

三七三醇皂苷对大鼠局灶性脑缺血损伤的保护作用和脑血流量的影响

陈健文¹, 蓝秀健², 陈少锐¹, 马仁强¹, 徐索文¹, 赖文珊¹, 周小石¹, 刘培庆^{1*}

(1. 中山大学药学院, 广州 510080; 2. 中山大学中山医学院, 广州 510080)

【摘要】 目的 探讨三七三醇皂苷(PTS)对局灶性脑缺血损伤的保护作用。方法 将大鼠随机分成6组:假手术组,模型组,PTS25、50、100 mg/kg组和阳性对照药血栓通注射液(XST)组;采用栓线法使大脑中动脉闭塞(MCAO)建立大鼠局灶性脑缺血模型,于造模24 h后进行行为学评分,测定脑组织含水量以及脑组织中超氧化物歧化酶(SOD)和丙二醛(MDA)含量,计算脑梗塞面积百分比以及进行组织病理学检查。结果 三七三醇皂苷50、100 mg/kg能明显缓解脑缺血大鼠的行为学症状,减轻其脑水肿程度,降低血清中MDA含量和升高SOD含量,并能减少其脑梗塞面积,减轻脑组织病理学损伤。结论 PTS对大鼠局灶性脑缺血有较明显的保护作用,增加脑血流量可能为治疗作用机理之一。

【关键词】 脑缺血; 大脑中动脉闭塞; 三七三醇皂苷; 局部脑血流量

中图分类号: R969.4; R743.9 文献标识码: A

Effects of PTS on Focal Cerebral Ischemia and Cerebral Blood Flow in Rat

CHEN Jian-wen¹, LAN Xiu-jian², CHEN Shao-ru¹, MA Ren-qiang¹, XU Suo-wen¹,
LAI Wen-shan¹, ZHOU Xiao-shi¹, LIU Pei-qing^{1*}

(1. School of Pharmaceutical Science, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080;

2. Zhongshan Medical College of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China)

【Abstract】 Objective To study the protective effects of PTS on focal cerebral ischemia in rats. Method Rats were randomly divided into 6 groups: the Sham, the Control, the PTS (25 mg, 50 mg and 100 mg/kg), and the XST. The rat s mode of focal cerebral ischemia was made by middle cerebral artery occlusion (MCAO) with nylon suture; the effects of the drug were studied about neurological deficit, the water content of brain tissue, the activities of SOD, and MDA in brain tissue, the cerebral infarcted zone, as well as undermicroscopic examination. Result PTS (50 mg and 100 mg/kg) could significantly reduce the scores for neurological deficits and brain edema, improve the activities of SOD, lower the content of MDA, reduce the cerebral infarcted zone and alleviate the injury of cerebral ischemia. Conclusion PTS has obviously protective effects on the focal cerebral ischemia in rats, the increase of rCBF may be one of the protection mechanism.

【Key words】 brain ischemia; middle cerebral artery occlusion (MCAO); PTS; rCBF

三七为五加科人参属植物三七 (*Panax notoginseng* (Burk) F.H.Chen) 的干燥根, 是我国特产的珍贵药材, 具有散瘀止血、消肿定痛的功效^[1]。三七三醇皂苷(panaxatriol saponins, PTS) 是三七中提取的主要活性成份, 其中人参三

醇皂苷 Rg1 的含量达 60% 以上, Rg1、R1、Re 三者的含量约达 80%。有研究表明, 三七三醇皂苷对大鼠脑缺血再灌注损伤有明显保护作用^[3,4], 并且三七有效成份能治疗脑血管意外后遗症^[2]。本文旨在采用栓线法致大脑中动脉闭塞(MCAO)建立大鼠局灶性脑缺血模型, 进一步观察 PTS 对脑缺血损伤的保护作用以及对 MCAO 大鼠脑血流量的影响, 以期对三七三醇皂苷的临床应用提供实验依据。

基金项目: 广东省重点攻关基金(No.2003C30113); 中山大学实验室开放基金(No.KF200641)。

作者简介: 陈健文(1977-), 男, 实验师, 主要从事心脑血管药理学研究以及新药研发。

* 通讯作者: 刘培庆, 男, 教授, 主要从事心脑血管药理学研究。

1 材料与方法

1.1 药品及器材

三七三醇皂苷由药学院药理毒理实验室提供, 纯度80%以上。血栓通注射液, 由广东永康药业有限公司提供, 生产批号: 0409011; 氯代三苯基四氮唑 (红四氮唑或TTC), 由Fluka公司提供; 多聚甲醛, 天津市化学试剂研究所, 批号: 20020308; 水合氯醛, 五联化工厂(中国上海), 批号: w20021122; 激光多普勒血流仪(Peri Flux System 5000), 美国PERMED公司产品。

