

麻黄素对仔鼠肾组织结构和 SOD、CAT 活力及 MDA 含量的影响

王锦锦^① 李重阳^② 俞诗源^{①*} 孙隽^① 贾宗平^② 雷蕾^① 杨妍妮^①

① 西北师范大学生命科学学院 兰州 730070; ② 甘肃政法学院 兰州 7300701

摘要:为了探讨麻黄素对仔鼠(*Mus musculus*)肾的毒性影响,对 48 只仔鼠分别用递增剂量腹腔连续注射麻黄素溶液(2.0、3.0、4.0 g/L)和等量的生理盐水,分别于注射 5 d、10 d 和 15 d 称量仔鼠体重和肾重,用比色法检测肾 SOD、CAT 活性及 MDA 含量的变化,用光学显微镜观察仔鼠肾组织结构的变化。结果表明,注射麻黄素 5 d、10 d、15 d 后仔鼠体重低于对照组,肾重高于对照组;仔鼠肾组织有不同程度的损伤,出现肾小球肿胀,肾小囊狭窄,肾小管和集合管上皮细胞肿胀、降解、坏死;肾 SOD 和 CAT 的活性先升高后降低,注射麻黄素 5 d, SOD、CAT 的活性高于对照组($P < 0.05$),注射麻黄素 10 d、15 d, SOD 和 CAT 的活性低于对照组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);MDA 含量则先降低后升高,注射麻黄素 5 d, MDA 含量低于对照组($P < 0.05$),注射麻黄素 10 d、15 d, MDA 含量高于对照组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。麻黄素影响仔鼠的体重和肾重,麻黄素对仔鼠肾的损伤可能与肾抗氧化酶活性降低和丙二醛含量升高有关。

关键词:麻黄素;仔鼠;肾;组织结构;SOD;CAT;MDA

中图分类号:Q955 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2011)06-118-08

Effects of Ephedrine on Histological Structure, Activities of Superoxide Dismutase, Catalase, and Content of Maleic Dialdehyde in Kidney of Filial Mice

WANG Jin-Jin^① LI Chong-Yang^② YU Shi-Yuan^{①*} SUN Jun^①
JIA Zong-Ping^② LEI Lei^① YANG Yan-Ni^①

①College of Life Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070;

②Gansu Political Science and Law Institute, Lanzhou 730070, China

Abstract: To study the poisonous effects of ephedrine on kidney, 48 filial mice (*Mus musculus*) were intraperitoneally injected with escalation doses (2.0, 3.0, 4.0 g/L) of ephedrine or the same amount of saline. The samples were collected at 5, 10 and 15 d respectively, and the body weight and kidney weight were measured, the activities of SOD and CAT as well as the content of MDA were detected by colorimetry. In addition, the changes of renal lesions were observed by optical microscopy. Results showed that the body weight of filial mice of the experimental group was lower than that of control group 5, 10 and 15 d after ephedrine injection, while the kidney weight was higher than that of control group. Glomerular swelling and renal capsule

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 30370163), 甘肃省自然科学基金项目(No. 1107RJZA141), 兰州市社会发展项目(No. 2010-127), 甘肃省证据科学技术研究与应用重点实验室科技计划项目(No. ZDSYS-Y08);

* 通讯作者, E-mail: syu006@nwnu.edu.cn;

第一作者介绍 王锦锦, 女, 硕士研究生; 研究方向: 细胞与发育生物学; E-mail: xianglewujj@163.com。

收稿日期: 2011-05-06, 修回日期: 2011-09-07

narrowing were observed after injection of ephedrine. The epithelial cells of renal tubule and collecting tubule showed swelling, degeneration and necrosis. The activities of SOD and CAT were significantly higher 5 d after injection, while significantly lower 10 d and 15 d after injection when compared to the control. MDA content decreased in early stage and then increased. Thus, ephedrine significantly affects the body and kidney weight, and damages the kidney in filial mice, and the latter might be correlated with the decreased activity of SOD and CAT and the increased content of MDA.

