

## 慢性肝病和肝硬化时胆囊彩超的变化及意义

陈文显, 莫清清

### ■背景资料

慢性肝病临床发病率和死亡率较高, 可累及全身多个重要脏器, 晚期进展为肝硬化, 患者最终死于肝功能衰竭或其并发症。慢性肝病患者随着病情进展肝细胞逐渐发生变性、坏死、组织弥漫性增生等异常变化, 引起正常肝小叶结构和血管解剖被破坏, 从而导致肝脏不断硬化、缩小和其他并发症。

陈文显, 莫清清, 湖州市中心医院超声科 浙江省湖州市 313000

陈文显, 主治医师, 主要从事超声诊断的研究。

作者贡献分布: 本文主要由陈文显与莫清清共同写作完成。

通讯作者: 陈文显, 主治医师, 313000, 浙江省湖州市红旗路198号, 湖州市中心医院超声科。cwxxwenxian@126.com

电话: 0572-2023301

收稿日期: 2015-03-03 修回日期: 2015-03-29

接受日期: 2015-04-01 在线出版日期: 2015-09-18

### Ultrasound evaluation of gallbladder functional changes in patients with chronic liver disease and those with cirrhosis

Wen-Xian Chen, Qing-Qing Mo

Wen-Xian Chen, Qing-Qing Mo, Department of Ultrasound, the Centre Hospital of Huzhou, Huzhou 313000, Zhejiang Province, China

Correspondence to: Wen-Xian Chen, Attending Physician, Department of Ultrasound, the Centre Hospital of Huzhou, 198 Hongqi Road, Huzhou 313000, Zhejiang Province, China. cwxxwenxian@126.com

Received: 2015-03-03 Revised: 2015-03-29

Accepted: 2015-04-01 Published online: 2015-09-18

### Abstract

**AIM:** To assess gallbladder functional changes in patients with chronic liver disease and those with cirrhosis by ultrasound.

**METHODS:** Thirty-nine patients with mild chronic liver disease (group A), 37 patients with moderate to severe chronic liver disease (group B), 37 patients with liver cirrhosis (group C), and 35 healthy volunteers (control group) were included. Gallbladder ultrasonography anomalies, thickening of the gallbladder wall,

the width of the portal vein, the volume of the gallbladder, and gallbladder emptying fraction (GBEF) were compared for different groups.

**RESULTS:** The rates of the gallbladder wall roughness, gallbladder wall thickening, double layer sign of the gallbladder wall, and gallbladder enlargement for groups B and C were significantly higher than those for the control group ( $P < 0.05$ ). The rates of gallbladder wall thickening, double layer sign of the gallbladder wall, and gallbladder enlargement for groups B and C were significantly higher than those for group A ( $P < 0.05$ ). The degree of gallbladder wall thickening for group B was significantly higher than those for the control group and group A ( $P < 0.05$ ). The degree of gallbladder wall thickening and the width of the portal vein for group C were significantly higher than those for group A and the control group ( $P < 0.01$ ). The volumes of the gallbladder before dinner and 30, 60, and 90 min after dinner for groups B and C were significantly higher than those for group A and the control group ( $P < 0.05$ ). GBEF at 30, 60, and 90 min after dinner for groups B and C were significantly lower than those for group A and the control group ( $P < 0.05$ ).

**CONCLUSION:** Ultrasound evaluation of gallbladder functional changes can provide useful information for the diagnosis of chronic liver disease and early liver cirrhosis.

© 2015 Baishideng Publishing Group Inc. All rights reserved.

