

急慢性大鼠梗阻性黄疸模型的建立

余水平, 李坚, 侯冰宗, 苏永辉, 李培平, 张百萌

余水平, 李坚, 侯冰宗, 苏永辉, 李培平, 张百萌, 中山大学附属第五医院普外三科 广东省珠海市 519000
珠海市科技局医药卫生重大基金资助项目, No. pb20081002
作者贡献分布: 此课题由余水平与张百萌设计; 动物模型制作由余水平、李坚及李培平操作完成; 胆总管直径和肝功能的检测由侯冰宗完成; 病理分析由苏永辉完成; 论文写作由余水平完成。
通讯作者: 张百萌, 教授, 博士生导师, 519000, 广东省珠海市, 中山大学第五医院普外科. baimengz@yahoo.com
收稿日期: 2010-12-29 修回日期: 2011-03-16
接受日期: 2011-04-11 在线出版日期: 2011-04-28

Evaluation of rat models of acute and chronic obstructive jaundice

Shui-Ping Yu, Jian Li, Bing-Zong Hou, Yong-Hui Su, Pei-Ping Li, Bai-Meng Zhang

Shui-Ping Yu, Jian Li, Bing-Zong Hou, Yong-Hui Su, Pei-Ping Li, Bai-Meng Zhang, Department of General Surgery (Division III), the Fifth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Zhuhai 519000, Guangdong Province, China

Supported by: the Key Medical Program of Science and Technology Commission of Zhuhai City, No. pb20081002

Correspondence to: Professor Bai-Meng Zhang, Department of General Surgery (Division III), the Fifth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Zhuhai 519000, Guangdong Province, China. baimengz@yahoo.com

Received: 2010-12-29 Revised: 2011-03-16

Accepted: 2011-04-11 Published online: 2011-04-28

Abstract

AIM: To develop rat models of acute and chronic obstructive jaundice and to evaluate the extent to which they mimic features of clinical diseases.

METHODS: Ninety Sprague-Dawley rats were randomly and equally divided into three groups: acute obstructive jaundice group, chronic obstructive jaundice group, and control group. Each group was further divided into five subgroups for testing at different time points. Liver function was determined and the diameter of the common bile duct was measured under a microscope at weeks 1, 2, 3, 4, and 5 after model induction. Pathological changes in liver tissue were also observed by microscope. Choledochoduodenostomy was performed at week 4.

RESULTS: Jaundice progressively worsened in

rats with acute obstructive jaundice, and TBIL increased from $84.86 \mu\text{mol/L} \pm 49.09 \mu\text{mol/L}$ at week 1 to $749.38 \mu\text{mol/L} \pm 38.99 \mu\text{mol/L}$ at week 4. Meanwhile, the diameter of the common bile duct diameter increased from $0.35 \text{ cm} \pm 0.15 \text{ cm}$ to $1.50 \text{ cm} \pm 0.30 \text{ cm}$, and obvious degeneration, necrosis and hyperplasia of liver cells were observed. Jaundice was obviously improved after choledochoduodenostomy (TBIL: $153.93 \mu\text{mol/L} \pm 57.36 \mu\text{mol/L}$; diameter of the common bile duct: $0.40 \text{ cm} \pm 0.20 \text{ cm}$). Jaundice was mild in rats with chronic obstructive jaundice, and TBIL decreased from $42.43 \mu\text{mol/L} \pm 23.56 \mu\text{mol/L}$ at week 1 to $36.52 \mu\text{mol/L} \pm 16.28 \mu\text{mol/L}$ at week 4. Meanwhile, the diameter of the common bile duct increased from $0.20 \text{ cm} \pm 0.15 \text{ cm}$ to $0.30 \text{ cm} \pm 0.10 \text{ cm}$, and obvious degeneration and hyperplasia of liver cells were noted. Jaundice slowly subsided after choledochoduodenostomy (TBIL: $32.15 \mu\text{mol/L} \pm 13.20 \mu\text{mol/L}$; diameter of the common bile duct: $0.15 \text{ cm} \pm 0.10 \text{ cm}$). Total bilirubin and the diameter of the common bile duct differed significantly at different time points between rats with acute and chronic obstructive jaundice (both $P < 0.05$).