1.2 实验动物分组及给药方法

雄性清洁级SD大鼠(合格证号: 2006A064), 体重230~280 g, 随机分成假手术组、模型对照组、PTS低剂量组(25 mg/kg)、PTS中剂量组(50 mg/kg)、PTS高剂量组(100 mg/kg)和血栓通注射液组(0.45 mL/kg)。于术前3 d开始每天一次各组分别尾静脉注射给药, 造模前0.5 h进行第3次给药, 造模后6 h和12 h分别进行第4、5次给药, 即总共给药5次。模型组和假手术组大鼠给予注射生理盐水。

1.3 动物模型制备^[5]

1.3.1 线栓制备 取0.235 mm尼龙渔线, 截作每段8 cm左右, 头端0.5 mm加热成光滑的球形, 距插入端10 mm、18 mm、20 mm三处分别用信号笔作标记, 酒精清洁后置生理盐水中备用。

1.3.2 手术方法 将大鼠用10%水合氯醛3.5 mL/kg腹腔注射麻醉, 颈部正中切口, 分离左侧颈总动脉(CCA)、颈外动脉(ECA)和颈内动脉(ICA), 并分离翼额动脉(PPA)。在颈内动脉近端备线、远端放置动脉夹, 颈总动脉近分叉处切口, 插入栓线, 避开翼突腭动脉, 插至大脑中动脉稍感阻力时即可, 其深度为17~20 mm, 动脉外用手术线绑扎固定。栓线进入颈内动脉, 入颅至大脑前动脉, 阻断大脑中动脉所有血流来源。伤口和腹腔均注入少量抗生素后, 缝合皮肤, 回笼饲养。

造模成功的标准: 术后24 h, 每只取手术侧脑小片进行TTC染色, 变白色者为模型成功; 动物手术后有明显手术侧(即左侧)Horner症(左侧眼睑下垂, 眼球凹陷)及手术侧(即左侧)偏瘫体征(不能完全伸展左前肢, 行走时向左侧倾倒或转圈)。

1.4 检测指标

1.4.1 行为学评分 按照Longa^[9]神经功能缺损评分法进行评分。0分: 无神经损伤症状; 1分: 不能完全伸展对侧前爪; 2分: 向对侧转圈; 3分: 向对侧倾倒; 4分: 不能自行行走, 意识丧失。

1.4.2 脑含水量测定 造模24 h, 神经病学评分后, 快速断头取鼠大脑。取左侧半脑后半部分分别称湿重, 置120烤箱烘干至恒重, 按以下公式计算脑组织含水量, 脑组织含水量(%)=(湿重-干重)/湿重×100%。

1.4.3 脑组织匀浆测定超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)的含量 脑组织匀浆液的制备: 迅速断头取脑, 取左侧半脑前小部分放于液氮中保存待测。从液氮中取出半脑称取100 mg, 后置于9倍的生理盐水中, 用研磨器于冰块上研磨, 制成100%(W/V)脑匀浆液, 3500转/min, 离

心10 min。检测方法: MDA测定采用硫代巴比妥酸法, SOD活力检测采用黄嘌呤氧化法。

1.4.4 脑梗塞范围的测定^[6] 造模后24 h大鼠, 快速取全脑, 去掉嗅球、小脑和低位脑干, 冰冻25 min。然后行冠状切面取大脑中间一片, 迅速置1%红四氮唑(TTC)中, 避光, 37℃温孵20 min, 其间每隔7~8 min翻动一次, 染色后以4%多聚甲醛固定。染色结果: 正常组织呈红色, 损伤梗死组织呈白色。拍照后以称重法计算脑梗死面积百分比。

1.4.5 病理组织学检查 造模后24 h大鼠脑, 于视交叉处行冠状切面取左侧脑中间一小片放入4%多聚甲醛磷酸盐缓冲液保存超过48 h。每个组织块均酒精梯度脱水, 石蜡包埋, 切片厚约4 μm, 进行苏木素-伊红(Haematoxylin-Eosin, HE)染色。光镜下观察脑组织病理学变化。