**Key Words:** Chronic liver disease; Cirrhosis; Gallbladder function; Ultrasound

### ■同行评议者

智绪亭, 教授, 山东大学齐鲁医院普外科

Chen WX, Mo QQ. Ultrasound evaluation of gallbladder functional changes in patients with chronic liver disease and those with cirrhosis. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2015; 23(26): 4256-4260 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/4256.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wjcd.v23.i26.4256>

## 摘要

**目的:** 探讨慢性肝病和肝硬化时胆囊彩超的变化及意义。

**方法:** 回顾性分析39例轻度慢性肝病患者(A组)、36例中重度慢性肝病患者(B组)、37例肝硬化患者(C组)和35例健康志愿者(对照组)胆囊声像图异常情况、胆囊壁增厚水平与门静脉宽度以及胆囊体积与餐后胆囊排空分数(gallbladder emptying fraction, GBEF)的检查结果。

**结果:** B组与C组入选者胆囊壁毛糙、胆囊壁增厚、胆囊壁双边征、胆囊增大发生率均显著高于A组和对照组( $P<0.05$ ); B组入选者胆囊壁增厚水平显著高于A组和对照组( $P<0.05$ ); C组入选者胆囊壁增厚水平和门静脉宽度均显著高于A组和对照组( $P<0.01$ ); B组与C组入选者餐前与餐后30、60、90 min胆囊体积均显著高于A组和对照组( $P<0.05$ ); B组与C组入选者餐后30、60、90 min GBEF均显著低于A组和对照组( $P<0.05$ )。

**结论:** 超声检查胆囊排空功能可为部分临床症状不明显或实验室检查不支持的早期肝硬化患者的诊断提供间接依据和有效信息, 为慢性肝病的临床诊断和病情评估提供参考依据。

© 2015年版权归百世登出版集团有限公司所有。

**关键词:** 慢性肝病; 肝硬化; 胆囊功能; 超声

**核心提示:** 本研究中A、B、C组患者胆囊壁异常发生率分别为41.03%、75.00%、89.19%, 且异常主要集中于胆囊壁毛糙、胆囊壁增厚、胆囊壁双边征、胆囊增大几个方面。表明多数慢性肝病患者均存在胆囊病变, 且随着慢性肝病患者病情的进展, 胆囊异常的发生率逐渐升高。

陈文显, 莫清清. 慢性肝病和肝硬化时胆囊彩超的变化及意义. *世界华人消化杂志* 2015; 23(26): 4256-4260 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/4256.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wjcd.v23.i26.4256>

<http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/4256.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wjcd.v23.i26.4256>

## ■ 研究前沿

临床上判断肝病进展的检测方法较多, 但由于肝功能影响因素较多, 不同检测方法又存在一定局限性。

## 0 引言

我国慢性肝病发病率高, 其中以慢性病毒性肝病为主。慢性病毒性肝病属进行性疾病, 患者病情进展过程主要分为轻度、中度、重度和肝硬化几个阶段<sup>[1]</sup>。超声可有效显示慢性肝病患者不同阶段肝表面回声以及肝内管道结构等情况, 是诊断和评估慢性肝病患者病情的重要手段<sup>[2]</sup>。已有研究<sup>[3]</sup>显示慢性肝病患者可伴随胆囊病变, 研究慢性肝病患者不同阶段胆囊排空功能的改变能够为判断肝脏病情进展提供新的可靠指标, 具有重要临床意义。现对湖州市中心医院慢性肝病、肝硬化患者的临床资料进行回顾性分析, 报道如下。

## 1 材料和方法

**1.1 材料** 随机抽取2012-12/2014-12湖州市中心医院收治的112例慢性肝病、肝硬化患者的临床资料。纳入标准: (1)符合《临床肝病诊断与治疗》<sup>[4]</sup>中慢性肝病、肝硬化相关诊断标准; (2)经常规影像学检查、实验室检查并结合病史确诊; (3)入选前1 wk内未服用影响胆囊排空的药物; (4)能够独立配合完成本次研究。排除标准: (1)合并胆道梗阻、门静脉血栓或癌栓; (2)有心血管疾病或胃肠疾病; (3)有血液系统或内分泌系统疾病; (4)合并恶性肿瘤; (5)合并肝性脑病或肝肾综合征。按照患者病情进展阶段将112例患者分为A组(轻度慢性肝病)39例、B组(中重度慢性肝病)36例和C组(肝硬化)37例。随机抽取同期湖州市中心医院体检中心35例无任何肝病及胆囊疾病史的健康志愿者的临床资料作为对照组。A组男性23例, 女性16例, 平均年龄为40.26岁±7.47岁; B组患者22例, 女性14例, 平均年龄为45.33岁±8.06岁; C组男性22例, 女性15例, 平均年龄为50.62岁±8.85岁; 对照组男性20例, 女性15例, 平均年龄为42.02岁±8.01岁。两组患者的临床资料比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ ), 具有可比性。