Key words: Ephedrine; Filial mice; Kidney; Histological structure; SOD; CAT; MDA

麻黄素又称麻黄碱,是从植物麻黄草中提取的生物碱,具有显著的中枢兴奋作用,应用过量或滥用易引起心脏及中枢神经系统毒副作用,产生对药物的依赖性,导致精神障碍和行为异常,严重时会引起死亡^[1-2]。麻黄素属于苯丙胺类兴奋剂,同时是制造冰毒的前体,冰毒是国际上滥用最严重的中枢兴奋剂之一^[3],国际社会高度重视,各国政府和很多学者也进行了漫长的实验和实践工作。研究证明,麻黄素会增加中风、心脏病发作几率和高血压的复发率^[4]。作为食品添加剂,麻黄素通过增加热量来减轻体重^[5]。麻黄素影响小鼠(*Mus musculus*)下丘脑和海马组织神经细胞的结构及胆碱乙酰基转移酶的活性^[6],影响仔鼠大脑颞叶皮层神经细胞的结构及学习记忆能力^[7]。研究亦表明,超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)和过氧化氢酶(catalase, CAT)可清除体内自由基,防止自由基对细胞结构的损伤,丙二醛(maleic dialdehyde, MDA)的含量可反映细胞受损及老化的程度,因此,检测 SOD 和 CAT 活性以及 MDA 含量在一定程度上可以反映机体受损伤的程度^[8-9]。我们采用递增剂量连续给仔鼠腹腔注射麻黄素,观察仔鼠体重、肾重、肾组织结构与肾 SOD 和 CAT 活性以及 MDA 含量的变化,以探讨麻黄素对发育期仔鼠肾的影响,为麻黄素的毒性作用研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 主要试剂 盐酸麻黄素由甘肃省公安厅提供,根据半数致死剂量和成瘾剂量用蒸馏水配制成(2.0、3.0、4.0 g/L)3个浓度的水溶液,

4~6℃下保存备用。超氧化物歧化酶、过氧化氢酶、丙二醛测定试剂盒均购于南京建成生物工程研究所。主要仪器设备:UV-VIS spectrophotometer 全自动分光光度计(U-1800型, Tokyo Japan),高速台式冷冻离心机(TGL-16M型, Beckman 美国),显微镜(Olympus, FX-35WA, Japan)。

1.2 实验动物与给药处理 选出生3~5 d的昆明小鼠(仔鼠)48只(体重5~7 g,购于兰州大学基础医学院),随机分为2组,每组24只仔鼠。实验组用递增剂量连续腹腔注射麻黄素溶液,在1~5 d、6~10 d、11~15 d分别注射0.2 ml浓度为2.0、3.0、4.0 g/L的麻黄素溶液,每天注射2次(9:00时和16:00时),对照组注射等量的生理盐水,仔鼠自由进食。

1.3 体重、肾重测量和组织学观察 分别在第5、10、15天用电子天平称量仔鼠体重、单侧肾重,并做记录,然后迅速切取仔鼠肾组织块投入10%的中性福尔马林液中固定24 h,常规石蜡包埋、连续切片(厚度6 μm),H.E染色,用目镜方格测试系统(随机)测量肾小球直径并拍照。

1.4 酶活性测定 分别取实验第5、10、15天的仔鼠肾,在预冷的生理盐水中漂洗,滤纸吸干,精确称重后,滴加肾组织重量9倍的生理盐水,入匀浆器中在冰水中匀浆5 min,再3 000 r/min离心10 min,用微量移液器吸取上清液,按照SOD、CAT和MDA试剂盒的操作要求,用UV-VIS spectrophotometer全自动分光光度计分别在550 nm、240 nm、532 nm波长处检测SOD、CAT及MDA的吸光度值。

1.5 数据处理 实验数据用SPSS 13.0软件进行统计学分析处理,结果以Mean ± SD表示,

各组间平均值的比较采用双尾 *t*-检验, $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果

2.1 仔鼠体重和肾重的变化 注射麻黄素 5、10、15 d 后仔鼠体重均有不同程度的降低, 与对照组相比差异显著或极显著(表 1)。注射麻黄素 5 d 后仔鼠肾重与对照组相比, 无显著差

