论著

文章编号:1000-5404(2011)13-1366-04

# 潲水油的急性毒性和遗传毒性研究

冉 莉,周 永,朱俊东,张乾勇,糜漫天 (400038 重庆,第三军医大学军事预防医学院营养与食品卫生学教研室,重庆市医学营养研究中心,重庆市营养与食品安全重点实验室)

【摘要】 **目的** 对潲水油的食用安全性进行毒理学观察。**方法** 选取SD大鼠20只,按2.0 ml/100 g剂量实施一次性灌胃进行急性毒性实验;昆明种小鼠60只随机分为6组[受试物2.5、5.0、10.0 g/kg及正常对照组(生理盐水)、阴性对照组(食用油)、阳性对照组(环磷酰胺0.04 g/kg)]分阶段实施灌胃,30 h后处死小鼠取股骨的骨髓液制片,进行小鼠骨髓嗜多染红细胞微核实验;昆明种雄性小鼠30只随机分为6组[受试物2.5、5.0、10.0 g/kg及正常对照组(生理盐水)、阴性对照组(食用油)、阳性对照组(环磷酰胺0.04 g/kg)],连续灌胃5 d,实施观察35 d后,处死小鼠取双侧附睾制片,进行小鼠精子畸形实验;选取SD大鼠100只随机分为5组[受试物2.5、5.0、10.0 g/kg及正常对照组(生理盐水)、阴性对照组(食用油)]喂养30 d,观察其体质量变化和食物利用率,并检测其血常规及生化指标和病理改变。**结果** 本次实验测定所用的潲水油急性毒性经口$LD_{50}$大于10.0 g/kg。小鼠骨髓嗜多染红细胞微核实验为阳性,小鼠精子畸形实验为阴性。30 d喂养实验中,除低剂量潲水油外均可导致大鼠体质量增重减慢和食物利用率降低,高剂量潲水油可导致大鼠血清总蛋白和球蛋白含量降低,中、高剂量潲水油可导致大鼠肝脏系数增加及肝脏发生不同程度的病理改变。**结论** 本次实验所用的潲水油急性毒性实验为阴性结果,遗传毒性实验和30 d喂养实验为阳性结果。

【关键词】 潲水油;急性毒性;遗传毒性

【中图法分类号】 R155;R114 【文献标志码】 A

# Acute toxicity and genetic toxicity of hogwash fat

Ran Li, Zhou Yong, Zhu Jundong, Zhang Qianyong, Mi Mantian (Department of Nutrition and Food Hygiene, Key Laboratory of Nutrition and Food Safety of Chongqing, Chongqing Medical Nutrition Research Center, College of Military Preventive Medicine, Third Military Medical University, Chongqing, 400038, China)

【**Abstract**】 **Objective** To determine edible safety of hogwash fat by toxicological methods. **Methods** Acute toxicity test, genetic toxicity test (mouse bone marrow micronucleus test, mouse sperm abnormality test) and 30-day feeding trial were carried out. Acute toxicity test was performed on 20 SD rats by being fed a one-time implementation (2.0 ml/100 g). A total of 60 Kunming mice were randomly divided into 6 groups, intragastric injection with 2.5, 5.0 and 10.0 g/kg hogwash fat, normal saline, oil and cyclophosphamide (0.04 g/kg) respectively. These mice were killed in 30 h after injection, and their femur bone marrow fluid were obtained for mice bone marrow micronucleus test. Another 30 Kunming male mice were randomly divided into 6 groups as above mentioned and received intragastrical injection for 5 d. The mice were killed in 35 d later, and their bilateral epididymis was resected to observe sperm abnormalities. A total of 100 SD rats were randomly divided into 5 groups fed as mentioned above except cyclophosphamide group for 30 d, their body weight and food utilization, their hemogram and biochemical and pathological changes were observed. **Results** The hogwash fat used in acute toxicity had an oral $LD_{50}$ greater than 10.0 g/kg. Mouse bone marrow micronucleus test was positive, indicating that the hogwash fat had chromosomal damage on mouse bone marrow cells with mutagenicity. Mouse sperm abnormality test was negative. 30-day feeding test indicated that low dose hogwash fat led to slow weight gain and reduced food availability, high doses lead to reduced serum total protein and globulin content, and middle and high dose also led to an increase in the indexes for liver functions and liver pathological changes. **Conclusion** The hogwash fat used in the experiments is negative to acute toxicity,