## 1.2 方法

**1.2.1 超声检查:** 所有入选者均于受检前1 d进食清淡饮食并空腹8-12 h, 次日于超声室休息15 min后取仰卧位常规行二维超声检查, 检查

■ 相关报道

已有研究显示慢性肝病患者可伴随胆囊病变, 研究慢性肝病患者不同阶段胆囊排空功能的改变能够为判断肝脏病情进展提供新的可靠指标, 具有重要临床意义。

表 1 4组入选者胆囊声像图异常情况比较 *n*(%)

分组	<i>n</i>	胆囊壁毛糙	胆囊壁增厚	胆囊壁双边征	胆囊增大	未见明显异常
对照组	35	5(14.29)	5(14.29)	0(0.00)	0(0.00)	30(85.71)
A组	39	16(41.03) <sup>a</sup>	14(35.90) <sup>a</sup>	0(0.00)	4(10.26)	23(58.97) <sup>a</sup>
B组	36	18(50.00) <sup>b</sup>	27(75.00) <sup>bd</sup>	4(11.11) <sup>ac</sup>	14(38.89) <sup>bd</sup>	9(25.00) <sup>bd</sup>
C组	37	20(54.05) <sup>b</sup>	35(94.59) <sup>bd</sup>	9(24.32) <sup>bd</sup>	19(51.35) <sup>bd</sup>	4(10.81) <sup>bd</sup>

<sup>a</sup>*P*<0.05, <sup>b</sup>*P*<0.01 vs 对照组; <sup>c</sup>*P*<0.05, <sup>d</sup>*P*<0.01 vs A组. A组: 轻度慢性肝病组; B组: 中重度慢性肝病组; C组: 肝硬化组.

表 2 4组入选者胆囊壁增厚水平与门静脉宽度比较

分组	<i>n</i>	胆囊壁增厚(mm)	门静脉宽度(cm)
对照组	35	0.24 ± 0.08	0.94 ± 0.17
A组	39	0.28 ± 0.09	0.99 ± 0.20
B组	36	0.48 ± 0.12 <sup>ac</sup>	1.03 ± 0.18
C组	37	0.57 ± 0.13 <sup>bd</sup>	1.36 ± 0.18 <sup>bd</sup>

<sup>a</sup>*P*<0.05, <sup>b</sup>*P*<0.01 vs 对照组; <sup>c</sup>*P*<0.05, <sup>d</sup>*P*<0.01 vs A组. A组: 轻度慢性肝病组; B组: 中重度慢性肝病组; C组: 肝硬化组.

内容包括肝脾大小、形态、内部结构回声, 肝包膜是否光整、腹水等肝部情况以及胆囊壁厚度、毛糙、双边征, 胆囊结石、息肉、积液、胆囊以及胆汁透声等胆囊情况<sup>[5]</sup>.

1.2.2 胆囊容积及胆囊排空分数检查: 采用双幅图像分别显示胆囊长轴最大纵切面和最大横断面, 冻结图像后使用电子尺测量胆囊最大长径(L)、宽度(W)和厚度(H). 上述指标均在患者平静呼吸状态下测量3次, 取平均值为最终结果. 测量时间分别为餐前(空腹)、餐后(摄入牛奶220 mL后)30 min、餐后60 min和餐后90 min. 计算公式: 胆囊体积 =  $\pi/6 \times (H \times W \times L)$ ; 胆囊排空分数(gallbladder emptying fraction, GBEF) = (空腹胆囊体积-剩余胆囊体积)/空腹胆囊体积<sup>[6]</sup>.