1.4.6 对MCAO大鼠脑血流量的影响 模型的建立同前, 造模成功(脑血流监测可见脑血流数值会骤然下降)立即进行舌下静脉给药, 给药剂量与分组同前。用激光多普勒血流仪测定大鼠大脑中动脉供血中心缺血区各时间点的局部脑血流量(rCBF)的变化。动物俯卧, 沿颅骨正中偏左切开皮肤及皮下组织, 于左侧距中线5 mm, 前囟后1.5 mm处钻1个直径2 mm的小孔, 该点为大脑中动脉栓塞(MCAO)后大脑皮层缺血中心区。沿小孔插光纤探头固定于大脑皮层表面, 连续监测MCAO前(基础值)、MCAO后10, 20, 30, 60, 120和180 min的rCBF。

1.5 统计学处理

数据以($\bar{x} \pm s$)表示, 组间采用单因素方差分析, 统计软件为SPSS 13.0软件包。

2 结果

2.1 神经行为学评分以及脑含水量结果

PTS 50、100 mg/kg组可明显改善MCAO, 24 h大鼠的神经行为学评分和脑含水量与模型组比较具有统计学意义($P < 0.05$, 表1)。

表1 神经行为学评分以及脑含水量结果($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Result of neurological deficit and water content of brain tissue after MCAO ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	神经行为学评分	脑含水量(%)
假手术组	10	0.25±0.35	77.9±1.24
模型对照组	9	2.11±0.74 [#]	80.2±1.15 [#]
PTS 25 mg/kg	8	1.69±0.70	79.4±1.30
PTS 50 mg/kg	10	1.45±0.44 [*]	78.6±0.87 [*]
PTS 100 mg/kg	9	1.22±0.67 [*]	78.1±1.10 [*]
血栓通组	9	1.28±0.62 [*]	78.5±0.95 [*]

与假手术组比较: # 为 $P < 0.01$; 与模型组比较: * 为 $P < 0.05$

2.2 脑组织中SOD活性和MDA含量以及脑梗死面积结果

PTS 50、100 mg/kg组与模型组相比脑组织中MDA的含量明显降低、SOD活性升高($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 与模型组比较脑梗死面积明显减少($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); PTS

25 mg/kg 组与模型组比较, SOD 活性明显升高 ($P < 0.05$, 表 2)。

表 2 脑组织中 SOD 和 MDA 含量以及脑梗死面积结果 ($\bar{x} \pm s$)
Tab.2 Result of SOD activity and MDA levels in brain tissue and cerebral infarcted zone after MCAO ($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数	MDA 含量 (nmd/mL)	SOD 含量 (U/mL)	脑梗死面积 (%)
假手术组	10	3.68 ± 1.06	154.68 ± 23.81	1.15 ± 0.017
模型对照组	9	6.39 ± 1.72 [#]	108.10 ± 20.63 [#]	23.49 ± 0.043 [#]
PTS 25 mg/kg	8	4.77 ± 1.66	142.06 ± 35.64 [*]	19.81 ± 0.075
PTS 50 mg/kg	10	4.35 ± 1.10 [*]	148.63 ± 25.28 [*]	18.37 ± 0.039 [*]
PTS 100 mg/kg	9	4.06 ± 1.04 [*]	145.84 ± 21.88 [*]	16.40 ± 0.037 [*]
血栓通组	9	4.12 ± 1.65 [*]	151.38 ± 24.56 [*]	18.30 ± 0.055 [*]

与假手术组比较: # 为 $P < 0.01$; 与模型组比较: * 为 $P < 0.05$, ** 为 $P < 0.01$

2.3 脑组织形态学变化

假手术组大鼠神经元及脑实质细胞结构基本正常, 核仁清楚, 染色均匀, 细胞周围间隙略扩大。模型对照组大鼠

脑镜下可见明显大面积软化灶, 有的呈筛网状。细胞周围间隙明显扩大、肿胀, 尼氏小体减少或消失, 核深染、固缩或溶解, 脑组织血管扩张, 明显充血。PTS 50、100 mg/kg 组比模型组病变有明显的改善, 脑组织神经细胞、神经胶质细胞、小血管及毛细血管周围间隙略变宽, 部分细胞轻度或中度肿胀, 胞核和胞浆有些不清, 核仁比较模糊, 偶见尼氏小体。PTS 25 mg/kg 组比模型组病变略有改善, 脑组织神经细胞、神经胶质细胞、小血管及毛细血管周围间隙中度变宽, 细胞肿胀, 染色加深, 尼氏小体消失, 少数细胞核固缩, 核膜模糊, 核仁不清, 可见炎症细胞浸润。血栓通组病理改变与 PTS 50、100 mg/kg 组相似(图 1)。