【基金项目】 重庆市科技攻关项目(CSTC2009AB7100)

【通信作者】 糜漫天,电话:(023)68752292,E-mail:mimt@vip.sina.com

but positive to genetic toxicity tests and the 30-day feeding test, indicating that hogwash fat used in this experiment has toxic effects in experimental animals.

**[Key words]** hogwash fat; acute toxicity; inherent toxicity

Supported by the Tackling Project of Scientific and Technological Reasearch of Chongqing (CSTC2009AB7100). Corresponding author: Zhou Yong, Tel: 86-23-68752292, E-mail: mimt@vip.sina.com

潲水油是指餐饮业下水道中,由隔油器收集,然后经人工提炼回来的油品,以及酸败且不能再食用的油品的总称[1]。我国每年排放的潲水中的废油高达几百万吨[2]。目前由于对这些废油没有很好地加以开发利用,导致了社会上少数不良人员及企业为了牟取暴利将潲水油回收,经过酸炼、脱色、过滤等加工提炼后当做食用油低价出售[3-4],回流餐饮服务业或食品加工业,严重危害消费者的身体健康[5],在此我们特对潲水油毒理学安全性进行初步实验观察。本实验依照GB15193-2003《食品安全性毒理学评价程序和方法》对该潲水油进行了如下毒理学实验。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 受试物 潲水油,由重庆市计量质量检测研究院提供。

1.1.2 实验动物 SPF级昆明种小鼠和SD大鼠均由第三军医大学动物实验中心提供[许可证号:SCXK(军)-2007015]。实验过程中,动物自由进食和饮水,动物房温度21~23 ℃,相对湿度65%~75%。

1.1.3 实验仪器 电子天平、超净生物工作台、恒温孵箱、Lrasys全自动生化分析仪、OLYMPUS显微镜等。

### 1.2 实验方法

所有实验按照文献[6-8]方法稍行改进。

1.2.1 急性毒性实验 SD大鼠20只,雌雄各半,体质量180~220 g。按最大耐受量实验方法,实验前禁食16 h,不禁水,剂量为10 g/kg,按2.0 ml/100 g。于动物空腹状态下一次性经口灌胃,连续观察2周,记录中毒表现及死亡情况。

1.2.2 遗传毒性实验

1.2.2.1 小鼠骨髓嗜多染红细胞微核实验 昆明种小鼠(体质量25~30 g)随机数字表法分为6组,每组10只,雌雄各半。受试物设3个剂量组,2.5、5.0、10.0 g/kg及正常对照组(生理盐水)、阴性对照组(食用油)、阳性对照组(环磷酰胺0.04 g/kg)。受试动物分别于第0小时和第24小时按2.0 ml/100 g。经口灌胃,于末次染毒后6 h处死动物,常规取股骨的骨髓液制片、甲醇固定、Giemsa染色。在光学显微镜下观察嗜多染红细胞。

1.2.2.2 小鼠精子畸形实验 6~8周龄昆明种雄性小鼠(体质量25~30 g)按随机数字表法分为6组,每组5只。受试物设3个剂量组:2.5、5.0、10.0 g/kg及正常对照组(生理盐水)、阴性对照组(食用油)、阳性对照组(环磷酰胺0.04 g/kg)。以2.0 ml/100 g经口灌胃,连续5 d。于首次灌胃后第35天处死受试动物,取双侧附睾,制片、染色,在光学显微镜下观察动物精子形态。

1.2.3 大鼠30 d喂养实验

1.2.3.1 实验方法 SD大鼠100只(体质量90~130 g)随机分为5组,每组20只,雌雄各半。受试物设3个剂量组:2.5、5.0、10.0 g/kg及正常对照组(生理盐水)、阴性对照组(食用油)。经口给予受试物,按不同剂量要求将潲水油均匀拌入基础饲料,正常对照组动物以基础饲料喂饲,自由进食和饮水,连续观察30 d,每周记录体质量和进食量并计算食物利用率。