1.2.3 观察指标: 比较4组入选者胆囊声像图异常情况、胆囊壁增厚水平与门静脉宽度以及胆囊体积与餐后GBEF.

统计学处理 采用SPSS19.0统计软件进行统计分析, 计量资料结果用mean±SD表示, 治疗前后及组间比较用*t*检验, 计数资料以构成比表示, 用 $\chi^2$ 检验. *P*<0.05为差异有统计学意义.

2 结果

2.1 4组入选者胆囊声像图异常情况比较 A组入选者胆囊壁毛糙、胆囊壁增厚发生率显著

高于对照组, 未见明显异常发生率显著低于对照组(*P*<0.05); B组、C组入选者胆囊壁毛糙、胆囊壁增厚、胆囊壁双边征、胆囊增大发生率均显著高于对照组, 未见明显异常发生率显著低于对照组, 差异具有统计学意义(*P*<0.05或*P*<0.01); B组、C组入选者胆囊壁增厚、胆囊壁双边征、胆囊增大发生率均显著高于A组, 未见明显异常发生率显著低于A组, 差异具有统计学意义(*P*<0.05或*P*<0.01)(表1).

2.2 4组入选者胆囊壁增厚水平与门静脉宽度比较 对照组和A组入选者胆囊壁增厚水平和门静脉宽度比较, 差异均无统计学意义(*P*>0.05); B组入选者胆囊壁增厚水平显著高于对照组和A组(*P*<0.05); C组入选者胆囊壁增厚水平和门静脉宽度均显著高于对照组和A组(*P*<0.01); B组与C组入选者胆囊壁增厚水平和门静脉宽度比较, 差异均无统计学意义(*P*>0.05)(表2).

2.3 4组入选者胆囊体积与餐后GBEF比较 B组与C组入选者餐前与餐后30、60、90 min 胆囊体积均显著高于A组和对照组, 差异具有统计学意义(*P*<0.05或*P*<0.01); B组与C组入选者餐后30、60、90 min GBEF均显著低于A组和对照组, 差异具有统计学意义(*P*<0.05或*P*<0.01)(表3).

3 讨论

慢性肝病临床发病率和死亡率较高, 可累及全身多个重要脏器, 晚期进展为肝硬化, 患者最终死于肝功能衰竭或其并发症<sup>[7]</sup>. 慢性肝病患者随着病情进展肝细胞逐渐发生变性、坏死、组织弥漫性增生等异常变化, 引起正常肝小叶结构和血管解剖被破坏, 从而导致肝脏不断硬化、缩小和其他并发症<sup>[8]</sup>. 超声二维声象图能够有效显示慢性肝病患者病情进展过程中不同阶段的肝表面回声、肝内管道结构等



表 3 4组入选者胆囊体积与餐后GBEF比较比较

分组	n	餐前	餐后30 min		餐后60 min		餐后90 min	
		胆囊体积(mL)	胆囊体积(mL)	GBEF(%)	胆囊体积(mL)	GBEF(%)	胆囊体积(mL)	GBEF(%)
对照组	35	21.96 ± 2.39	7.17 ± 2.41	60.76 ± 9.87	4.99 ± 1.81	72.36 ± 6.53	6.22 ± 1.78	64.86 ± 8.76
		25.02 ± 4.73	9.04 ± 7.15	59.76 ± 9.14	6.54 ± 2.28	70.16 ± 6.97	7.91 ± 2.36	63.06 ± 9.03
A组	39	27.29 ± 4.65 <sup>bc</sup>	16.59 ± 4.21 <sup>bc</sup>	45.02 ± 5.54 <sup>bc</sup>	14.09 ± 4.82 <sup>bc</sup>	52.26 ± 9.54 <sup>bc</sup>	15.43 ± 5.38 <sup>bc</sup>	47.91 ± 9.62 <sup>bc</sup>
		30.83 ± 6.85 <sup>bd</sup>	16.77 ± 6.03 <sup>bd</sup>	43.11 ± 5.50 <sup>bd</sup>	18.82 ± 8.80 <sup>bd</sup>	49.61 ± 7.20 <sup>bd</sup>	21.76 ± 9.67 <sup>bd</sup>	51.26 ± 9.41 <sup>bd</sup>

