

## 磁控胶囊内镜胃部检查55例

杜凡, 曹辉琼, 杨铁一, 邓桂林

杜凡, 南昌大学医学院第三附属医院消化内科 江西省南昌市 330000

曹辉琼, 惠州市第三人民医院消化内科 广东省惠州市 516001

杨铁一, 南昌大学医学院第三附属医院消化内科 江西省南昌市 330000

邓桂林, 惠州市第三人民医院 广东省惠州市 516001

杜凡, 南昌大学第三附属医院北院消化科, 主要从事消化临床及消化内镜研究。

作者贡献分布: 杜凡、曹辉琼及杨铁一对此文所作贡献均等; 本文由杜凡与曹辉琼查阅整理文献资料; 由邓桂林收集病例, 资料分析; 杜凡与曹辉琼完成写作; 杨铁一审核。

通讯作者: 曹辉琼, 516001, 广东省惠州市惠城区桥东学背街1号, 惠州市第三人民医院消化内科. caoyuiq@163.com

收稿日期: 2012-02-08 修回日期: 2012-05-03

接受日期: 2012-06-16 在线出版日期: 2012-07-08

### Gastric examination with a magnetically guided capsule endoscope: An analysis of 55 volunteers

Fan Du, Hui-Qiong Cao, Tie-Yi Yang, Gui-Lin Deng

Fan Du, Department of Gastroenterology, the Third Affiliated Hospital of Nanchang University School of Medicine, Nanchang 330000, Jiangxi Province, China

Hui-Qiong Cao, Department of Gastroenterology, the Third People's Hospital of Huizhou, Huizhou 516001, Guangdong Province, China

Tie-Yi Yang, Department of Gastroenterology, the Third Affiliated Hospital of Nanchang University School of Medicine, Nanchang 330000, Jiangxi Province, China

Gui-Lin Deng, the Third People's Hospital of Huizhou, Huizhou 516001, Guangdong Province, China

Correspondence to: Hui-Qiong Cao, Department of Gastroenterology, the Third People's Hospital of Huizhou, 1 Qiaodongxuebei Road, Huicheng District, Huizhou 516001, Guangdong Province, China. caohuiq@163.com

Received: 2012-02-08 Revised: 2012-05-03

Accepted: 2012-06-16 Published online: 2012-07-08

### Abstract

**AIM:** To investigate the feasibility of conducting gastric examination with a magnetically guided capsule endoscope.

**METHODS:** Fifty-five volunteers who underwent gastric examination with a magnetically guided capsule endoscope were included in this study. All participants swallowed the capsule endoscope, which was controlled by an external magnetic field control device to reach various

sites of the esophagus and stomach.

**RESULTS:** Fifty-four volunteers completed the endoscopic procedure, and the mean operating time was  $24.5 \pm 5.5$  min. One volunteer prematurely ended the examination because his gastric emptying was too fast and the capsule endoscope entered into the duodenum in five minutes. Of all the 55 volunteers, 45 were diagnosed with superficial gastritis, 3 with superficial gastritis with bile reflux, 1 with gastric antral tumor, and 4 showed no abnormality. All volunteers had no discomfort in the examination process.

**CONCLUSION:** Magnetically guided capsule endoscopy is effective and safe in conducting gastric examination.

**Key Words:** Magnetically guided capsule endoscopy; External magnetic field control device; Gastric examination

Du F, Cao HQ, Yang TY, Deng GL. Gastric examination with a magnetically guided capsule endoscope: An analysis of 55 volunteers. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2012; 20(19): 1773-1777

### 摘要

**目的:** 探讨磁控胶囊内镜体外磁场控制装置的操作方法。

**方法:** 选55名志愿者, 通过磁控胶囊内镜的体外磁场控制装置对胶囊内镜的控制, 使其在胃腔内作出平移、仰视、俯视、旋转及上下移动, 替代有创胃镜来诊断胃部疾病。

**结果:** 被检者之中54人经磁控胶囊内镜后达到胃内各个观察部位观察完毕, 操作时间  $24.5 \text{ min} \pm 5.5 \text{ min}$ 。1人因胃排空过快, 磁控胶囊内镜后5 min排至十二指肠而结束检查。其中检出浅表性胃炎45例, 浅表性胃炎伴胆汁反流3例, 十二指肠球部溃疡2例, 胃窦肿瘤1例, 未见异常4例。所有受试者在吞服磁控胶囊内镜后, 在体外磁场控制装置的控制下, 磁控胶囊内镜在食管及胃内均到达并观察到各个检查部位。检查过程中所有受试者均无任何不适。