1.2.3.2 观察指标 ①动物的一般表现、体质量、食物利用率。②血常规及生化指标:白细胞、血红蛋白、淋巴细胞、中性粒细胞、红细胞、血小板、胆固醇、甘油三酯、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、白蛋白、总蛋白、白蛋白/球蛋白比值、血糖、血尿素、肌酐、球蛋白。③病理检查:脏器系数(肝、肾、脾脏)及病理组织学检查(肝、肾、脾脏)。

### 1.3 实验数据统计

采用SPSS数据统计软件进行方差分析、秩和检验。

## 2 结果

### 2.1 急性毒性实验

潲水油以10.0 g/kg剂量一次经口灌胃后,各剂量组大鼠均出现不同程度的毛发松散、无光泽、不好动,个别大鼠出现拒食、大便稀等现象,后期喂养期间逐渐恢复,2周内均无动物死亡。即本次实验条件下所检测潲水油样品,对SD大鼠的急性毒性经口半数致死量大于10.0 g/kg。

### 2.2 遗传毒性实验

2.2.1 小鼠骨髓嗜多染红细胞微核实验 结果见表1。2.5、5.0 g/kg潲水油组和阴性对照组与正常对照组比较均无显著性差异,10.0 g/kg潲水油组和阳性对照组显著高于正常对照组($P<0.05$),表明10.0 g/kg潲水油在小鼠骨髓嗜多染红细胞微核实验中为阳性结果,提示本次实验条件下所检测潲水油样品对小鼠骨髓嗜多染红细胞染色体有损伤作用。

**表1 各组小鼠骨髓嗜多染红细胞微核实验结果**

| 组别 | 动物数(只) | 观察细胞数(个/只) | 微核细胞数(个) | 微核率[($\bar{x}\pm s$)‰] |
|---|---|---|---|---|
| 正常对照组 | 10 | 1 000 | 20 | 2.00±1.03 |
| 食用油10.0 g/kg | 10 | 1 000 | 22 | 2.20±0.71 |
| 潲水油2.5 g/kg组 | 10 | 1 000 | 27 | 2.70±0.67 |
| 潲水油5.0 g/kg组 | 10 | 1 000 | 35 | 3.50±1.08 |
| 潲水油10.0 g/kg组 | 10 | 1 000 | 78 | 7.80±3.19[a] |
| 环磷酰胺0.04 g/kg | 10 | 1 000 | 229 | 22.90±3.70[a] |

a: $P<0.05$,与正常对照组比较

2.2.2 小鼠精子畸形实验 结果见表2。阳性对照组小鼠的精子畸形率显著高于正常对照组($P<0.05$),各潲水油剂量组的精子畸形率与正常对照组比较均无显著性差异,提示本次实验条件下所检测潲水油样品对小鼠精子形态无影响。

**表2 各组小鼠精子畸形实验结果**

| 组别 | 动物数(只) | 观察精子数(个/只) | 畸形精子数(个) | 精子畸形率[($\bar{x}\pm s$)%] |
|---|---|---|---|---|
| 正常对照组 | 5 | 1 000 | 85 | 1.70±2.08 |
| 食用油10.0 g/kg | 5 | 1 000 | 90 | 1.80±3.74 |
| 潲水油2.5 g/kg组 | 5 | 1 000 | 81 | 1.62±2.50 |
| 潲水油5.0 g/kg组 | 5 | 1 000 | 82 | 1.64±3.87 |
| 潲水油10.0 g/kg组 | 5 | 1 000 | 104 | 2.08±3.30 |
| 环磷酰胺0.04 g/kg | 5 | 1 000 | 294 | 5.88±2.99[a] |

a $P<0.05$，与正常对照组比较

## 2.3 30 d喂养实验

2.3.1 动物的一般情况 喂养后，各潲水油剂量组大鼠出现不适表现，如毛发松散、不洁、不好动等，2.5、5.0 g/kg潲水油组大鼠在数日内逐渐恢复，10.0 g/kg潲水油组大鼠异常行为持续时间较长，但均未观察到中毒表现。