异($P > 0.05$), 注射麻黄素 10、15 d 后仔鼠肾重明显高于对照组, 差异显著或极显著(表 1)。

2.2 仔鼠肾小球直径的变化 麻黄素影响仔鼠肾小球直径(表 2)。注射麻黄素 5、10 d 后仔鼠肾小球直径与对照组无显著性差异($P > 0.05$), 注射麻黄素 15 d 后仔鼠肾小球直径明显大于对照组, 差异极显著($P < 0.01$)。

表 1 注射麻黄素后仔鼠体重和肾重的变化 (Mean ± SD)

Table 1 Changes of body weight and kidney weight in filial mice after injected ephedrine

组别 Groups		5 d	10 d	15 d
体重(g)	对照组 Control group	16.53 ± 1.41	23.09 ± 1.43	27.35 ± 2.85
Body weight	实验组 Experimental group	14.91 ± 0.57*	16.56 ± 1.50**	17.05 ± 1.62**
肾重(g)	对照组 Control group	0.25 ± 0.02	0.27 ± 0.03	0.28 ± 0.04
Kidney weight	实验组 Experimental group	0.28 ± 0.03	0.33 ± 0.06*	0.39 ± 0.06**

与对照组比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。Compared with control group, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

表 2 注射麻黄素后仔鼠肾小球直径的变化 (Mean ± SD)

Table 2 Changes in diameter of glomerular capsule in filial mice after ephedrine injection

组别 Groups	肾小球直径 Diameter of glomeruli (μm)		
	5 d	10 d	15 d
对照组 Control group	37.73 ± 0.65	43.86 ± 0.81	52.56 ± 0.74
实验组 Experimental group	39.62 ± 0.17	44.98 ± 0.36	56.80 ± 0.88**

与对照组比较, ** $P < 0.01$ 。Compared with control group, ** $P < 0.01$ 。

2.3 仔鼠肾组织结构的变化 对照组肾组织结构完整, 肾小体断面为完整的圆形或卵圆形, 毛细血管球位于肾小体中央且结构完好, 肾小囊壁层和脏层细胞结构清晰, 肾小囊腔明显。近曲小管管径较粗, 管腔较小, 管壁上皮细胞结构正常, 细胞游离面可见刷状缘。远曲小管腔面规则, 细胞排列紧密, 核仁明显。集合管管壁上皮细胞排列整齐, 细胞界限明显(图版 I:A~D)。实验组仔鼠肾皮质和髓质都有不同程度的损伤, 注射麻黄素 5 d 后出现肾小管上皮细胞损害, H. E 染色可见肾小管结构开始紊乱, 近曲小管上皮细胞出现空泡化, 少量近曲小管上皮细胞肿胀, 胞浆向管腔面破裂降解, 远曲小管上皮细胞浊肿, 毛细血管球开始肿胀(图版 I:E~F); 注射麻黄素 10 d 后, 近曲小管上皮细胞可见大量空泡样变性, 并且出现严重降解, 刷状缘明显不整齐, 远曲小管上皮细胞开始出现

降解, 毛细血管球肿胀明显, 肾小囊狭窄, 有少量核固缩, 有的细胞核脱落到管腔; 集合管管壁上皮细胞开始出现脱落、降解, 髓祥上皮细胞肿胀、空泡化、并有降解(图版 I:G~I)。注射麻黄素 15 d 后, 仔鼠肾小管上皮细胞呈广泛而严重的变性坏死, 结构极度紊乱, 近曲小管上皮细胞变性、脱落, 集合管管壁上皮细胞变性, 降解, 毛细血管球已严重肿胀, 肾小囊壁层和脏层细胞结构模糊, 肾小囊腔狭窄, 细胞核大部分降解; 髓祥上皮细胞变性、坏死(图版 I:J~L)。

2.4 仔鼠肾 SOD 活性的变化 注射麻黄素 5 d 后仔鼠肾 SOD 活性高于对照组, 差异显著($P < 0.05$), 注射麻黄素 10、15 d 后仔鼠肾 SOD 活性显著低于对照组, 差异极显著($P < 0.01$)(图 1)。

2.5 仔鼠肾 CAT 活性的变化 注射麻黄素 5 d 后仔鼠肾 CAT 活性高于对照组, 差异显著($P < 0.05$), 注射麻黄素 10、15 d 后仔鼠肾 CAT