### ■背景资料

胶囊内镜的优势在于完全无痛苦检查, 但其姿态不可操控的局限性限制其应用于胃部检查。通过2年多的研究, 对胶囊内镜改造, 利用磁控原理可以在2-20 cm内控制其姿态。应用于胃部检查已经人体试验成功多例。

### ■同行评议者

刘海峰, 主任医师, 北京市武警总医院消化科

## ■研究前沿

目前现有的磁控胶囊内镜脱胎于普通胶囊内镜,由于省电及数据量的原因,普通胶囊内镜图像传输为每秒1-2帧,这在胃部检查实际操作中缺乏连贯动态的图像,给操作者带来一定的难度,切胶囊头端LED发光亮度不足,致使胃腔内远景观察不清,影响诊断观察。

**结论:**磁控胶囊内镜应用于胃部检查,通过体外磁场控制装置对磁控胶囊内镜的控制,能达到检查食管、胃、十二指肠的检查目的,且安全、无痛苦。

**关键词:**磁控胶囊内镜;体外磁场控制装置;胃部检查

杜凡, 曹辉琼, 杨铁一, 邓桂林. 磁控胶囊内镜胃部检查55例. 世界华人消化杂志 2012; 20(19): 1773-1777

<http://www.wjgnet.com/1009-3079/20/1773.asp>

## 0 引言

内窥镜的发展经历了旧式内窥镜、纤维内窥镜、电子内窥镜3个时期,十几种类别.消化内镜医师诊察使用最多的是软式插入式内镜.选择一种非侵入性的胃镜检查方式是广大内镜工作者研究的课题.胶囊内镜是以胃肠蠕动为前进动力,由于其方便、舒适,并能清晰的观察到肠黏膜病变,在小肠病变的诊断中具有独特优势,优于传统各项技术<sup>[1,2]</sup>.一直以来,胶囊内镜主要应用于小肠检查.文献报道<sup>[3,4]</sup>,胶囊内镜对小肠病变的检出率较小肠钡餐提高59%,其中对有临床意义的出血病灶的检出率提高36%,对具有临床意义的病灶检出率比双气囊小肠镜高19%,对于早期和轻症小肠Cronh's疾病患者的诊断具有明显优越性<sup>[5-7]</sup>,显示其对目前小肠疾病检查的显著优越性.因其对胃及食管的检查不够全面,只能观察到部分胃黏膜,胶囊内镜在胃及食管检查中有很大的局限性<sup>[8,9]</sup>.但是此前的内窥微机电系统还存在着无法定位工作的问题,基本不能单独用于胃及食管检查.为了使胶囊内镜能用于胃腔及食管检查,经过对现有胶囊胃镜的技术改造,应用磁控技术,对胶囊内镜的姿态加以控制,使其在胃腔及食管内任意移动及改变不同的姿态,达到非侵入性、真正无痛的观察胃腔及食管的目的。

## 1 材料和方法

**1.1 材料** 通过人体外磁场装置控制人体内的磁控胶囊内镜,对胃部进行检查,替代有创胃镜检查,能达到观察并诊断贲门、胃底、胃体、胃角、胃窦、幽门等的各种黏膜病变的效果.选用2011-03/2011-11于南昌大学第三附属医院行胶囊内镜的55例志愿者纳入本研究.其中:男31例,女24例,年龄22-78岁,平均年龄43.5岁±15.2岁.所有志愿者无消化道梗阻、吞咽困难、妊

娠、安装起搏器等,检测前均已签知情同意书.磁控胶囊内镜为重庆金山科技公司的OMOM无线智能胶囊改装.体外磁场控制装置参数:质量:2 kg;尺寸:210 mm×50 mm×50 mm;有效控制距离:≤20 cm;工作面磁场强度:≤0.5 T;非工作面磁场强度:≤0.3 T;工作环境湿度:≤85%;工作环境温度:0℃-40℃.

