), 2000, 17(3): 226-229.
- [5] Xu Q F, Fang X L, Chen D F. Pharmacokinetics and bioavailability of ginsenoside Rb1 and Rg1 from *Panax notoginseng* in rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 2003, 84: 187-192.
- [6] Appel J, Vidgren M, Waldrep J C. Pulmonary pharmacokinetics of cyclosporine A liposomes [J]. *Int J Pharm*, 1998, 161: 205-214.
- [7] Ping Q N. *Modern Pharmaceutics* (现代药剂学) [M]. Beijing: China Medico-Pharmaceutical Science and Technology Publishing House, 1998.
- [8] Marisanna S, Mika T V, Matti O K. Pulmonary distribution and clearance of two beclomethasone liposome formulations in healthy volunteers [J]. *Int J Pharm*, 1999, 181: 1-9.
- [9] Deol P, Khuller G K. Lung specific stealth liposomes: stability, biodistribution and toxicity of liposomal anti-tubercular drugs in mice [J]. *Biochim Biophys Acta*, 1997, 1334: 161-172.
- [10] Jiang Z Q, Yang J F, Lin W Y. Stabilities of liposomes [J]. *Strait Pharm J* (海峡药科学), 2000, 12(1): 6-9.
- [11] Kreuter J. *Colloidal Drug Delivery Systems* [M]. New York: Marcel Dekker Inc, 1994.
- [12] Han G Z. *Chinese Traditional and Herbal Drugs Pharmacokinetics* (中草药药代动力学) [M]. Beijing: China Medico-Pharmaceutical Science and Technology Publishing House, 1999.

葛根芩连汤的 HPCE 指纹图谱研究

戴开金¹, 罗奇志², 罗佳波³, 马安德², 谭晓梅³, 吴昭晖^{3*}

(1. 第一军医大学 化学教研室, 广东 广州 510515; 2. 第一军医大学 中心实验室, 广东 广州 510515;
3. 第一军医大学 中药制剂重点实验室, 广东 广州 510515)

摘要: 目的 采用高效毛细管电泳法(HPCE)建立葛根芩连汤的指纹图谱。方法 电解质溶液由 30 mmol/L 磷酸盐和 40 mmol/L 硼酸盐组成, 未涂层融硅毛细管(65 cm × 50 μm, 有效长度 43 cm), 分离电压 22 kV, 进样 1 s, 检测波长 254 nm, 温度 30 °C。结果 上述条件下, 葛根芩连汤中 27 个成分得到了较好的分离, 方法学考察结果符合定量测定和定性研究的要求。结论 该方法具有较好的分离效果和良好的精密度, 可考虑作为葛根芩连汤剂的质量控制方法。

关键词: 葛根芩连汤; 高效毛细管电泳; 指纹图谱

中图分类号: R 283. 2; R 286. 02

文献标识码: A

文章编号: 0253 - 2670(2004)07 - 0749 - 03

HPCE fingerprinting of Gegen Qinlian Decoction

DAI Kai-jin¹, LUO Qi-zhi², LUO Jia-bo³, MA An-de², TAN Xiao-mei³, WU Zhao-hui³,

(1. Chemistry Department; 2. Center Laboratory; 3. Pharmaceutical Laboratory of Traditional Chinese Medicine, the First Military Medical University, Guangzhou 510515, China)

Abstract: **Object** To study the HPCE fingerprinting of Gegen Qinlian Decoction (GQD). **Methods** A buffer was composed of 30 mmol/L sodium phosphate and 40 mmol/L borate solution. Capillary electrophoresis was performed using a 65 cm (43 cm to detector) × 50 μm fused-silica capillary tube. Separation voltage was 22 kV, sampling time was 1 s, detected wavelength was 254 nm, and the temperature was maintained at 30 °C. **Results** The 27 components in GQD were successfully separated. The observation of methodology was in keeping with quantitative determination and qualitative study. **Conclusion** This method can be used for the quality control of the preparation of GQD with good precision.

Key words: Gegen Qinlian Decoction (GQD); high-performance capillary electrophoresis (HPCE);

* 收稿日期: 2003-10-21

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(39970886); 广东省自然科学基金资助项目(001070)

作者简介: 戴开金(1973—), 男, 湖南武冈人, 助教, 中药学硕士, 主要从事中草药的提取分离研究。

Tel: (020) 61648196 E-mail: daikaijin@163.net