CONCLUSION: Rat models of acute and chronic obstructive jaundice have been successfully established. There were significantly different manifestations between rats with chronic and acute obstructive jaundice.

Key Words: Rat; Obstructive jaundice; Model

Yu SP, Li J, Hou BZ, Su YH, Li PP, Zhang BM. Evaluation of rat models of acute and chronic obstructive jaundice. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2011; 19(12): 1285-1289

摘要

目的: 探讨急慢性SD大鼠梗阻性黄疸模型的建立, 评价其模拟临床梗阻性黄疸的价值, 提供一种新型的慢性梗阻性黄疸模型。

方法: SD大鼠随机分成3组, 每组每时段6只: 急性梗阻性黄疸模型组(A组), 慢性梗阻性黄疸模型组(B组), 对照组(C组)。造模后于第1、2、3、4、5周分别抽取大鼠静脉血检查肝功

■背景资料

慢性梗阻性黄疸是普外科常见的临床症状群, 严重危害机体的健康甚至生命, 近年来对梗阻性黄疸的研究多以胆总管结扎离断导致急性梗阻性黄疸, 与多数临床梗阻性黄疸的慢性表现不相符, 研究结论受到限制。

■同行评议者

徐迅迪, 教授, 中南大学湘雅二医院肝胆胰外科

■研究前沿

既往胆总管结扎离断难以模拟慢性梗阻性黄疸的病理过程。近年来国内外对慢性梗阻性黄疸模型进行了探索,如何制作与临床梗阻性黄疸发病相似的模型及控制模型的稳定性成为研究的热点。

能,显微镜下刻度目镜检测大鼠胆总管直径,光学显微镜观察肝组织的病理改变,其中第4周行胆总管十二指肠吻合再通。

结果: A组造模术后4 wk内黄疸进行性加重(TB: $749.38 \mu\text{mol/L} \pm 38.99 \mu\text{mol/L}$ vs $84.86 \mu\text{mol/L} \pm 49.09 \mu\text{mol/L}$, $P < 0.05$), 胆总管直径扩张明显($1.50 \text{ cm} \pm 0.30 \text{ cm}$ vs $0.35 \text{ cm} \pm 0.15 \text{ cm}$, $P < 0.05$), 肝细胞变性、坏死明显,伴有增生。第4周行胆总管与十二指肠端侧吻合后黄疸消退明显(TB: $153.93 \mu\text{mol/L} \pm 57.36 \mu\text{mol/L}$ vs $749.38 \mu\text{mol/L} \pm 38.99 \mu\text{mol/L}$)。B组造模术后黄疸呈现波动性,胆总管直径扩张($0.20 \text{ cm} \pm 0.15 \text{ cm}$ vs $0.30 \text{ cm} \pm 0.10 \text{ cm}$, $P < 0.05$), 肝细胞以变性为主,并有纤维组织增生。第4周行胆总管与十二指肠端侧吻合再通后黄疸缓慢消退(TB: $32.15 \mu\text{mol/L} \pm 13.20 \mu\text{mol/L}$ vs $36.52 \mu\text{mol/L} \pm 16.28 \mu\text{mol/L}$, $P < 0.05$)。A组各时段的总胆红素及胆总管直径均存在明显不同。

结论: 慢性大鼠梗阻性黄疸的模型和急性大鼠梗阻性黄疸大鼠有明显不同的表现,可以提供一种理想的慢性梗阻性黄疸的动物模型。

关键词: 大鼠; 梗阻性黄疸; 模型

余水平, 李坚, 侯冰宗, 苏永辉, 李培平, 张百萌. 慢性大鼠梗阻性黄疸模型的建立. 世界华人消化杂志 2011; 19(12): 1285-1289

<http://www.wjgnet.com/1009-3079/19/1285.asp>

0 引言

慢性梗阻性黄疸是普外科常见的临床症状群,可引起诸多组织、器官的损害,严重危害机体的健康甚至生命,近年来对梗阻性黄疸的研究较多^[1-6],多以胆总管结扎离断导致梗阻性黄疸,与多数临床梗阻性黄疸的慢性表现不相符^[7],研究结论受到限制。本实验旨在建立一种慢性梗阻性黄疸模型,评价其与急性梗阻性黄疸不同的临床应用价值。