<sup>b</sup> $P < 0.01$  vs 对照组; <sup>c</sup> $P < 0.05$ , <sup>d</sup> $P < 0.01$  vs A组. A组: 轻度慢性肝病组; B组: 中重度慢性肝病组; C组: 肝硬化组. GBEF: 胆囊排空分数.

形态学改变. 临床上判断肝病进展的检测方法较多, 但由于肝功能影响因素较多, 不同检测方法又存在一定局限性<sup>[9]</sup>. 研究多指标结合的方法评估慢性肝病的病情进展和预后具有重要价值, 因此, 探讨慢性肝病、肝硬化与胆囊功能改变之间的关系具有重要临床意义.

超声是检查胆囊病变的首选手段, 脂肪餐后测量胆囊排空率准确度高, 本研究中即给患者服用脂肪餐用以检测胆囊排空情况<sup>[10]</sup>. 已有研究<sup>[11]</sup>表明, 肝硬化患者因肝脏降解功能下降等多种因素影响导致胆囊收缩素水平异常高于正常水平, 同时因肝硬化后生长抑素、血管活性肠肽等物质导致胆囊平滑肌松弛引起胆囊对胆囊收缩素敏感性下降, 最终导致胆囊收缩功能受到明显影响<sup>[12]</sup>. 慢性肝病患者多存在胆囊壁异常, 有研究<sup>[13]</sup>指出肝病合并胆系疾病的发生率高达67%. 本研究中A组患者胆囊壁异常发生率为41.03%, B组患者胆囊壁异常发生率为75.00%, C组患者胆囊壁异常发生率为89.19%, 且异常主要集中于胆囊壁毛糙、胆囊壁增厚、胆囊壁双边征、胆囊增大几个方面. 表明多数慢性肝病患者均存在胆囊病变, 且随着慢性肝病患者病情的进展, 胆囊异常的发生率逐渐升高<sup>[14]</sup>. B组入选者胆囊壁增厚水平显著高于对照组和A组, C组入选者胆囊壁增厚水平和门静脉宽度均显著高于对照组和A组( $P < 0.01$ ), 分析原因主要为肝硬化患者门脉高压症导致NO水平升高, 对胆囊壁产生较强的平滑肌松弛作用, 影响胆囊功能, 导致胆囊壁改变<sup>[15]</sup>. 因此胆囊壁增厚也可作为慢性肝病患者早期门静脉高压的预测指标.

另外, 本研究结果还显示, B组与C组入选者餐前与餐后30、60、90 min胆囊体积均显著高于A组和对照组; B组与C组入选者餐后30、60、90 min GBEF均显著低于A组和对照组, 提示随着患者病情进展胆囊体积逐渐增大, 胆囊排空率逐渐下降, 表明胆囊体积及胆囊排空功能与肝脏病变程度存在较大相关性<sup>[16]</sup>. 因此采用超声探查胆囊功能改变对慢性肝病病变程度及肝功能评估具有重要意义.

总之, 超声检查胆囊排空功能可为部分临床症状不明显或实验室检查不支持的早期肝硬化患者的诊断提供间接依据和有效信息, 对慢性肝病的临床诊断和病情评估提供参考依据.