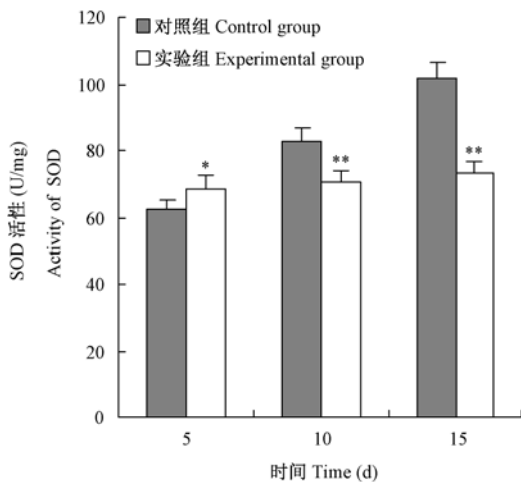


图1 注射麻黄素后仔鼠肾 SOD 活性的变化
Fig.1 Changes of SOD activity in filial mice kidney after ephedrine injection

与对照组比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

Compared with control group, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

活性均低于对照组, 差异显著或极显著 ($P < 0.05$, $P < 0.01$) (图2)。

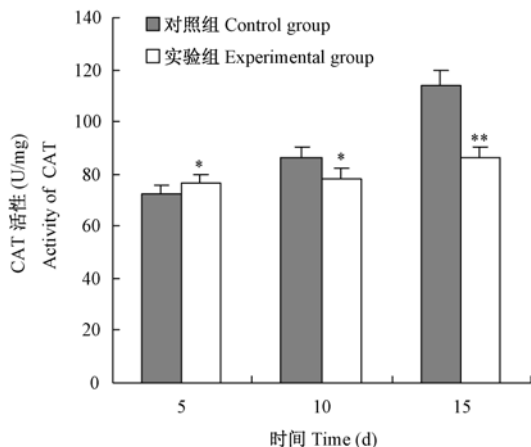


图2 注射麻黄素后仔鼠肾 CAT 活性的变化
Fig.2 Changes of CAT activity in filial mice kidney after ephedrine injection

与对照组比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

Compared with control group, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

2.6 仔鼠肾 MDA 含量的变化 注射麻黄素 5 d 后仔鼠肾 MDA 含量低于对照组, 差异显著 ($P < 0.05$), 注射麻黄素 10、15 d 后仔鼠肾 MDA 含量均高于对照组, 差异显著或极显著 ($P < 0.05$, $P < 0.01$) (图3)。

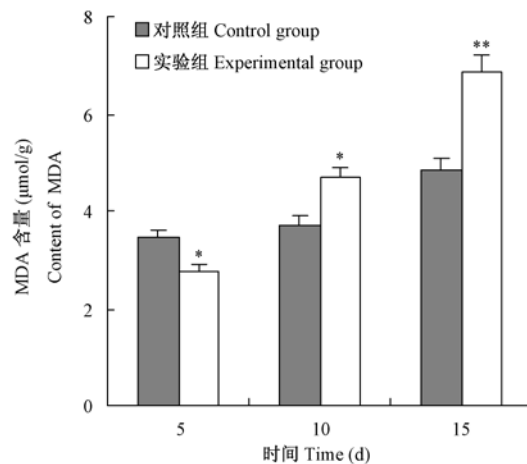


图3 注射麻黄素后仔鼠肾 MDA 含量的变化
Fig.3 Changes of MDA content in filial mice kidney after ephedrine injection

与对照组比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

Compared with control group, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