2.3.2 对体质量的影响 结果见表3。雌、雄大鼠各组间的初重无显著性差异。在整个30 d喂养实验过程中，正常对照组与阴性对照组大鼠的体质量比较也无显著性差异。

雄性大鼠剂量组体质量增长明显低于正常对照组，其中第1、2、3周各剂量潲水油组大鼠的体质量均低于正常对照组($P<0.05$)；饲养至第4周结束时，5.0、10.0 g/kg潲水油组大鼠体质量显著低于正常对照组($P<0.05$)。

雌性大鼠剂量组体质量增长与正常对照组比较存在差异，第1周，5.0、10.0 g/kg潲水油组大鼠体质量低于正常对照组($P<0.05$)；第3、4周，10.0 g/kg潲水油组大鼠体质量显著低于正常对照组($P<0.05$)。

2.3.3 对食物利用率的影响 结果见表4。阴性对照组大鼠体质量增长、进食量以及食物利用率与正常对照组比较无明显差异。雄性大鼠10.0 g/kg潲水油组体质量增长、5.0 g/kg潲水油组进食量以及5.0、10.0 g/kg潲水油组食物利用率明显低于正常对照组($P<0.05$)，雌性大鼠10.0 g/kg潲水油组体质量增长和食物利用率低于正常对照组($P<0.05$)。提示本次实验条件下所检测潲水油样品可导致大鼠体质量增长缓慢和食物利用率降低。

**表4 各组大鼠30 d喂养实验对增质量及总食物利用率的影响($n=10$，$\bar{x}\pm s$)**

| 性别 | 组别 | 体质量增加(g) | 进食量(g) | 食物利用率(%) |
|---|---|---|---|---|
| 雄 | 正常对照组 | 144.07±16.47 | 485.92±1.06 | 29.63±3.07 |
| | 食用油10.0 g/kg | 153.35±31.50 | 487.33±4.00 | 31.30±2.53 |
| | 潲水油2.5 g/kg组 | 113.18±42.20 | 442.25±3.18 | 25.73±2.18 |
| | 潲水油5.0 g/kg组 | 104.13±39.41 | 433.75±0.59[a] | 24.07±1.04[a] |
| | 潲水油10.0 g/kg组 | 102.07±19.28[a] | 451.42±28.87 | 22.65±1.45[a] |
| 雌 | 正常对照组 | 105.60±12.24 | 441.75±3.89 | 23.90±2.38 |
| | 食用油10.0 g/kg | 96.92±17.08 | 439.33±4.95 | 22.06±1.41 |
| | 潲水油2.5 g/kg组 | 105.57±18.54 | 437.17±0.47 | 24.13±2.47 |
| | 潲水油5.0 g/kg组 | 96.30±12.44 | 441.64±0.71 | 21.80±2.06 |
| | 潲水油10.0 g/kg组 | 77.93±17.77[a] | 430.17±3.54 | 18.11±2.01[a] |

a $P<0.05$，与正常对照组比较

2.3.4 血液学和生化检验结果 结果见表5。除雌性大鼠10.0 g/kg潲水油组血清总蛋白(TP)和球蛋白(GLB)与正常对照组之间具有显著性差异($P<0.05$)外，各剂量组血常规及血液生化指标与正常对照组比较均无显著性差异。

2.3.5 脏器系数和病理检查结果

2.3.5.1 脏器系数测定结果 结果见表6。5.0、10.0 g/kg潲水油组肝脏系数显著高于正常对照组和阴性对照组($P<0.05$)，各剂量潲水油组肾脏系数和脾脏系数与正常对照组和阴性对照组比较无显著性差异。