(图 1 见封底)。

2.4 对 MCAO 大鼠脑血流量的影响

假手术组大鼠血流在 0~180 min 保持平稳, 而模型组大鼠脑栓塞后脑血流量明显减少, MCAO 10 min 时局部脑血流明显下降, 为缺血前的 49%, 20 min 时又有所下降, 然后趋于稳定。PTS 50、100 mg/kg 两组 MCAO 后其脑血流值比模型组明显增加 ($P < 0.05$), 以 PTS 高剂量最为明显, 提示 PTS 能明显增加 MCAO 后大鼠的 rCBF(表 3)。

表 3 PTS 对 MCAO 大鼠局部脑血流量(rCBF)的影响 ($\bar{x} \pm s$)
Tab.3 The effects of PTS on rCBF after MCAO($\bar{x} \pm s$)

组别	MCAO后时间(min)						
	0	10	20	30	60	120	180
假手术组	687 ± 100	660 ± 105	662 ± 108	671 ± 111	673 ± 105	663 ± 115	655 ± 120
模型组	646 ± 101	319 ± 76 [#]	222 ± 50 [#]	248 ± 75 [#]	234 ± 62 [#]	243 ± 67 [#]	231 ± 75 [#]
PTS 50 mg/kg	614 ± 118	442 ± 79 [*]	398 ± 113 [*]	424 ± 62 [*]	426 ± 74 [*]	420 ± 96 [*]	420 ± 75 [*]
PTS 100 mg/kg	618 ± 127	437 ± 72 [*]	383 ± 35 [*]	357 ± 49 [*]	365 ± 71 [*]	360 ± 73 [*]	353 ± 93
血栓通组	628 ± 132	446 ± 109	366 ± 92 [*]	377 ± 62 [*]	363 ± 66 [*]	351 ± 58 [*]	370 ± 41 [*]

与假手术组比较: # 为 $P < 0.01$; 与模型组比较: * 为 $P < 0.05$, ** 为 $P < 0.01$

3 讨论

祖国传统医学重视气、血、津、液的正常运行, 认为脑缺血的病因多为气虚血瘀所致^[7]。三七乃活血化瘀之良药, 现代药理研究证实其有抗自由基作用, 同时还具有降低血黏度、抗血小板聚集、扩张血管、降低血脂和改善微循环及抗炎等作用^[3]。有研究表明, 三七三醇皂苷对大鼠脑缺血再灌注损伤有明显的保护作用^[4,6]; 并且三七有效成份能治疗脑血管意外后遗症^[2]。本研究通过线栓法制备大鼠中动脉栓塞模型, 观察三七总皂苷对脑缺血大鼠的防治作用, 采用激光多普勒血流仪测定 MCAO 大鼠大脑中动脉供血中心缺血区各时间点的脑血流量。结果显示, PTS 50、100 mg/kg 静脉注射能明显改善中动脉闭塞所致局灶性脑缺血大鼠的神经功能, 明显缩小梗塞面积、减轻脑水肿, 显著降低中动脉闭塞大鼠大脑组织中的丙二醛(MDA), 增加超氧化物歧化酶(SOD)含量。病理切片也表明, PTS 可明显改善局灶性脑缺血下大鼠的脑代谢; 维持脑缺血状态下神经细胞的正常形态和功能, 延缓、减轻其坏死。100

mg/kg PTS 在单次给药 10 min 后明显增加 MCAO 大鼠大脑中动脉供血中心缺血区各时间点的 rCBF, 改善缺血区的血氧供应。这表明三七总皂苷对局灶性脑缺血损伤有良好的保护作用。