3 讨论

3.1 麻黄素对仔鼠体重及肾重的影响 麻黄素属于兴奋性苯丙胺类中枢兴奋剂, 中枢兴奋药理作用广泛。一般小剂量可使人保持警觉状态 and 自信, 大剂量时上述效应增强, 并导致烦躁、易冲动和情绪多变^[10]。麻黄素能增加代谢的作用, 对人能诱发出汗发热^[5]。同时, 麻黄素能抑制食欲^[11], 对于营养状态不佳的患者会增加麻黄素的副作用, 苯丙胺类用于制造减肥药的原因主要是抑制食欲、减少摄食, 另外增加体力活动消耗体能, 达到体重降低的效果^[10]。本实验显示, 麻黄素可使仔鼠产生对药物的渴望性, 摄食量减少, 食欲不振, 实验组体重明显低于对照组 (表 1), 甚至部分仔鼠在注射麻黄素数分钟引起惊厥甚至死亡, 这可能是仔鼠处于发育阶段, 长时间注射麻黄素破坏了仔鼠机体的能量代谢系统, 造成机体能量供应不足。植物来源的麻黄素会引起肾结石病^[12]。麻黄素使仔鼠肾体积增大, 肾重量高于对照组 (表 2), 可能是因为麻黄素影响了仔鼠的食欲, 使其摄食量减少, 蛋白质摄入不足, 形成低蛋白血症, 使得组织有效渗透压减低, 组织间滞留过多

的水分,最终形成水肿。

3.2 麻黄素对仔鼠肾组织结构的影响 肾是机体的泌尿器官和重要的排毒器官,它以生成和排出尿的形式排泄体内大部分代谢产物及进入体内的异物、药物,重吸收有用物质,调节水、渗透压及酸碱平衡,维持机体内环境的稳定。魏凤环等^[13]给小鼠注射麻黄素,发现麻黄素中的麻黄碱吸收快,能迅速分布到肺、肾;王雪等^[14]发现甲基苯丙胺对机体各种器官具有不同程度的损害,并呈剂量依赖性。本实验显示,注射麻黄素后,仔鼠肾皮质和髓质都有明显的损伤,且随着麻黄素的累积,损伤程度加重。各期实验组均出现不同程度的病理变化,主要表现为5、10 d 实验组仔鼠肾小管上皮细胞发生肿胀、变性和降解,15 d 实验组仔鼠部分肾小管上皮坏死,肾小管结构紊乱,肾小球严重肿胀,肾小囊腔狭窄。这可能是注射麻黄素后血液中麻黄素的浓度升高,含较高浓度麻黄素的血液经肾小球滤过排泄,使得球-管失衡,水盐滞留,同时肾小球纤维蛋白堆积充塞囊腔,囊腔变得狭窄,以致通过肾小球的血流量大为减少,进而影响肾的组织结构与排泄功能。根据自由基学说,自由基可攻击细胞膜上的不饱和脂肪酸,产生脂质过氧化,同时触发一系列连锁反应,最终使细胞功能丧失,组织受损^[8]。本实验中由于超氧化物歧化酶、过氧化氢酶活性降低,丙二醛含量升高,氧自由基大量产出,氧自由基与肾小管上皮细胞生物膜中的不饱和脂肪酸发生过氧化反应,可能对肾小管上皮细胞产生了广泛性损害。

3.3 麻黄素对仔鼠抗氧化酶活性的影响 超氧化物歧化酶能消除超氧阴离子,在机体内可使超氧阴离子(O_2^-)歧化为氧气和过氧化氢,后者经过氧化氢酶和过氧化物酶的作用而得到清除,维持机体自由基产生与清除间的动态平衡^[8]。在正常情况下, O_2^- 与SOD保持平衡状态,SOD活力的高低间接反映了机体清除自由基的能力,若SOD活力降低,则造成 O_2^- 蓄积,或者通过一系列反应引起脂质过氧化作用,造成组织细胞的损伤,并导致疾病的发生。吗啡

成瘾及戒断时小鼠氧化与抗氧化系统处于不平衡状态,吗啡成瘾及戒断组小鼠SOD水平下降,机体抗氧化能力降低^[15]。注射麻黄素初期仔鼠肾SOD活性高于对照组,可能是麻黄素诱导机体产生了免疫兴奋效应,各种免疫细胞的功能被激活,有氧代谢旺盛,产生较多的自由基,大量的自由基刺激SOD的mRNA高水平表达,导致肾组织中SOD的转录增强,SOD活性升高。随着麻黄素剂量的增加或累积,肾组织中SOD活性低于对照组,表明体内自由基的产生能力超过了机体的代偿能力,SOD防御系统遭到破坏,其活性明显降低。