## 1.2 方法

**1.2.1 作用原理:**利用目前的微机电无线胶囊内镜无痛苦吞服检查及其光源、图像采集、图像处理、图像发射等系统,将胃内黏膜病变情况实时传输至体外图像工作站.通过对目前的微机电无线胶囊内镜的改造,使其成为姿态可磁控胶囊,与体外磁场控制装置匹配工作.利用数块磁铁组合构成磁场同斥异吸的原理操控其在胃腔内运动并改变各种姿态。

**1.2.2 体外磁场控制装置操作实施控制方法<sup>[10]</sup>:**受检者吞服姿态可控制胶囊后,卧于检查床上.将体外磁场控制装置的工作面靠近受检者上腹部腹壁,使磁控胶囊内镜在体外磁场控制装置中的磁铁磁场控制范围内,如同图1中的位置关系。

**1.2.3 操作步骤:**(1)所有受试者行检查前禁食8-10 h,检查前口服二甲基硅油,然后一次性饮水400-500 mL后吞服姿态可控制胶囊内镜,通过姿态控制驱动器在腹壁表面移动改变外部磁场,控制胃内胶囊移动及改变姿态,通过姿态可控制胶囊内部的图像采集及发射系统,在体外的图像工作站观察食管、胃底、贲门、胃体、胃角、幽门及十二指肠球部、降部等.检查结束后嘱受试者排便后观察胶囊内镜是否排出,必要时行腹部X线检查;(2)食管内检查.由于吞咽力加食管蠕动力的关系,磁控胶囊内镜2-4 s左右就通过贲门进入胃腔.通过变换体位可使胶囊在食管内停留时间加长<sup>[11]</sup>.吞服磁控胶囊内镜后采取平卧位,故检查食管应在被检者吞服磁控胶囊内镜时将体外磁场控制装置放置于胸骨柄处,利用磁力牵引使磁控胶囊内镜停滞于食管内,再移动体外磁场控制装置控制磁控胶囊内镜在食管内移动达到检查食管目的.当磁控胶囊位于食管内时,体外磁场控制装置可使磁控胶囊内镜在食管内完成平移及旋转等动作.移动磁控胶囊内镜下行靠近贲门时观察齿状线,图像十分清晰.但沿食管上行磁控胶囊内镜时有一定的阻力;(3)胃内检查.食管检查完毕后,撤除体外磁场控制装置,让受检者坐起,少量饮水,待磁控胶囊内镜进入胃内后恢复平卧,进行

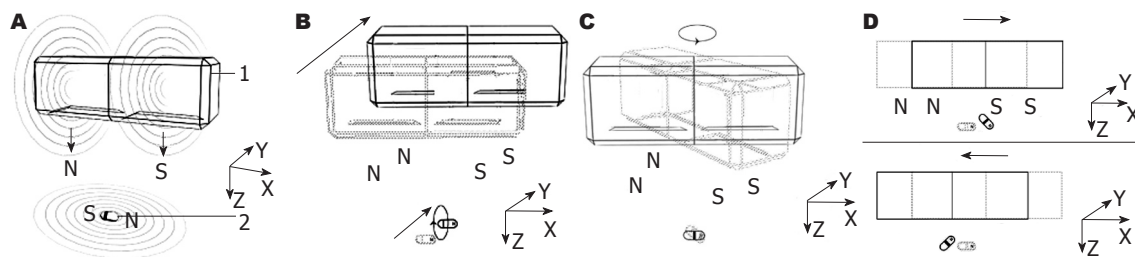


图1 磁控胶囊内镜与体外磁场控制装置的位置关系图。A: 1为控制器, 2为胶囊; 磁控胶囊内镜的纵轴会与体外磁场控制器的纵轴平行, 设定该轴为X轴; 那么磁控胶囊内镜与体外磁场控制装置的横轴为Y轴; 磁控胶囊内镜与体外磁场控制装置之间的垂直距离为Z轴; 沿Z轴上下移动体外磁场控制器, 调整体外磁场控制装置与磁控胶囊内镜之间的距离, 可以使磁控胶囊内镜沿Z轴上下移动; B: 平移, 沿Y轴平行移动体外磁场控制装置, 可使其下方的磁控胶囊内镜被磁场牵引, 会随体外磁场控制装置的移动而沿Y轴同步滚动平移; C: 旋转, 顺时针、逆时针水平旋转体外磁场控制装置, 其下方的磁控胶囊内镜会随旋转体外磁场控制装置的旋转而同步做出旋转动作, 从而改变磁控胶囊内镜镜头所指水平方向; D: 仰视及俯视, 沿X轴水平横移体外磁场控制装置, 其下方的磁控胶囊内镜将被磁场牵引, 会随体外磁场控制装置的移动而做出仰视、俯视的动作。