1 材料和方法

1.1 材料 ♀SD大鼠90只,体质量在 $180 \text{ g} \pm 20 \text{ g}$,随机分3组:急性梗阻性黄疸模型(A组),慢性梗阻性黄疸模型(B组),对照组(C组),每组30只,平均分5个时段(1、2、3、4、5 wk),每时段6只,在标准饲养条件下进行饲养。以上动物均由中山大学北校区实验动物中心提供。

1.2 方法

1.2.1 慢性大鼠梗阻性黄疸模型的建立: 6-0 VIC-

RYL可吸收线经碘仿纱布术前处理备用。实验大鼠术前12 h禁食、禁水。乙醚吸入麻醉。剑突下正中切口进腹, SXP-1C显微镜下显露胆总管,距十二指肠上缘1 cm处纵行缝过胆总管,将碘仿纱布处理的6-0 VICRYL可吸收线贯通置于胆总管内,长度0.5 cm,固定。随后关腹,结束手术。对照组仅开腹手术。

1.2.2 急性大鼠梗阻性黄疸模型的建立: 显微镜显露胆总管后,距十二指肠上缘1 cm处6-0 VICRYL可吸收线双重结扎胆总管并离断,随后关腹,结束手术。

1.2.3 胆总管十二指肠端侧吻合: 模型建立后第4周。术前12 h禁食、禁水。乙醚吸入麻醉。剑突下正中切口进腹,显露胆总管及十二指肠降部, SXP-1C显微镜下用8-0 PROLENE线将胆总管与十二指肠降部端侧吻合。随后关腹结束手术。

1.2.4 标本采集: 造模后于第1、2、3、4、5周将各组大鼠分别乙醚麻醉后,心脏采血行肝功能检查。SXP-1C显微镜下刻度目镜检测胆总管直径。取出部分肝脏左叶组织行光镜检查。

统计学处理 实验数据以 $\text{mean} \pm \text{SD}$ 表示。均数用方差分析中的多个样本均数的两两检验。数据均用SPSS统计软件处理。 $P = 0.05$ 作为检验水准。

2 结果

2.1 肉眼观察 急性梗阻性黄疸大鼠术后2-3 d后大鼠出现尿液深黄,并逐渐加重。大鼠食欲减退,精神差,反应迟缓,活动减少,术后第3周后部分大鼠出现呕血、便血、腹水及切口疝等并发症,死亡大鼠2只,肝脏呈黄绿色甚至墨绿色,质地偏硬,呈弥漫性肿大。第4周胆总管十二指肠吻合再通后黄疸明显好转。慢性梗阻性黄疸大鼠术后3 d出现尿液黄染,1 wk后尿液黄染消失,至第2周尿液再次出现黄染,呈波动性,黄染逐渐加深,肝脏黄染肿胀。第4周胆总管十二指肠吻合再通后尿液黄染消失。

2.2 肝功能的检查 急性梗阻性黄疸大鼠AST、TB、DB进行性增高。慢性梗阻性黄疸大鼠AST、TB、DB波动性增高。急、慢性梗阻性黄疸大鼠与对照组间相比,除第2周慢性梗阻性黄疸大鼠外($P > 0.05$),差异均有统计学意义($P < 0.05$,表1)。

2.3 胆总管直径的检测 急性梗阻性黄疸大鼠术后胆总管进行性扩张,最大直径达1.8 cm,呈透明囊状,管壁菲薄。慢性梗阻性黄疸大鼠术后胆

■相关报道

陈文斌等报道将并行有16G注射器针头的胆总管用5%碘酒溶液浸泡处理的10号丝线捆扎后,抽除针头造成的梗阻性黄疸呈渐进性、慢性过程,耐受性好,重复性强。

表 1 各组和各时段血清肝功能检测结果的比较 (mean ± SD, $n = 6$, $\mu\text{mol/L}$)