**表3 潲水油对各组大鼠体质量的影响($n=9$，g，$\bar{x}\pm s$)**

| 性别 | 组别 | 原体质量 | 第1周 | 第2周 | 第3周 | 第4周 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 雄 | 正常对照组 | 67.20±7.87 | 99.36±4.90 | 128.45±8.48 | 168.50±13.01 | 211.20±17.37 |
| | 食用油10.0 g/kg | 64.70±5.03 | 92.20±8.25 | 125.40±3.68 | 159.15±5.98 | 218.23±29.72 |
| | 潲水油2.5 g/kg组 | 63.44±9.35 | 82.03±12.73[a] | 106.43±13.31[a] | 148.44±15.43[a] | 189.89±11.77 |
| | 潲水油5.0 g/kg组 | 59.55±4.44 | 78.44±8.23[a] | 102.44±12.87[a] | 131.66±11.62[a] | 175.22±14.51[a] |
| | 潲水油10.0 g/kg组 | 61.60±3.06 | 79.60±7.53[a] | 92.60±6.73[a] | 127.30±15.36[a] | 163.60±21.21[a] |
| 雌 | 正常对照组 | 61.10±4.09 | 91.45±6.23 | 106.93±9.18 | 137.49±9.59 | 166.71±12.49 |
| | 食用油10.0 g/kg | 63.33±7.70 | 88.30±9.16 | 105.40±12.11 | 133.4±17.93 | 160.20±21.33 |
| | 潲水油2.5 g/kg组 | 62.99±4.38 | 83.93±5.83 | 106.44±7.96 | 144.40±18.68 | 168.43±19.42 |
| | 潲水油5.0 g/kg组 | 57.71±3.62 | 77.08±8.85[a] | 95.12±6.57 | 126.11±13.64 | 154.07±13.27 |
| | 潲水油10.0 g/kg组 | 64.02±5.31 | 79.90±7.88[a] | 100.45±11.37 | 119.50±17.25[a] | 141.90±21.53[a] |

a $P<0.05$，与正常对照组比较

**表5 喂养潲水油30 d后各组大鼠血清生化指标的变化($n=10$，$\bar{x}\pm s$)**

| 性别 | 组别 | ALT(U/L) | AST(U/L) | 白蛋白(g/L) | 血清总蛋白(g/L) | 白蛋白/球蛋白 | 葡萄糖(mmol/L) | 尿素氮(mmol/L) | 肌酐(μmol/L) | 球蛋白(g/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 雄 | 正常对照组 | 78.0±15.71 | 154.67±18.58 | 30.53±1.55 | 62.70±2.68 | 0.93±0.05 | 5.92±0.47 | 8.03±1.27 | 23.67±6.35 | 32.17±1.45 |
| | 食用油10.0 g/kg | 63.67±9.60 | 114.67±2.08 | 29.90±2.38 | 59.13±1.91 | 1.0±0.10 | 7.14±0.41 | 6.53±0.45 | 19.67±1.15 | 29.23±0.49 |
| | 潲水油2.5 g/kg组 | 48.67±9.29 | 136.33±35.38 | 31.20±2.13 | 60.73±6.59 | 1.07±0.11 | 7.45±0.66 | 7.42±1.50 | 22.00±2.00 | 29.53±4.46 |
| | 潲水油5.0 g/kg组 | 59.0±3.46 | 173.67±14.43 | 30.90±1.24 | 62.97±1.07 | 0.97±0.05 | 7.42±0.10 | 8.96±0.94 | 20.67±2.30 | 32.06±0.20 |
| | 潲水油10.0 g/kg组 | 50.67±14.04 | 159.67±65.22 | 31.57±0.76 | 64.83±3.56 | 0.93±0.05 | 7.49±0.13 | 7.82±0.46 | 19.00±3.00 | 33.27±3.05 |
| 雌 | 正常对照组 | 47.67±13.65 | 165.00±28.16 | 34.70±2.55 | 71.46±4.79 | 0.93±0.05 | 6.73±0.75 | 7.70±0.23 | 22.67±4.04 | 36.76±2.44 |
| | 食用油10.0 g/kg | 33.33±2.88 | 90.67±18.77 | 34.46±0.80 | 71.23±3.20 | 0.96±0.05 | 7.50±0.61 | 6.78±0.94 | 27.00±1.00 | 36.76±2.41 |
| | 潲水油2.5 g/kg组 | 40.66±19.55 | 155.33±46.92 | 33.70±1.56 | 65.56±3.18 | 1.1±0.06 | 7.47±0.57 | 6.65±0.45 | 24.66±2.52 | 33.86±1.63 |
| | 潲水油5.0 g/kg组 | 43.33±2.88 | 140.0±36.34 | 31.73±0.89 | 70.06±2.96 | 1.03±0.05 | 6.93±0.48 | 8.04±1.44 | 22.33±2.30 | 35.26±1.88 |
| | 潲水油10.0 g/kg组 | 52.0±5.29 | 130.0±14.93 | 34.80±1.21 | 62.13±1.53[a] | 1.00±0.00 | 7.18±0.37 | 7.89±1.29 | 22.00±2.00 | 30.40±1.25[a] |