#### ■相关报道

由英国、美国和以色列学者合作, 首次对一名65岁男性志愿者进行人体测试。结果显示, 磁控胶囊内镜具有很好的可操作性, 不仅可增强诊断效果, 还可能

有治疗作用。

胃的检查。适当调整体外磁场控制装置与腹壁的距离增大, 使胶囊落于胃后壁, 通过移动体外磁场控制装置, 使胶囊内镜在胃后壁上移动并仰视, 检查胃前壁黏膜情况。减小体外磁场控制装置与腹壁的距离, 使胶囊内镜吸附与胃前壁, 仍然通过平移、旋转体外磁场控制装置的方法, 可以检查胃后壁的情况。左侧卧位时将体外磁场控制装置移至左侧腹部, 旋转体外磁场控制装置同步控制胶囊的轴向, 使其镜头方向对准右上腹, 可以观察胃角、胃底及胃窦。胃腔的大小及形态因各人体形不同而不同。根据常规插入式胃镜操作经验, 不难判断胶囊内镜在胃腔内所处位置及所观察到的部位。将体外磁场控制装置移至右侧腹部, 可让胶囊内镜移动至幽门附近, 观察胃窦及幽门情况。将体外磁场控制装置移至左上腹, 可使胶囊内镜靠近贲门, 观察贲门及胃底情况。寻腔而移、寻腔而进, 可以控制胶囊内镜从贲门到幽门方向任何角度的观察。

## 2 结果

被检者中54人经体外磁场控制装置控制磁控胶囊内镜后达到胃内各个观察部位观察完毕, 1人因胃排空过快, 吞服胶囊后5 min排至十二指肠而结束检查, 未能往复检查胃底及胃体。检查时间5-30 min, 平均 $24.5 \text{ min} \pm 5.5 \text{ min}$ 。

55例被检查其中检出浅表性胃炎45例, 浅表性胃炎伴胆汁反流3例, 十二指肠球部溃疡2例, 胃窦肿瘤1例, 未见异常4例。受试者胶囊内镜图像清晰, 近景深观察黏膜细节表现良好(图2)。所有患者在整个过程中均顺应性良好, 吞服胶囊内镜无任何困难, 检查过程中无任何不适, 受试者均于第2、3天排出胶囊内镜。

1例胃窦肿瘤患者, 因胃窦被肿瘤侵犯, 致胃窦及幽门变形狭窄, 检查时恐发生胶囊内镜梗

阻于胃腔。检查第2天行腹部透视见胶囊已排至右侧结肠, 胶囊于第3天排出。

## 3 讨论

从图像、操控性、受检者接受度3个方面评价插入式胃镜、胶囊内镜、磁控胶囊内镜用于胃部检查, 磁控胶囊内镜优于普通胶囊内镜, 总体评价优于插入式胃镜。相比插入式胃镜患者检查时的痛苦和胶囊内镜姿态不可控制, 观察不能重复的缺点, 通过体外磁场控制装置控制磁控胶囊内镜用于胃及食管腔的检查, 克服了插入式胃镜的痛苦感、继承了胶囊内镜安全、无痛苦的优点, 能控制其在胃及食管腔内移动, 达到诊察目的。所有55名志愿者主观上对于选择插入式胃镜或磁控胶囊内镜检查, 均全部表示愿意接受后者。

对于一项新的胃镜检查设备, 仅有受检者的认可还不足以说明他的可行性和实用性。下面就医师检查时操作磁控胶囊内镜的几点感受加以阐述: (1)胃腔靠检查前饮水撑开, 较食管腔大, 故胶囊在胃腔内移动比在食管腔内容易, 更能做出各种姿态动作。但多个受试者均在检查15 min左右时胃内水排空大半, 胃窦黏膜及胃体黏膜皱襞皱缩, 胶囊姿态改变时摩擦胃壁的阻力增大; (2)部分受检者因胃排空过快, 胶囊5 min左右迅速排入十二指肠。胶囊进入十二指肠降部后无法控制其返回胃腔检查; (3)受数字射频发射图像带宽影响, 目前的胶囊内镜每分钟只能传输1-2幅图像信息, 图像延迟明显, 成为影响操作医师操作的难点。有经验的胃镜操作医师通过胃镜影像中黏膜参照可以判断出胶囊所处的位置, 但不连贯的图像影像控制胶囊作出更细微而精准的位移和角度变换。克服该难点需要操作医师对于设备原理的培训及操作训练后适应; (4)