分组	AST	ALB	DB	TB
1 wk				
C组	28.17 ± 4.02 ^{bc}	23.05 ± 1.28	9.54 ± 2.39 ^{bd}	13.74 ± 1.78 ^{bd}
A组	248.65 ± 64.91 ^d	21.37 ± 2.34	65.62 ± 54.30 ^d	84.86 ± 49.09 ^d
B组	72.67 ± 43.67	22.65 ± 2.27	33.93 ± 17.36	42.43 ± 23.56
2 wk				
C组	30.17 ± 3.98 ^b	21.69 ± 1.98	12.65 ± 2.69 ^b	14.72 ± 2.07 ^b
A组	446.67 ± 41.44 ^d	19.47 ± 2.35	147.84 ± 48.74 ^d	272.14 ± 24.32 ^d
B组	28.33 ± 9.58	19.65 ± 5.16	19.29 ± 9.41	24.87 ± 6.78
3 wk				
C组	31.67 ± 3.93 ^{bc}	19.30 ± 1.76	15.30 ± 3.24 ^{bc}	19.09 ± 2.24 ^{bc}
A组	593.34 ± 63.52 ^d	15.24 ± 2.56	593.56 ± 31.67 ^d	637.05 ± 70.35 ^d
B组	90.67 ± 43.14	18.64 ± 5.68	34.38 ± 38.99	48.53 ± 37.78
4 wk				
C组	28.34 ± 6.05 ^{bc}	21.13 ± 3.24	10.56 ± 2.88 ^{bc}	15.74 ± 3.76 ^{bc}
A组	348.65 ± 66.23 ^d	16.35 ± 4.34	656.60 ± 54.35 ^d	749.38 ± 38.99 ^d
B组	65.62 ± 42.68	20.60 ± 4.28	32.91 ± 17.56	36.52 ± 16.28
5 wk				
C组	30.62 ± 3.65 ^{bc}	18.30 ± 2.78	16.50 ± 4.25 ^{bc}	19.65 ± 3.25 ^{bc}
A组	193.36 ± 53.32 ^d	14.34 ± 5.50	93.56 ± 31.67 ^d	153.93 ± 57.36 ^d
B组	60.63 ± 41.25	18.70 ± 5.65	24.42 ± 18.15	32.15 ± 13.20

^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$ vs A组; ^c $P < 0.05$, ^d $P < 0.01$ vs B组.

表 2 各组和各时段胆总管直径检测结果 (mean ± SD, $n = 6$, cm)

分组	1 wk	2 wk	3 wk	4 wk	5 wk
C组	0.08 ± 0.10 ^{ac}	0.08 ± 0.05 ^b	0.09 ± 0.05 ^{bc}	0.08 ± 0.05 ^{bd}	0.09 ± 0.10 ^b
A组	0.35 ± 0.15 ^c	0.60 ± 0.10 ^d	1.20 ± 0.30 ^d	1.50 ± 0.30 ^d	0.40 ± 0.20 ^c
B组	0.20 ± 0.15 ^a	0.10 ± 0.05 ^b	0.25 ± 0.15 ^b	0.30 ± 0.10 ^b	0.15 ± 0.10 ^a

^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$ vs A组; ^c $P < 0.05$, ^d $P < 0.01$ vs B组.

总管波动性扩张, 最大直径0.5 cm. 急、慢性梗阻性黄疸大鼠与对照组间相比, 除第2周慢性梗阻性黄疸大鼠外($P > 0.05$), 差异均有统计学意义($P < 0.05$, 表2).

2.4 肝组织的光镜检查 急性梗阻性黄疸大鼠术后1 wk肝血管充血, 肝细胞肿胀, 水样变性, 少数出现点状坏死, 随着梗阻时间的延长逐渐出现肝内胆管扩张, 毛细血管及结缔组织增生, 炎性细胞浸润. 第3周后肝脏可见较多灶状坏死, 小胆管、纤维组织增生明显, 纤维间隔形成, 肝结构紊乱. 慢性梗阻性黄疸大鼠术后1 wk肝细胞见水样变性, 随后可见恢复, 第3周后肝细胞可见点状坏死, 肝小叶中央出现淤胆, 小胆管增生明显, 汇管区纤维化明显. 第5周胆总管再通后急性梗阻性黄疸肝脏仍表现明显不同(图1).