缺血性脑血管病多为脑血管痉挛或栓塞引起脑组织缺血、缺氧而致能量耗竭、兴奋性氨基酸释放、细胞内钙超载、自由基的产生等因素, 致脑组织水肿、神经细胞变性坏死^[7]。有关三七三醇皂苷对脑缺血损伤保护作用的相关机制报道^[3,6]有: 钙通道阻断作用, 实验证明三七总皂苷能非选择性阻断受体依赖的钙通道开放, 抑制细胞外钙内流和细胞内钙释放, 防止细胞内钙超载, 是一种非特异性钙离子通道阻断剂, 抑制各种来源激动钙离子所致的平滑肌收缩; 抗自由基作用, 实验证明三七总皂苷能使脑组织以及血浆总的丙二醛显著减少, 超氧化物歧化酶活性升高, 对黄嘌呤氧化酶氧化黄嘌呤产生的氧自由基有清除作用; 三七总皂苷能抑制血小板聚集, 降低血液粘稠度, 改善血液高凝状态; 保护血脑屏障, 减轻其损伤等。

(下转第 1201 页)

β 估计值分别为 -1.6555、-1.1701、0.6967、0.8862、0.6503, 说明饭前、便后洗手是蛔虫感染的保护因素 ($P < 0.0001$), 这与安徽、广西的调查结果 (便后洗手有高度保护作用)^[4,5]一致, Olsen A 等^[10]还发现不使用肥皂洗手的家庭感染蛔虫病的危险比使用肥皂的家庭高 2.6 倍。说明洗手在阻断蛔虫病传播上有非常显著的意义。由于江西地区群众没有生吃蔬菜的习惯, 在病例和对照组中这一因素暴露比例均较低, 故生吃蔬菜没有统计学意义 ($P=0.4156$)。

在进行单因素分析时, 使用卫生厕所是蛔虫感染的保护因素 ($OR=0.375$), 进入多因素回归分析后没有统计学意义 ($P=0.1061$)。由于多因素 Logistic 分析能控制可能的混杂因素对应变量的影响, 但不能确证被剔除的因素与感染间没有联系, 所以使用卫生厕所为可能的保护因素。

杨益超等^[5]研究广西蛔虫感染危险因素后认为, 药物治疗干预可以降低蛔虫的感染, 但在本研究中, 10 年内驱虫次数没有统计学意义 ($P=0.2554$), 可能为病例与对照来自于同一村落, 有相同的药物驱虫背景所致。

综上所述, 个人卫生习惯是影响江西省农村人群蛔虫感染的主要因素。因此, 以改变个人卫生习惯为目的的健康教育, 特别是针对儿童和母亲的宣教应成为今后蛔虫防治工作的重点。

[参 考 文 献]

- [1] 全国人体重要寄生虫病现状调查办公室. 全国人体重要寄生虫病现状调查报告 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2005, 23(50): 332-340.
- [2] 姜唯声, 陈红根. 江西省土源性线虫流行状况的变化 [J]. 江西医药, 2004, 39(增刊): 10-13.
- [3] 齐小秋. 肠道寄生虫病防治手册 [M]. 福建: 福建教育出版社, 1996: 104.
- [4] 郭见多, 沈光金, 吴维铎, 等. 安徽省蛔虫感染分布现状及其影响因素分析 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2004, 16(6): 456-459.
- [5] 杨益超, 许洪波, 黎学铭, 等. 广西蛔虫感染危险因素病例对照研究 [J]. 应用预防医学, 2006, 12(3): 136-138.
- [6] 曹汉钧, 孙凤华, 钱益新, 等. 江苏省农村人群蛔虫感染变化及影响因素 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2007, 19(2): 139-142.
- [7] 陈宝建, 程由注, 李友松, 等. 福建省人体肠道线虫感染现状调查 [J]. 热带医学杂志, 2006, 6(1): 49-51.
- [8] HOLLAND CV, ASAOLU SO, CROMPTON OW, et al. Targeted anthelmintic treatment of school children: effect of frequency of application on the intensity of *Ascaris lumbricoides* infection in children from rural Nigerian villages [J]. *Parasitology*, 1996, 113(1): 87-95.
- [9] QUIHUI L, VALENCIA ME, CROMPTON DW, et al. Role of the employment status and education of mothers in the prevalence of intestinal parasitic infections in Mexican rural school children [J]. *BMC Public Health*, 2006, 6: 225.
- [10] OLSEN A, SAMUELSEN H, ONYANGO-OUA W. A study of risk factors for intestinal helminth infections using epidemiological and anthropological approaches [J]. *J Biosoc Sci*, 2001, 33(4): 569-584.

