

表 1 PUVA 作用 24 后 K562、NB4 细胞的凋亡率
($\bar{x}\pm s$ $n=3$)

Table 1 Apoptosis rates of K562 and NB4 leukemia cells after treated with PUVA for 24 h
($\bar{x}\pm s$ $n=3$)

PSO 终质量浓度 ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	K562 细胞凋亡率/%			NB4 细胞凋亡率/%		
	0 min	5 min		0 min	5 min	
0	1.18 $\pm$ 0.24	6.51 $\pm$ 0.20	* $\triangle\triangle$	4.97 $\pm$ 0.61	25.43 $\pm$ 0.90	* $\triangle\triangle$
10	1.41 $\pm$ 0.11	7.99 $\pm$ 0.34	* $\triangle\triangle$	6.63 $\pm$ 0.31	26.57 $\pm$ 0.42	* $\triangle\triangle$
20	1.47 $\pm$ 0.05	9.23 $\pm$ 0.39	* $\triangle\triangle$	10.87 $\pm$ 0.80	30.67 $\pm$ 2.11	* $\triangle\triangle$
40	1.52 $\pm$ 0.12	11.94 $\pm$ 0.50	* $\triangle\triangle$	11.83 $\pm$ 0.51	34.90 $\pm$ 0.30	* $\triangle\triangle$
80	2.73 $\pm$ 0.04	17.84 $\pm$ 0.57	* $\triangle\triangle$	15.13 $\pm$ 0.32	24.63 $\pm$ 0.38	* $\triangle\triangle$

与其相应的对照组 (0 min, 0 $\mu\text{g/mL}$) 比较: ** $P<0.01$

与相应的 0 min 组比较: $\triangle\triangle P<0.01$ (下表同)

** $P<0.01$ vs corresponding control group (0 min, 0 $\mu\text{g/mL}$);

$\triangle\triangle P<0.01$ vs corresponding 0 min group, following tables are same

表 2 PUVA 作用 24 h 后 K562、NB4 细胞线粒体膜电位的变化 ($\bar{x}\pm s$, $n=3$)

Table 2 Changes of mitochondrial membrane potential of K562 and leukemia NB4 cells after treated with PUVA for 24 h ($\bar{x}\pm s$ $n=3$)

PSO 终质量浓度 ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	K562 细胞线粒体膜电位			NB4 细胞线粒体膜电位		
	0 min	5 min		0 min	5 min	
0	377.95 $\pm$ 5.46	262.00 $\pm$ 3.51	* $\triangle\triangle$	383.33 $\pm$ 2.15	237.10 $\pm$ 8.51	* $\triangle\triangle$
10	310.90 $\pm$ 5.73	232.37 $\pm$ 2.73	* $\triangle\triangle$	436.90 $\pm$ 3.18	210.43 $\pm$ 6.40	* $\triangle\triangle$
20	193.43 $\pm$ 9.81	132.83 $\pm$ 1.34	* $\triangle\triangle$	376.80 $\pm$ 5.91	206.83 $\pm$ 5.39	* $\triangle\triangle$
40	144.00 $\pm$ 3.70	119.83 $\pm$ 2.56	* $\triangle\triangle$	333.40 $\pm$ 7.01	200.73 $\pm$ 8.78	* $\triangle\triangle$
80	122.23 $\pm$ 8.94	117.30 $\pm$ 0.98	* $\triangle\triangle$	323.53 $\pm$ 6.98	182.27 $\pm$ 8.59	* $\triangle\triangle$

有光敏活性^[5~7], 波长范围在 320~360 nm 的紫外光照射, 可激发 PSO 的动力效应, 从而增强其抗肿瘤及抗白血病的作用。电镜和流式细胞仪检测结果显示, PUVA 可诱导 K562、NB4 白血病患者细胞发生凋亡。与对照组 (0 min 0 $\mu\text{g/mL}$) 相比, 单纯 PSO 和 UVA, 以及 PUVA 均可增加细胞凋亡率, 但多因素方差分析结果显示 PUVA 的作用要显著强于前两者, 也再次证明了 PSO 的光敏效应。