3 讨论

慢性梗阻性黄疸的病理生理变化不同于急性梗阻性黄疸, 壶腹部良恶性肿瘤及胆总管慢性炎症、胆总管结石多表现为慢性梗阻性黄疸, 黄疸表现为波动性, 甚至可自行完全缓解^[8]. 既往胆总管结扎离断多表现为急性梗阻性黄疸^[9,10], 难以模拟许多慢性梗阻性黄疸的病理过程^[11]. 本实验结果显示: 急性梗阻性黄疸大鼠术后总胆红素明显持续升高, 胆总管十二指肠吻合解除梗阻后, 黄疸消退明显. 慢性梗阻性黄疸大鼠术后黄疸呈现波动性升高, 胆总管十二指肠吻合解除梗阻后, 黄疸消退缓慢. 我们分析: 胆总管贯通缝合初期, 6-0 VICRYL可吸收线造成胆总管部分狭窄合并管壁的炎性水肿引起梗阻性黄疸, 3 d后随着管壁炎性水肿消退及胆总管代偿扩张

■创新盘点

本文通过运用碘仿处理的6-0 VICRYL可吸收线对胆总管黏膜的物理刺激不同于既往文献报道的对胆总管浆膜层的影响, 更符合临床慢性梗阻性黄疸的发病机制及病理过程, 如胆总管结石、壶腹周围癌等.

■应用要点

本实验观察慢性大鼠梗阻性模型与传统胆总管结扎断离所致的急性梗阻性黄疸明显不同, 呈现慢性、波动性发展的特征表现, 更加接近多数临床梗阻性黄疸病例表现, 为研究梗阻性黄疸病理改变及治疗提供一种更理想的动物模型。

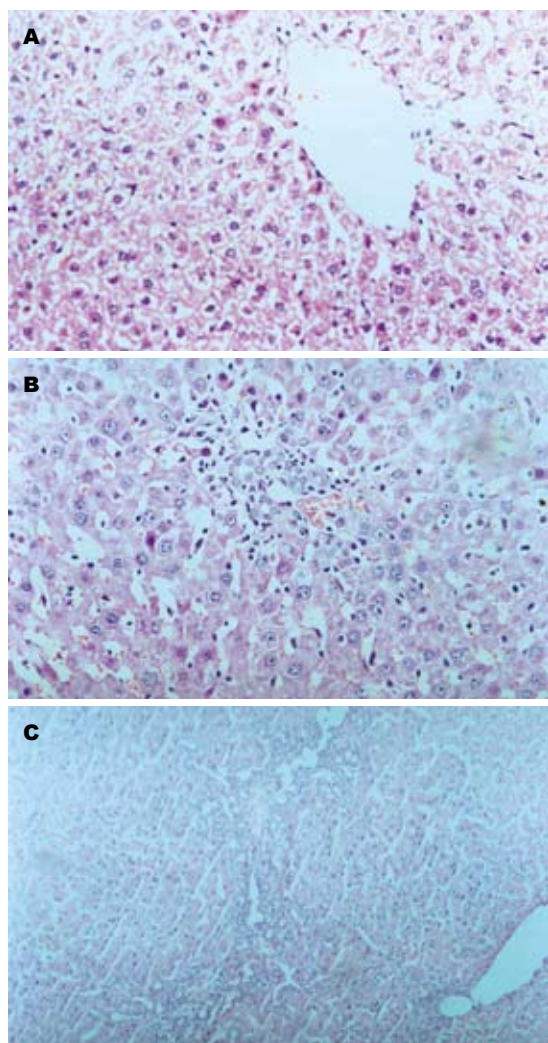


图1 急性梗阻性黄疸大鼠术后肝组织的光镜检查(HE × 200). A: 1 wk; B: 3 wk; C: 5 wk.

缓解了胆总管梗阻而使黄疸消退. 第2周后碘仿处理的6-0 VICRYL可吸收线的物理刺激作用使胆总管壁逐渐发生变性、坏死及增生, 引发胆总管组织慢性进行性纤维瘢痕狭窄再次造成慢性梗阻性黄疸. 急性慢性大鼠梗阻性黄疸各时段的表现均有明显不同, 各时段总胆红素、胆总管直径的比较差异有统计学意义($P < 0.05$). 因此, 我们认为本慢性大鼠梗阻性黄疸模型能更好地模仿临床常见的慢性梗阻性黄疸的病理过程, 是一种比较理想的动物模型。