过氧化氢酶是一种含铁卟啉的酶,广泛存在于动植物和微生物细胞中。机体内超氧化物歧化酶在催化 O_2^- 歧化反应时不断生成 H_2O_2 ,后者亦成为活性氧,它可透过细胞膜,在膜外与 Fe^{2+} 或 Cu^{2+} 反应生成 OH^- 自由基,引起脂质过氧化,直接损伤机体^[16]。正常情况下,生物体内的保护酶系统,如过氧化氢酶(CAT)可有效地催化 H_2O_2 分解成水和分子氧,使其失去活性氧的作用,保护机体^[17]。注射麻黄素早期,CAT酶活性升高,可能是机体对外来化合物的应激性代偿反应,使酶活力升高,也可能是SOD酶活性升高,刺激细胞产生过多的过氧化氢酶,使得CAT酶活性增加。随着时间的延长,实验组仔鼠CAT酶活力降低,明显低于对照组,可能是自由基增加到一定程度时,破坏了机体的抗氧化酶系统,合成过氧化氢酶能力减弱,过氧化氢酶活力降低。

丙二醛是生物膜中的多种不饱和脂肪酸在氧自由基的攻击下形成的脂质过氧化产物^[8],MDA有很强的生物活性,而且化学性质较稳定,测定MDA的含量能反映机体内脂质过氧化反应的程度,间接反映出细胞损伤的程度^[18]。本研究实验组早期仔鼠肾MDA含量低于对照组,随着麻黄素浓度的增加或时间延长,MDA含量显著高于对照组($P < 0.01$),表明机体内抗氧化酶活性逐渐降低,对自由基的清除能力下降,组织和细胞在氧自由基的攻击下,生物膜中的多种不饱和脂肪酸生成大量的脂质

过氧化产物,严重损伤机体的组织器官。

综上所述,一定剂量的麻黄素可以使得仔鼠产生对药物的耐受性和成瘾性,造成肾组织结构的损伤,同时,一定剂量的麻黄素破坏机体的抗氧化系统,脂质过氧化产物和自由基蓄积,引起小鼠肾脂质过氧化损伤,进一步加重了肾组织的损伤,最终导致肾功能降低,其具体机制还有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 李继珩. 麻黄素及其临床应用现状. 医药导报, 2001, 20(1): 11-12.
- [2] 朱丹, 孟品佳, 路春清. 动态液相微萃取 GC/MS-SIM 方法检验毛发中的苯丙胺类毒品. 分析试验室, 2007, 26(7): 57-60.
- [3] 赵怀全, 甄健存. 麻黄碱及其药物制剂的监管法规与安全使用管理. 中国药师, 2010, 13(1): 149-150.
- [4] Haller C A, Benowitz N L. Adverse cardiovascular and central nervous system events associated with dietary supplements containing ephedra alkaloids. *N Engl J Med*, 2000, 343(25): 1833-1838.
- [5] Soni M G, Carabin I G, Griffiths J C, et al. Safety of ephedra: lessons learned. *Toxicology Letters*, 2004, 150(1): 97-110.
- [6] 李重阳, 高先军, 王昱, 等. 海洛因、麻黄素对小鼠仔鼠下丘脑、海马组织结构及胆碱乙酰基转移酶活性的影响. 解剖学报, 2009, 40(6): 862-868.
- [7] 王昱, 李重阳, 俞诗源, 等. 注射海洛因、麻黄素对仔鼠大脑颞叶皮层结构及学习记忆能力的影响. 解剖学报, 2009, 40(5): 724-731.
- [8] 方允中, 李文杰. 自由基与酶: 基础理论及其在生物学和医学中的应用. 北京: 科学出版社, 1989: 90-161.
- [9] 田春美, 钟秋平. 超氧化物歧化酶的现状研究进展. 中国热带医学, 2005, 5(8): 1730-1732.
- [10] 郑继旺. 中枢兴奋剂的药理作用及其依赖性特点. 生物学通报, 1998, 33(9): 2-3.
- [11] Shekelle P G, Hardy M L, Morton S C, et al. Efficacy and safety of ephedra and ephedrine for weight loss and athletic performance: a meta-analysis. *JAMA*, 2003, 289(12): 1537-1545.
- [12] 涟漪. 麻黄. 国外医药: 植物药分册, 2005, 20(5): 223-225.
- [13] 魏凤环, 罗佳波, 陈育尧. 麻黄中麻黄碱在小鼠组织中的分布研究. 时珍国医国药, 2006, 17(5): 769-770.
- [14] 王雪, 黄明生, 李静, 等. 甲基苯丙胺的机体毒性研究. 华西医学, 2003, 18(1): 75-76.
- [15] 贺付成, 尹惠卿, 安玉会. 吗啡成瘾小鼠血清及肝脏 SOD 和 MDA 含量的变化. 郑州大学学报: 医学版, 2005, 40(4): 694-695.
- [16] 黄卓烈, 苏婷, 巫光宏, 等. 甲醇对酵母过氧化氢酶活性的影响机理研究. 中国生物工程杂志, 2003, 23(12): 103-106.
- [17] 蔡垚. 重金属镉和铅对黑斑蛙肝脏过氧化氢酶活性的影响. 湖北农业科学, 2009, 48(12): 3103-3104.
- [18] 梁桂宁, 谢露, 胡世凤, 等. 海带多糖对应激小鼠肾组织抗氧化能力的影响. 现代医药卫生, 2006, 22(18): 2783-2784.