## ■应用要点

在确保检查安全的前提下,能无任何痛苦的进行胃部检查,而且其检查图像效果与目前的插入式胃镜相似,让该项技术拥有更广阔的医学和市场前景。

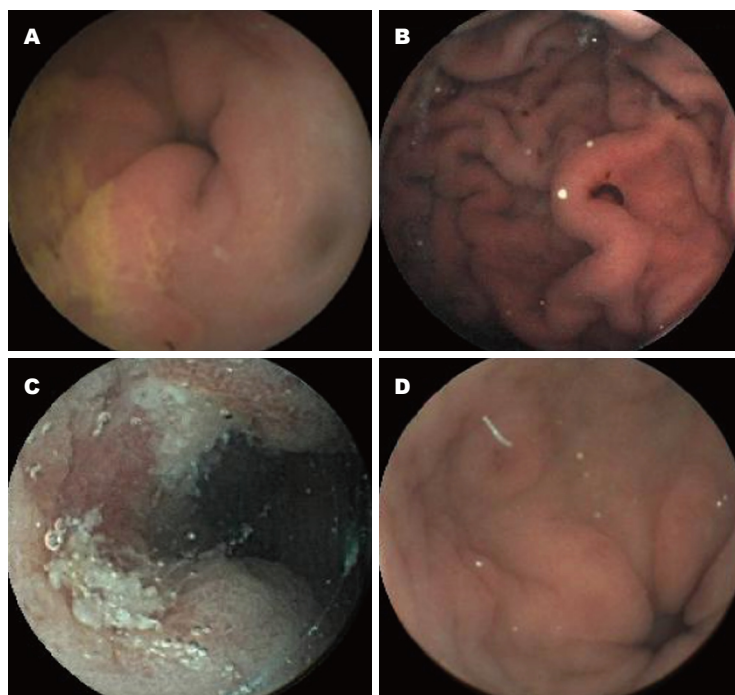


图2 受试者胶囊内镜图像清晰,近景深观察黏膜细节表现良好。A:胃窦胆汁可见斑块及点状糜烂;B:胃底可见点片状糜烂;C:胃窦前壁小弯侧见黏膜不规则隆起,表面结节状,有深浅不一的溃疡形成,病变侵犯至胃角;D:胃窦部可见疣状的隆起,顶部凹陷。

目前的胶囊内镜采用6枚白光LED照明,镜头景深5-50 MM,镜头贴近处黏膜图像清晰,细节锐利,但远景较目前插入式胃镜模糊且光亮度明显变差。研究表明,肠内液体透明度是影响胶囊内镜诊断能力的危险因素<sup>[12,13]</sup>,因此,泻药或祛泡剂常用于胶囊内镜检查前以提高肠道清洁度。此外,肠道清洁度不理想是小肠检查不完全的独立危险因素<sup>[14]</sup>,理论上可通过肠道准备提高CR。但有研究者认为,肠道准备可延迟胃肠道转运时间,后者是不能CSE的危险因素,因此,推测肠道准备不利于CSE;(5)胶囊内镜在临床应用中,需把握好其适用范围。胶囊内镜主要并发症有:胶囊嵌顿、胃肠内滞留及进行性肠梗阻,最常见不良反应是内镜胶囊排出延迟。若发生肠梗阻时解决的常见方法是手术或者小肠镜取出等<sup>[15,16]</sup>。文献上已有报道发生穿孔可能<sup>[17]</sup>,因此对于有消化系梗阻、畸形、穿孔、狭窄或瘘管形成者,体内植入含钢铁金属器械,高分子材料过敏、不能配合吞咽者禁用。

总之,磁控胶囊内镜应用于胃部检查比较插入式胃镜、胶囊内镜有独特的优势,该技术安全、操作简便、成本低廉。当然,任何事物都具有两面性,磁控胶囊内镜需要在远景成像质量及操控性上进一步作出改进,并且尽可能完善组织活检功能,也许能带给胃镜检查革命性的改变。