(收稿日期: 2007-08-03; 修回日期: 2007-09-28)



(上接第 1161 页)

本研究结果也进一步证明了三七三醇皂苷能清除氧自由基、抑制脑水肿, 从而减轻神经元细胞的损伤。另外, 本研究发现三七三醇皂苷能明显增加 MCAO 大鼠大脑中动脉供血中心缺血区各时间点的 rCBF, 改善缺血区的血氧供应, 从而减轻脑缺血损伤。这可能与三七三醇皂苷能改善血液流变学, 扩张微细血管, 从而增加微细血管开放数目等有关, 可进行更深一步的研究。

[参 考 文 献]

- [1] 杨志刚, 陈阿琴, 俞颂东, 等. 三七药理研究新进展 [J]. 上海中医药杂志, 2005, 39(1): 33-37.
- [2] 王频, 毕建忠. 三七皂甙治疗脑血管病的研究进展 [J]. 中国老年学杂志, 2006, 26(2): 275-277.
- [3] 张剑峰, 张丹参. 三七总皂甙药理作用研究进展 [J]. 中医中药, 2007, 13(6): 472-474.
- [4] 胡晓松, 周东, 周德明. 三七三醇皂苷对脑缺血再灌注大鼠的保护作用 [J]. 中风与神经疾病杂志, 2004, 21(4): 354-357.
- [5] ZEA LONGA EL, WEINSTEIN PR, CARLSON S, et al. Reversible middle cerebral artery occlusion without craniectomy in rats [J]. *Stroke*, 1989, 20(1): 84.
- [6] 刘宗超, 周官恩, 赵克建, 等. 三七三醇皂苷对大鼠脑缺血再灌注脑损伤保护作用的实验研究 [J]. 中风与神经疾病杂志, 2007, 24(1): 38-40.
- [7] 马仁强, 朱邦豪, 陈健文, 等. 赤芍总苷注射液对大鼠局灶性脑缺血的保护作用 and 脑血流量的影响 [J]. 中成药, 2006, 28(6): 835-838.
- [8] 冯泉, 马中富, 黄帆, 等. 飞水蓟素对脑缺血性损伤的影响 [J]. 热带医学杂志, 2004, 4(1): 42-44.
- [9] BEDERSON JB, PITTS LH, DAVIS RL, et al. Rat middle cerebral artery occlusion: Evaluation of the model and development of a neurologic examination [J]. *Stroke*, 1986, 17(3): 472-476.

(收稿日期: 2007-09-15; 修回日期: 2007-10-28)