线粒体是细胞内 ATP 的主要生产中心, 线粒体膜电位 (mitochondrial membrane potential,

$\Delta\Psi_m$) 是由于线粒体内膜两侧质子及其他离子不平衡而形成的, 是保持线粒体功能所必需的。在线粒体内、外膜交界处存在一种蛋白性孔道, 即膜渗透性转换通道 (permeability transition pore, PTP), 多种刺激如氧化应激、超负荷、再灌注损伤等均可造成 PTP 开放^[8], 引起线粒体膜电位的下降, 呼吸链断裂, 诱导细胞凋亡和死亡。本实验结果显示, 经 PSO、UVA 和 PUVA 处理的 K562、NB4 细胞线粒体膜电位均有下降, 且统计分析结果显示 PUVA 对细胞线粒体膜电位的影响最强, 提示 PUVA 在诱导 K562、NB4 细胞凋亡的过程中可能影响了 PTP 的开放, 下调了细胞线粒体膜电位水平。

参考文献:

[1] 崔小庆. 补骨脂素加长波紫外线抗肿瘤的实验研究和应用 [J]. 国外医学: 肿瘤学分册, 1991, 18(3): 157-160.

[2] Musajo L, Rodighiero G, Dallacqua F. Evidences of a photo-reaction of the photosensitizing furocoumarins with DNA and with pyrimidine nucleosides and nucleotides [J]. *Experientia*, 1965, 21(1): 24-26.

[3] 陈楠楠, 黄世林, 张德杰, 等. 补骨脂素加长波紫外线对白血病患者细胞株 NB4、HL-60、K562 细胞作用的研究 [J]. 中国中医急症, 2007, 16(4): 444-446.

[4] 陈楠楠, 向阳, 张励, 等. 补骨脂素加长波紫外线光化学疗法诱导 HL-60、K562 细胞凋亡及对 Fas、FasL 表达的影响 [J]. 中草药, 2008, 39(10): 1521-1524.

[5] Garneiro L V, Ferreira S R, Chen C L, *et al.* Psoralen derivatives and longwave ultraviolet irradiation are active *in vitro* against human melanoma cell line [J]. *J Photochem Photobiol B*, 2004, 76(1-3): 49-53.

[6] Plumas J, Drillet P, Jacob M C, *et al.* Extracorporeal photo-chemotherapy for treatment of clonal T cell proliferations [J]. *Bull Cancer*, 2003, 90(8-9): 63-70.

[7] Efferth T, Fabry U, Osieka R, *et al.* Induction of apoptosis, depletion of glutathione and DNA damage by extracorporeal photochemotherapy and psoralen with exposure to UV light *in vitro* [J]. *Anticancer Res*, 2001, 21(4A): 2777-2783.

[8] Halestrap A P, Kerr P M, Javadov S, *et al.* Elucidating the mechanism of the permeability transition pore and its role in reperfusion injury of the heart [J]. *Biochim Biophys Acta*, 1998, 1366(1-2): 79-94.

《中草药》杂志售过刊信息

《中草药》杂志编辑部尚存部分过刊合订本, 包括: 1974-1975 年、1976 年、1979 年、1988—1993 年 (80 元/年), 1996、1997 年 (110 元/年)、1998 年 (120 元/年)、1999 年 (135 元/年)、2000 年 (180 元/年)、2001—2003 年 (200 元/年)、2004 年 (220 元/年)、2005 年 (260 元/年)、2006 年 (280 元/年)、2007 年 (280 元/年)、2008 年 (280 元/年)。1996 年增刊 (50 元)、1997 年增刊 (45 元)、1998 年增刊 (55 元)、1999 年增刊 (70 元)、2000 年增刊 (70 元)、2001 年增刊 (70 元)、2002 年增刊 (65 元)、2003 年增刊 (65 元)、2004 年增刊 (65 元)、2005 年增刊 (65 元)、2006 年增刊 (65 元)、2007 年增刊 (65 元)、2008 年增刊 (55 元)。欢迎订购。订购者请直接与《中草药》杂志编辑部联系。

电话: (022) 27474913 23006821 传真: (022) 23006821 E-mail: zcyzzbjb@sina.com