图 版 说 明

A. 对照组 5 d 肾皮质; B. 对照组 10 d 肾皮质; C. 对照组 15 d 肾皮质; D. 对照组 15 d 肾髓质; E. 实验组 5 d 肾皮质, 毛细血管球开始肿胀; F. 实验组 5 d 肾皮质, 近曲小管上皮细胞肿胀、空泡化(↑); G. 实验组 10 d 肾皮质, 毛细血管球肿胀, 肾小囊腔狭窄; H. 实验组 10 d 肾皮质, 肾小管上皮细胞空泡化变性、部分降解, 少量集合管上皮细胞肿胀、降解, 大量细胞核染色质凝聚(↑); I. 实验组 10 d 肾髓祥上皮细胞肿胀、空泡化(↑); J. 实验组 15 d 肾皮质, 毛细血管球严重肿胀, 肾小囊腔狭窄; K. 实验组 15 d 肾皮质, 肾小管上皮细胞严重降解, 集合管上皮细胞肿胀、坏死, 细胞核降解、数量减少(↑); L. 实验组 15 d 髓祥上皮细胞肿胀、坏死(↑)。标尺 = 10 μm

Explanation of Plate

A. Renal cortex of control group at day 5; B. Renal cortex of control group at day 10; C. Renal cortex of control group at day 15; D. Renal medullary of control group at day 15; E. Renal cortex of experimental group at day 5, glomerular swelling; F. Renal cortex of experimental group at day 5, showing swelling and vacuolization of the proximal convoluted tubule epithelia cells (↑); G. Renal cortex of experimental group at day 10, glomerular swelling; The glomerular capsule was narrow; H. Renal cortex of experimental group at day 10, showing vacuolization and degeneration of the renal tubule epithelial cells (↑); swelling and degeneration of the collecting tubule epithelia cells (↑); a large amount of nuclear chromatin condensed; I. Renal cortex of experimental group at day 10, showing swelling and vacuolization of the medullary loop epithelial cells (↑); J. Renal cortex of experimental group at day 15, showing glomerular swelling, and the glomerular capsule cavity narrowing; K. Renal cortex of experimental group at day 15, showing severe degeneration of the renal tubule epithelial cells (↑), swelling and necrosis of the collecting tubule epithelial cells (↑), and nuclear degradation and reduction in the number; L. Renal medullary of experimental group at day 15, showing swelling and necrosis of the medullary loop epithelial cells (↑). Bar = 10 μm