a $P<0.05$，与正常对照组比较

**表 6 潲水油 30 d 喂养后各组大鼠脏器系数的变化[$n=10$,($\bar{x}\pm s$)%]**

| 性别 | 组别 | 肝脏 | 肾脏 | 脾脏 |
|---|---|---|---|---|
| 雄 | 正常对照组 | 3.70±0.43 | 0.79±0.06 | 0.27±0.05 |
| | 食用油 10.0 g/kg | 3.81±0.36 | 0.79±0.08 | 0.35±0.12 |
| | 潲水油 2.5 g/kg 组 | 4.14±0.38 | 0.78±0.05 | 0.29±0.03 |
| | 潲水油 5.0 g/kg 组 | 5.38±0.51[a] | 0.82±0.07 | 0.35±0.11 |
| | 潲水油 10.0 g/kg 组 | 4.84±0.41[a] | 0.81±0.16 | 0.36±0.11 |
| 雌 | 正常对照组 | 4.28±0.28 | 0.80±0.04 | 0.31±0.06 |
| | 食用油 10.0 g/kg | 4.31±0.80 | 0.78±0.04 | 0.30±0.03 |
| | 潲水油 2.5 g/kg 组 | 4.61±0.52 | 0.85±0.17 | 0.32±0.09 |
| | 潲水油 5.0 g/kg 组 | 6.15±0.31[a] | 0.80±0.07 | 0.33±0.05 |
| | 潲水油 10.0 g/kg 组 | 6.87±0.51[a] | 0.76±0.17 | 0.46±0.21 |

a：$P<0.05$，与正常对照组比较

2.3.5.2 脏器病理检查结果 10.0 g/kg 潲水油组大鼠肝脏部分出现病变，肝小叶结构紊乱，肝细胞浊肿，见图 1。各剂量组大鼠脾脏与肾脏未见明显的病理改变。