## 4 参考文献

- 1 辛磊,廖专,李兆申. 胶囊内镜与其他小肠检查技术的比较. 世界华人消化杂志 2009; 17: 1972-1977

- 2 袁晋华,辛磊,廖专,李兆申. 胶囊内镜全小肠检查的研究进展. 世界华人消化杂志 2010; 18: 3662-3666
- 3 Leighton JA, Triester SL, Sharma VK. Capsule endoscopy: a meta-analysis for use with obscure gastrointestinal bleeding and Crohn's disease. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 2006; 16: 229-250
- 4 Pasha SF, Leighton JA, Das A, Harrison ME, Decker GA, Fleischer DE, Sharma VK. Double-balloon enteroscopy and capsule endoscopy have comparable diagnostic yield in small-bowel disease: a meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2008; 6: 671-676
- 5 戈之铮,胡运彪,萧树东. 胶囊内镜诊断小肠克罗恩病的应用研究. 中华消化内镜杂志 2004; 21: 96-99
- 6 戈之铮. 胶囊内镜检查对小肠疾病的诊断价值及其不足. 诊断学 2008; 7: 12-15
- 7 Tillack C, Seiderer J, Brand S, Göke B, Reiser MF, Schaefer C, Diepolder H, Ochsenkühn T, Herrmann KA. Correlation of magnetic resonance enteroclysis (MRE) and wireless capsule endoscopy (CE) in the diagnosis of small bowel lesions in Crohn's disease. *Inflamm Bowel Dis* 2008; 14: 1219-1228
- 8 Lapalus MG, Dumortier J, Fumex F, Roman S, Lot M, Prost B, Mion F, Ponchon T. Esophageal capsule endoscopy versus esophagogastroduodenoscopy for evaluating portal hypertension: a prospective comparative study of performance and tolerance. *Endoscopy* 2006; 38: 36-41
- 9 Bhuket T, Takami M, Fisher L. The use of wireless capsule endoscopy in clinical diagnostic gastroenterology. *Expert Rev Med Devices* 2005; 2: 259-266
- 10 杜凡,曹辉琼,杨铁一. 姿态控制系统联合姿态可控智能胶囊内镜应用于胃部检查的初步研究. 中华消化内镜杂志 2012; 29: 35-38
- 11 陈孝,张子其,张钰,邵勇,张建萍. 胶囊内镜对食管疾病的诊断价值. 中国临床医学 2009; 16: 209-211
- 12 Esaki M, Matsumoto T, Kudo T, Yanaru-Fujisawa R, Nakamura S, Iida M. Bowel preparations for capsule endoscopy: a comparison between simethicone and magnesium citrate. *Gastrointest Endosc* 2009; 69: 94-101
- 13 Koornstra JJ. Bowel preparation before small bowel capsule endoscopy: what is the optimal approach?

- Eur J Gastroenterol Hepatol* 2009; 21: 1107-1109
- 14 Westerhof J, Weersma RK, Koornstra JJ. Risk factors for incomplete small-bowel capsule endoscopy. *Gastrointest Endosc* 2009; 69: 74-80
- 15 Fry LC, De Petris G, Swain JM, Fleischer DE. Impaction and fracture of a video capsule in the small bowel requiring laparotomy for removal of the capsule fragments. *Endoscopy* 2005; 37: 674-676
- 16 Tanaka S, Mitsui K, Shirakawa K, Tatsuguchi A, Nakamura T, Hayashi Y, Sakamoto C, Terano A. Successful retrieval of video capsule endoscopy retained at ileal stenosis of Crohn's disease using double-balloon endoscopy. *J Gastroenterol Hepatol* 2006; 21: 922-923
- 17 De Palma GD, Masone S, Persico M, Siciliano S, Salvatori F, Maione F, Esposito D, Persico G. Capsule impaction presenting as acute small bowel perforation: a cases series. *J Med Case Rep* 2012; 6: 121

## ■同行评价

关于磁控胶囊内镜操作方法的研究鲜有报道, 本文有一定的新意。

编辑 曹丽鸥 电编 鲁亚静

ISSN 1009-3079 (print) ISSN 2219-2859 (online) CN 14-1260/R 2012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: <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>1</sup> $P < 0.05$ , <sup>2</sup> $P < 0.01$ ; 第 3 套为<sup>3</sup> $P < 0.05$ , <sup>4</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。