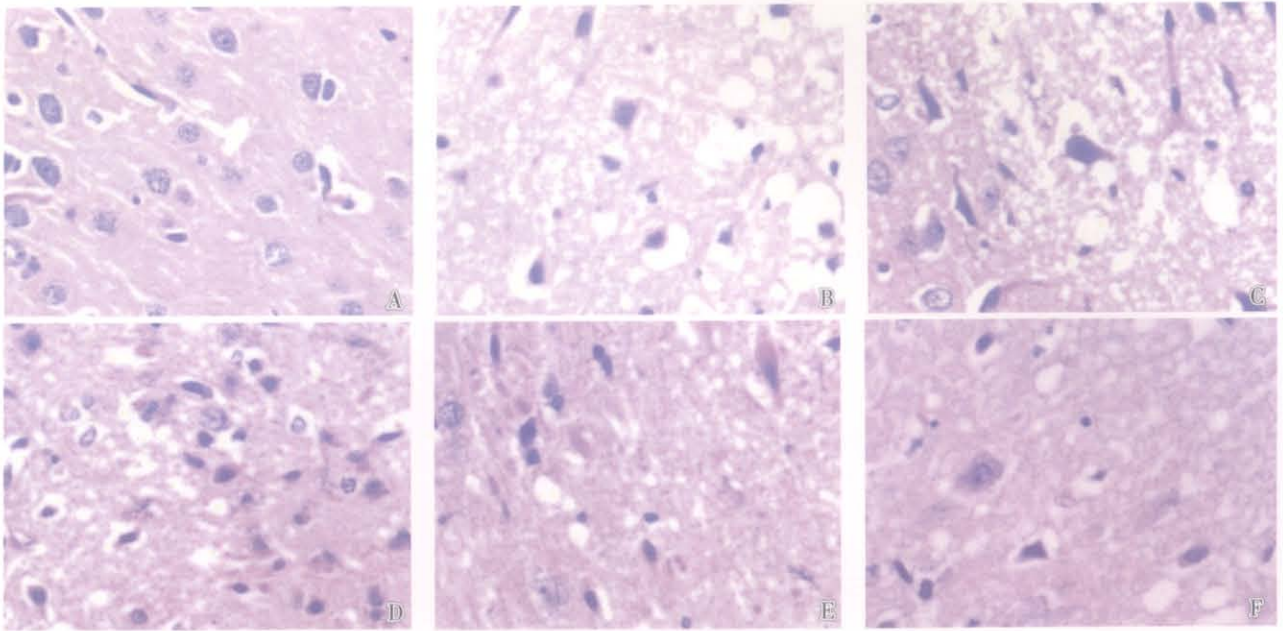


图1 大鼠缺血脑组织病理学检查(×400)

Fig.1 The pathological examination of ischemic brain tissue in rats

A: Sham; B: Control; C: PTS 25mg/kg; D: PTS 50mg/kg; E: PTS 100mg/kg; F: XST.

上图1: 陈健文, 蓝秀健, 陈少锐, 等. 三七三醇皂苷对大鼠局灶性脑缺血损伤的保护作用和脑血流量的影响(正文见第 1159 页)

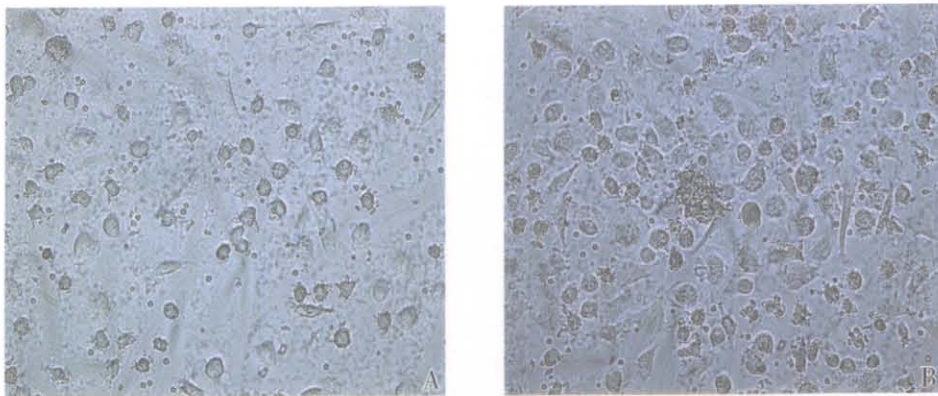


图1 人外周血 DC 培养倒置显微镜观察(×200)

Fig.1 DCs of peripheral blood viewed by invert microscope(×200)

A: The result of DCs after culture 3 days; B: The result of DCs after culture 5 days.

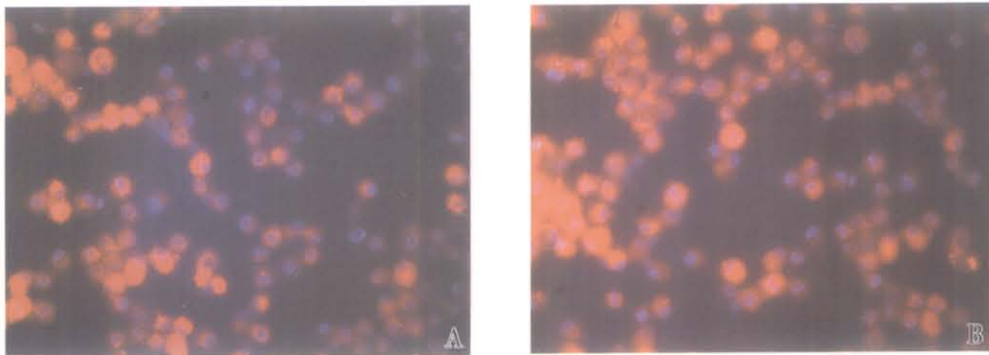


图2 DCs 对 Dil 标记的 OxHDL 的加工处理和抗原呈递(×200)

Fig.2 Processing and antigen presentation of DCs on OxHDL marked with Dil(×200)

A: Mixed incubation of DCs and OxHDL marked with Dil in 2 hours; B: Mixed incubation of DCs and OxHDL marked with Dil after 2 days.

上图1~图2: 尹学亮, 李志梁, 傅强, 等. 应用 Dil 标记的氧化高密度脂蛋白观察人单核细胞源性的树突状细胞成熟的研究(正文见第 1162 页)