#### 4 参考文献

- 李杰, 安永, 于建国. 肝纤维化与肝硬化防治研究进展. 中华消化病与影像杂志(电子版) 2012; 2: 38-42
- 冯彦红, 钱林学, 胡向东. 肝纤维化及早期肝硬化的超声研究进展. 世界华人消化杂志 2010; 18: 454-461
- 潘电享, 叶青. 慢性肝炎、肝硬化患者胆囊超声检查结果分析. 数理医药学杂志 2012; 25: 119-120
- 余宏宇, 周伟平, 李淑德, 朱梁. 临床肝病诊断与治疗. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 261-265
- 钱胜利. 超声诊断早期肝硬化的临床诊断价值. 临床医学 2010; 30: 48-49
- 赵波, 郝晓云. 慢性肝病肝硬化患者胆囊收缩功能超声诊断分析. 山西医药杂志(下半月刊) 2010; 39: 106-107
- 石毓君, 步宏. 代谢综合征与慢性肝病. 世界华人消化杂志 2013; 21: 2759-2764
- 郭晓音. 彩色多普勒超声对慢性肝病患者的诊断价值. 河南医学研究 2014; 23: 89-91
- 段建军, 欧强, 沙新平. 肝炎和肝硬化患者胆囊超声改变的观察与分析. 中国现代医学杂志 2003; 13: 67-68
- 方锡明, 余小舫, 周汉新. 脂餐在胆囊排空功能测定及临床中的应用. 医学临床研究 2008; 25: 116-118
- Buzaş C, Chira O, Mocan T, Acalovschi M. Comparative study of gallbladder motility in patients with chronic HCV hepatitis and with HCV

#### 应用要点

超声可有效显示慢性肝病患者不同阶段肝表面回声以及肝内管道结构等情况, 是诊断和评估慢性肝病患者病情的重要手段.

# ■同行评价

本文研究显示对部分临床症状不明显或实验室检查不支持的早期肝硬化患者检测胆囊指标, 可为慢性肝病的临床诊断和病情评估提供参考。

- 12 邢苏荣, 林周璋. 非空腹胆囊的超声检查. 铁道医学 2000; 28: 25-26
- 13 Loreno M, Travali S, Bucceri AM, Scalisi G, Virgilio C, Brogna A. Ultrasonographic study of gallbladder wall thickness and emptying in cirrhotic patients without gallstones. *Gastroenterol Res Pract* 2009; 2009: 683040 [PMID: 19680454 DOI: 10.1155/2009/683040]
- 14 郑剑, 黄泽萍, 郑荣琴, 曾婕, 任杰, 郭欢仪, 吴涛, 曾庆劲. 实时剪切波弹性成像技术与常规超声检查诊断肝硬化效能的比较. *中华医学超声杂志(电子版)* 2013; 10: 1009-1012
- 15 黄泽萍, 郑剑, 郑荣琴, 曾婕, 吴涛. 实时二维剪切波弹性成像评估健康人及慢性肝病患者肝脏硬度的重复性研究. *中华医学超声杂志(电子版)* 2014; 11: 949-952
- 16 洪锐东, 方锡明. B超胆囊排空功能测定的改良方法研究. *安徽医药* 2013; 17: 803-804

编辑: 郭鹏 电编: 闫晋利



ISSN 1009-3079 (print) ISSN 2219-2859 (online) DOI: 10.11569 2015年版权归百世登出版集团有限公司所有

## • 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: <sup>a</sup> $P<0.05$ , <sup>b</sup> $P<0.01$ ( $P>0.05$ 不注). 如同一表中另有一套 $P$ 值, 则<sup>c</sup> $P<0.05$ , <sup>d</sup> $P<0.01$ ; 第3套为<sup>e</sup> $P<0.05$ , <sup>f</sup> $P<0.01$ .  $P$ 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, 表内个位数、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 $t/\text{min}$ ,  $c/(\text{mol/L})$ ,  $p/\text{kPa}$ ,  $V/\text{mL}$ ,  $t/^\circ\text{C}$ 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 $7.5\text{ cm}\times 4.5\text{ cm}$ , 必须使用双面胶条黏贴在正文内, 不能使用浆糊黏贴. (5) 志谢 后加冒号, 排在讨论后及参考文献前, 左齐.