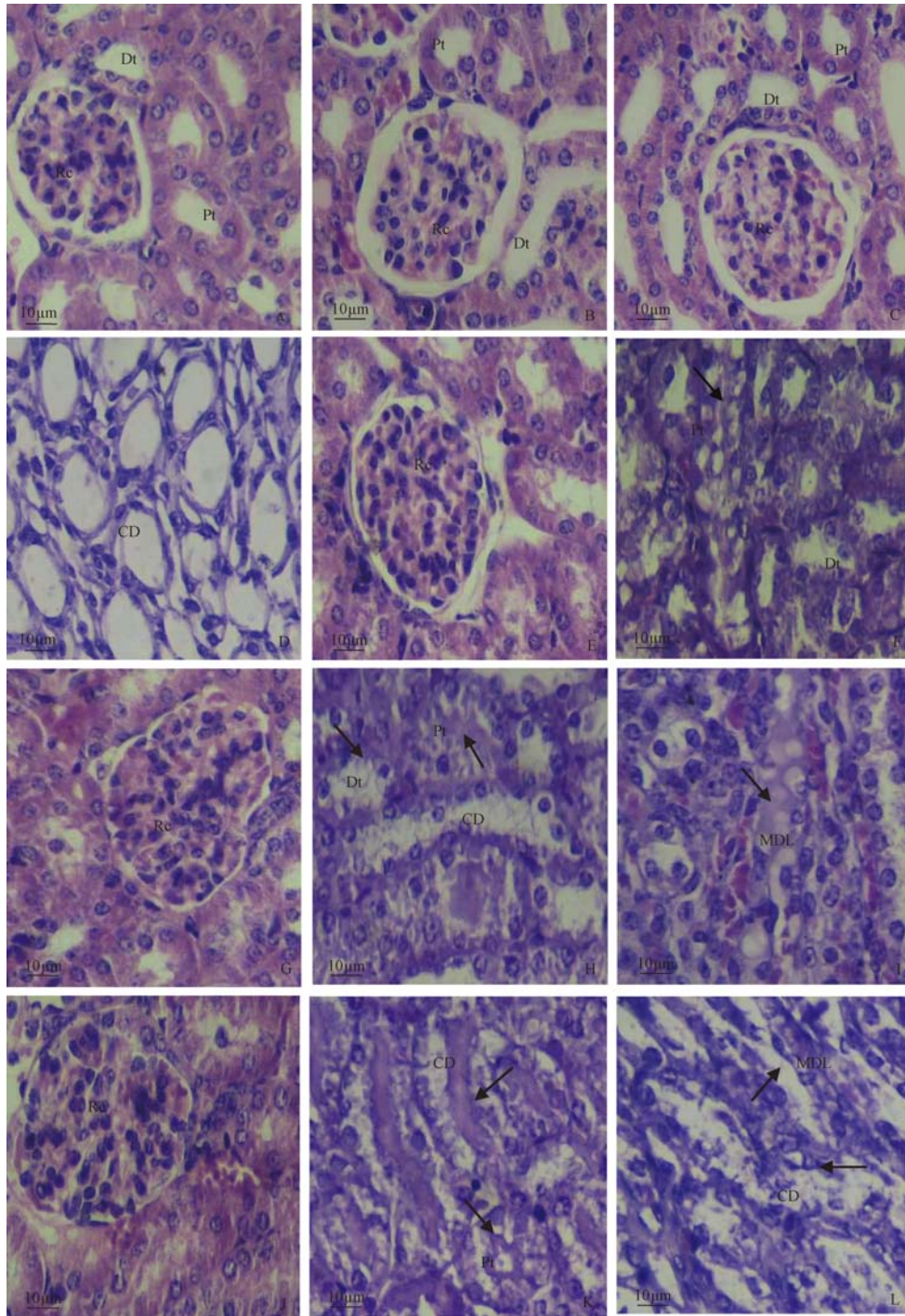
Rc. 肾小球; Pt. 近曲小管; Dt. 远曲小管; CD. 集合管; MDL. 髓祥降支。

Rc. Renal corpuscle; Pt. Proximal convoluted tubule; Dt. Distal convoluted tubule; CD. Collecting tubule; MDL. Medullary descending loop.

王锦锦等:麻黄素对仔鼠肾组织结构和 SOD、CAT 活力及 MDA 含量的影响

图版 I

WANG Jin-Jin *et al.* : Effects of Ephedrine on Histological Structure, Activities of Superoxide Dismutase, Catalase, and Content of Maleic Dialdehyde in Kidney of Filial Mice Plate I



图版说明见文后