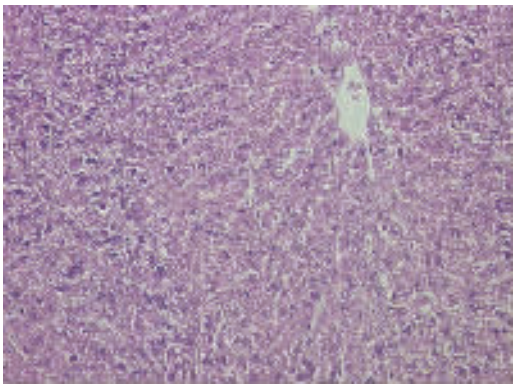


**图 1 10.0 g/kg 潲水油喂饲 30 d 后大鼠肝脏病理变化** (HE ×200)

## 3 讨论

潲水油是用剩饭剩菜等食物残渣经加工提炼而成的混合油脂，在回收的过程中往往受到下水道污水环境的影响和铅、砷等重金属污染，还常常混有大量的垃圾和洗涤剂，经简单加工提炼的潲水油常含有细菌和毒素，一旦被消费者食用后将对人体产生较大的危害。潲水油是由多种油脂混合形成，其中既含有多种植物油，又含有多种动物油，其组成成分十分复杂[9]，在加工提炼过程中，经过长时间的高温加热，有机物部分发生氧化、水解、酸败、缩合等反应，产生苯、芘、萘、蒽及硝酸盐和亚硝酸盐等有毒有害物质和致癌物质[10-11]。本实验所用潲水油急性毒性实验为阴性结果，但灌胃后部分大鼠出现了毛发松散、无光泽、不好动等不适现象，直到实验后期才逐渐恢复；在小鼠骨髓嗜多染红细胞微核实验中该潲水油对小鼠骨髓嗜多染红细胞染色体有损伤作用，具有致突变性；剂量组小鼠精子畸形率与正常对照组间差异无显著性，可能与本实验的研究时间较短或所选潲水油样品毒性作用大小有关；在亚慢性方式下接触外来化合物过程中有多种因素均可影响动物体质量的增长，但在相同的环境中，若出现剂量组大鼠体质量增长缓慢或停止，则可以说明是由于该受试物引起的毒性效应。同时，结合食物利用率则有助于分析该受试物对大鼠的生物学影响机制[12]。本实验中剂量组大鼠的体质量增长缓慢，而食物利用率也相应降低，提示该潲水油对大鼠体质量的增长具有一定的抑制作用。大鼠脏器与体质量之间质量比值有一定规律，本实验中剂量组大鼠的肝脏系数异常增大，提示该潲水油可使肝脏受到损伤，从而引起肝脏系数发生改变。大鼠血液及生化指标检测表明，剂量组大鼠血清总蛋白和球蛋白出现异常降低，这可能与大鼠过多摄入潲水油后，引起肝脏损伤、出现炎症等相关，同时结合病理切片结果，可认为该潲水油使大鼠的肝脏发生不同程度的病理改变。综上所述，本实验发现该潲水油对实验动物的致突变作用、生长发育、血液系统、肝功能及组织病理学均有不良影响，具有一定毒性作用。

## 参考文献：

[1] 潘剑宇，尹平河，余汉豪，等. 潲水油、煎炸老油与合格食用植物油的鉴别研究[J]. 食品科学，2003，24(8)：27-29.
[2] 杨冬燕，杨永存，杨小柯，等. 潲水油、掺假食用植物油鉴定方法研究进展[J]. 中国卫生检验杂志，2009，19(10)：2459-2460.
[3] 章慧芳，钱锦，蔡新安，等. 潲水油脱色工艺的研究[J]. 景德镇高专学报，2008，23(4)：5-6.
[4] 毛新武，贾煦，胡国媛，等. 潲水油等废弃食用油脂检测指标的建立研究[J]. 中国卫生检验杂志，2007，17(2)：258-260.
[5] 许斌，黄亮宇，李虹，等. 脂肪酸谱分析在餐饮用油掺兑潲水油检测中的应用[J]. 热带医学杂志，2009，9(8)：890-891，886.
[6] 中华人民共和国卫生部. GB15193.13-2003 30 天和 90 天喂养实验[S]. 北京：中国标准出版社，2003.
[7] 王心如. 毒理学实验方法与技术[M]. 北京：人民卫生出版社，2003.
[8] 黄凤洪，谢笔钧，钮琰星. 荠蓝油食品安全性毒理学实验研究[J]. 中国粮油学报，2006，21(5)：102-108.
[9] 尹平河，潘剑宇，赵玲，等. 薄层色谱法快速鉴别潲水油和煎炸老油的研究[J]. 中国油脂，2004，29(4)：47-49.
[10] 黄道平，彭进，谢燕湘，等. 潲水油鉴别检测方法研究[J]. 中国卫生检验杂志，2006，16(2)：151-153.
[11] 罗赟，龚光隆，廖成华. 国内潲水油鉴别检测的研究[J]. 现代预防医学，2008，35(6)：1145-1146，1148.
[12] 周明，雷方，王振林. 某保健酒的 30 天喂养及致畸作用试验研究[J]. 中国全科医学，2004，7(5)：307-309.

(收稿：2010-12-20 修回：2011-03-03)
(编辑 邓强庭)