本实验显示急性大鼠梗阻性黄疸模型在术后胆总管直径最大扩张达正常值近20倍, 大鼠仍能生存, 术后3 wk大鼠才出现呕血、便血、腹水及切口疝等并发症提示我们对于急性梗阻性黄疸达患者的手术时机选择, 特别对于心肺功能不良等基本情况差, 合并梗阻性黄疸的患者是否可以考虑在情况改善后再考虑手术解除梗阻提供一种参考. 慢性大鼠梗阻性黄疸的黄疸发

展趋势和既往文献[12,13]有所不同, 究其原因可能与实验方法不同有关, 我们通过运用碘仿处理的6-0 VICRYL可吸收线对胆总管黏膜的物理刺激不同于既往文献报道的对胆总管浆膜层的影响^[12-15], 更符合临床慢性梗阻性黄疸的发病机制. 在本组慢性大鼠梗阻性黄疸模型中, 黄疸的发展趋势渐进性不是很明显而呈现波动性, 甚至完全缓解的特点(TB: $42.43 \mu\text{L} \pm 23.56 \mu\text{L}$ 、 $24.87 \mu\text{L} \pm 6.78 \mu\text{L}$ 、 $48.53 \mu\text{L} \pm 37.78 \mu\text{L}$ 、 $36.52 \mu\text{L} \pm 16.28 \mu\text{L}$ 、 $32.15 \mu\text{L} \pm 13.20 \mu\text{L}$), 我们分析可能与6-0 VICRYL可吸收线的部分吸收缓解了胆总管的梗阻及胆总管炎症的消退相关, 如果用非吸收多股线来处理胆总管的梗阻可能到达更好的效果。

总之, 实验观察慢性大鼠梗阻性模型黄疸症状及肝功能变化表现与以往胆总管结扎断离所致的急性梗阻性黄疸明显不同, 呈现慢性、波动性发展的特征表现, 更加接近于多数临床梗阻性黄疸病例表现, 故其是研究梗阻性黄疸病理改变及治疗的一种理想实验模型。

4 参考文献

- Faropoulos K, Chroni E, Assimakopoulos SF, Mavrikakis A, Stamatopoulou V, Touppekis C, Drainas D, Grintzalis K, Papapostolou I, Georgiou CD, Konstantinou D. Altered occludin expression in brain capillaries induced by obstructive jaundice in rats. *Brain Res* 2010; 1325: 121-127
- Grintzalis K, Papapostolou I, Assimakopoulos SF, Mavrikakis A, Faropoulos K, Karageorgos N, Georgiou C, Chroni E, Konstantinou D. Time-related alterations of superoxide radical levels in diverse organs of bile duct-ligated rats. *Free Radic Res* 2009; 43: 803-808
- 巩鹏, 许海波, 张嘉宁, 王忠裕. PPARs、NF- κ B及SOD在梗阻性黄疸大鼠肝脏损害中的作用. *中华普通外科杂志* 2010; 25: 506-507
- 毛盛名, 张百萌, 关晓东, 李坚, 潘海燕, 贾英斌. 热应激预处理对梗阻性黄疸大鼠T细胞亚群的影响. *世界华人消化杂志* 2007; 15: 3035-3037
- Aydin S, Aytac E, Uzun H, Altug T, Mansur B, Saygili S, Buyukpinarbasili N, Sariyar M. Effects of *Ganoderma lucidum* on obstructive jaundice-induced oxidative stress. *Asian J Surg* 2010; 33: 173-180
- Assimakopoulos SF, Mavrikakis AG, Grintzalis K, Papapostolou I, Zervoudakis G, Konstantinou D, Chroni E, Vagianos CE, Georgiou C. Superoxide radical formation in diverse organs of rats with experimentally induced obstructive jaundice. *Redox Rep* 2008; 13: 179-184
- 黄洁夫, 陈孝平, 董家鸿, 赵玉沛. 肝胆胰外科学. 第4版. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 530
- 陈文斌, 黄志强, 陈永亮, 卢灿荣, 高丽杰. 小型猪渐进性梗阻性黄疸模型的建立. *中华实验外科杂志* 2007; 24: 879-880
- Bostanci EB, Yol S, Teke Z, Kayaalp C, Sakaogullari Z, Ozel Turkcu U, Bilgihan A, Akoglu M. Effects of car-

- bon dioxide pneumoperitoneum on hepatic function in obstructive jaundice: an experimental study in a rat model. *Langenbecks Arch Surg* 2010; 395: 667-676
- 10 陆培华, 时开网, 刘子君, 杨坤兴. 蛙皮素对梗阻性黄疸大鼠的肝脏保护性实验研究. *中华肝胆外科杂志* 2007; 13: 332-334
- 11 Assimakopoulos SF, Vagianos CE. Bile duct ligation in rats: a reliable model of hepatorenal syndrome? *World J Gastroenterol* 2009; 15: 121-123
- 12 夏荣龙, 刘青光, 姚英民, 张梅. 慢性渐进性梗阻性黄疸模型建立及评价. *西安医科大学学报* 2001; 22: 349-350
- 13 王天然, 周伟, 黄海, 胡小丽, 李继红, 曹祥元. 可逆型梗阻性黄疸动物模型探讨. *世界华人消化杂志* 2005; 13: 1454-1456
- 14 Kirkland JG, Godfrey CB, Garrett R, Kakar S, Yeh BM, Corvera CU. Reversible surgical model of biliary inflammation and obstructive jaundice in mice. *J Surg Res* 2010; 164: 221-227
- 15 Oruç MT, Özmen MM, Han U. A new technique for inducing and releasing obstructive jaundice in rats. *Eur Surg Res* 2009; 43: 354-359

■同行评价

本文内容较新颖, 为急性慢性梗阻性黄疸模型的建立奠定实验基础。

编辑 李薇 电编 何基才

ISSN 1009-3079 (print) ISSN 2219-2859 (online) CN 14-1260/R 2011年版权归世界华人消化杂志

● 消息 ●

《世界华人消化杂志》正文要求

本刊讯 本刊正文标题层次为 0 引言; 1 材料和方法, 1.1 材料, 1.2 方法; 2 结果; 3 讨论; 4 参考文献。序号一律左顶格写, 后空 1 格写标题; 2 级标题后空 1 格接正文。以下逐条陈述: (1) 引言 应包括该研究的目的和该研究与其他相关研究的关系。(2) 材料和方法 应尽量简短, 但应让其他有经验的研究者能够重复该实验。对新的方法应该详细描述, 以前发表过的方法引用参考文献即可, 有关文献中或试剂手册中的方法的改进仅描述改进之处即可。(3) 结果 实验结果应合理采用图表和文字表示, 在结果中应避免讨论。(4) 讨论 要简明, 应集中对所得的结果做出解释而不是重复叙述, 也不应是大量文献的回顾。图表的数量要精选。表应有表序和表题, 并有足够具有自明性的信息, 使读者不查阅正文即可理解该表的内容。表内每一栏均应有表头, 表内非公知通用缩写应在表注中说明, 表格一律使用三线表(不用竖线), 在正文中该出现的地方应注出。图应有图序、图题和图注, 以使其容易被读者理解, 所有的图应在正文中该出现的地方注出。同一个主题内容的彩色图、黑白图、线条图, 统一用一个注解分别叙述。如: 图 1 萎缩性胃炎治疗前后病理变化。A: …; B: …; C: …; D: …; E: …; F: …; G: …。曲线图可按●、○、■、□、▲、△顺序使用标准的符号。统计学显著性用: ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$ ($P > 0.05$ 不注)。如同一表中另有一套 P 值, 则 ¹ $P < 0.05$, ² $P < 0.01$; 第 3 套为 ³ $P < 0.05$, ⁴ $P < 0.01$ 。 P 值后注明何种检验及其具体数字, 如 $P < 0.01$, $t = 4.56$ vs 对照组等, 注在表的左下方。表内采用阿拉伯数字, 共同的计量单位符号应注在表的右上方, 表内个数、小数点、±、- 应上下对齐。“空白”表示无此项或未测, “-”代表阴性未发现, 不能用同左、同上等。表图勿与正文内容重复。表图的标目尽量用 t/min , $c/(\text{mol/L})$, p/kPa , V/mL , $t/^\circ\text{C}$ 表达。黑白图请附黑白照片, 并拷入光盘内; 彩色图请提供冲洗的彩色照片, 请不要提供计算机打印的照片。彩色图片大小 $7.5\text{ cm} \times 4.5\text{ cm}$, 必须使用双面胶条粘贴在正文内, 不能使用浆糊粘贴。(5) 致谢 后加冒号, 排在讨论后及参考文献前, 左齐。