

分段读出平面回波成像序列对宫颈癌扩散加权成像质量的影响

李鹏¹, 梁浩然², 杨旭¹, 赵宏波¹

1. 西安医学院影像诊断教研室, 陕西 西安 710021; 2. 陕西省核工业二一五医院影像科, 陕西 咸阳 712021

【摘要】目的:探讨分段读出平面回波成像(RS-EPI)序列对宫颈癌扩散加权成像(DWI)质量的影响。**方法:**选取2015年5月~2018年5月收治的宫颈癌患者92例,所有患者均接受磁共振成像检查,并采用单次激发平面回波成像(SS-EPI)和RS-EPI序列扫描,其中SS-EPI又分为常规SS-EPI序列、高分辨率SS-EPI序列。观察3种扫描序列DWI的图像质量,比较3种序列显示DWI图像的变形程度、清晰程度、空间分辨率以及诊断信心评分,记录3种扫描序列的左右径、前后径以及面积测量值,并计算半定量测量图像的对比噪声比、对比度、信噪比。**结果:**RS-EPI序列的变形程度、清晰程度、空间分辨率、诊断信心评分高于常规及高分辨SS-EPI序列,且高分辨率SS-EPI序列除变形程度外的其它评分高于常规SS-EPI序列,差异有统计学意义($P<0.05$)。3种扫描序列的左右径、前后径和面积比较无统计学意义($P>0.05$)。RS-EPI序列的对比噪声比和对比度低于常规及高分辨SS-EPI序列,信噪比高于常规及高分辨SS-EPI序列,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**与常规及高分辨率SS-EPI序列相比,RS-EPI序列的图像质量更高,能减少伪影,变形程度较轻。

【关键词】宫颈癌;分段读出平面回波成像序列;单次激发平面回波成像;扩散加权成像

【中图分类号】R737.3

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2019)06-0705-05

Effects of readout-segmented echo-planar imaging sequence on the quality of diffusion-weighted imaging in cervical cancer

LI Peng¹, LIANG Haoran², YANG Xu¹, ZHAO Hongbo¹

1. Department of Imaging Diagnosis, Xi'an Medical University, Xi'an 710021, China; 2. Department of Imaging, the Nuclear Industry 215 Hospital of Shaanxi Province, Xianyang 712021, China

Abstract: Objective To investigate the effects of readout-segmented echo-planar imaging (RS-EPI) sequence on the quality of diffusion-weighted imaging (DWI) in cervical cancer. **Methods** A total of 92 patients with cervical cancer admitted from May 2015 to May 2018 were enrolled in this study. All patients received magnetic resonance imaging. Single-shot echo-planar imaging (SS-EPI) sequence and RS-EPI sequence were adopted. SS-EPI sequence was divided into conventional SS-EPI sequence and high-resolution SS-EPI sequence. The DWI image qualities of 3 kinds of scanning sequences were observed, and the deformability, clarity, spatial resolution and diagnostic confidence of 3 scanning sequences were compared. The left-right diameters, front-back diameters and area measurements of 3 scanning sequences were recorded. Moreover, the contrast-to-noise ratio, contrast and signal-to-noise ratio of semi-quantitative images were calculated. **Results** RS-EPI sequence was superior to conventional and high-resolution SS-EPI sequences in deformability, clarity, spatial resolution and diagnostic confidence. Besides, the scores of high-resolution SS-EPI sequence were significantly higher than those of conventional SS-EPI sequence ($P<0.05$), except for deformability. No statistical differences were found in left-right diameter, front-back diameter and area among 3 scanning sequences ($P>0.05$). The contrast-to-noise ratio and contrast of RS-EPI sequence were lower than those of conventional and high-resolution SS-EPI sequences, and the signal-to-noise ratio was higher than that of conventional and high-resolution SS-EPI sequences ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with conventional and high-resolution SS-EPI sequences, RS-EPI sequence not only achieves a higher image quality, but also reduces artifacts and distortions.

Keywords: cervical cancer; readout-segmented echo-planar imaging; single-shot echo-planar imaging; diffusion-weighted imaging

【收稿日期】2019-01-11

【作者简介】李鹏, 硕士研究生, 讲师, 主治医师, 研究方向: 磁共振成像技术及神经系统、骨肌系统影像, E-mail: gzydj123@qq.com

前言

宫颈癌是妇科常见的恶性肿瘤,近年来,女性生活压力增加、生活习惯改变以及生活行为变化导致

宫颈癌患病率逐年增高^[1]。目前,临床针对宫颈癌主张采用综合治疗,如以手术治疗为主,并辅以放化疗等手段控制肿瘤生长^[2]。有研究发现宫颈癌预后与肿瘤直径、分化程度、浸润范围等因素相关,若未能及时诊断患者病情,则不利于改善预后^[3]。由此可见,尽早诊断病情对宫颈癌治疗至关重要。既往临床大多通过检测肿瘤标志物、病理活检等进行诊断,但肿瘤标志物检查的敏感度和特异度尚不理想,而病理活检具有创伤性,操作难度大^[4-5]。现阶段,磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)已被广泛用于临床疾病诊断,扩散加权成像(Diffusion Weighted Imaging, DWI)的应用更是为疾病诊断提供了更多信息,便于对肿瘤性质进行鉴别^[6]。然而,有研究指出扫描序列的选择有可能影响DWI图像质量,但具体影响尚未彻底明确^[7]。鉴于此,本研究纳入92例宫颈癌患者为研究对象,分析分段读出平面回波成像(Readout-Segmented Echo-Planar Imaging, RS-EPI)序列对宫颈癌DWI成像质量的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取西安医学院及陕西省核工业二一五医院2015年5月~2018年5月收治的宫颈癌患者92例,经病理检查确诊。所有患者均接受MRI检查,并采用单次激发平面回波成像(Single-Shot Echo-Planar Imaging, SS-EPI)序列和RS-EPI序列进行扫描,其中,SS-EPI又分为常规SS-EPI序列和高分辨率SS-EPI序列。患者年龄25~79岁,平均(45.41±12.15)岁;首发症状包括阴道不规则流血42例、积液异常37例、接触性出血13例。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 (1)成年患者;(2)符合中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会^[8]制定的《宫颈癌及癌前病变规范化诊疗指南(试行)》中的相关标准,经病理诊断证实;(3)未合并其他恶性肿瘤;(4)意识清醒;(5)无MRI检查禁忌;(6)知情同意。

1.2.2 排除标准 (1)神志不清,或有语言、听力障碍,难以配合研究;(2)生命体征不稳定;(3)复发性病灶;(4)入院前已到其它医院接受过相关检查。

1.3 研究方法

所有患者均行MRI检查,并采用常规SS-EPI序列、高分辨率SS-EPI序列、RS-EPI序列扫描,检查仪器为GE Discovery MR750 3.0T成像系统(GE医疗集团)。扫描前确保患者膀胱适度充盈,选择仰卧位,分别行盆腔冠状面、轴面、矢状面T₁WI、T₂WI扫描,并采用DWI生成图像。(1)T₁WI序列:层厚=7 mm,

TE、TR分别为11、500 ms,视野=(240×240) mm²,激励次数=2;(2)T₂WI序列:层厚=7 mm,TE、TR分别为104、2 980 ms,视野=(240×240) mm²,激励次数=2;(3)常规SS-EPI序列:TE、TR分别为85、4 500 ms,扫描时间=69 s,视野=(260×260) mm²,回波间隙=1.10 ms;(4)高分辨率SS-EPI序列:TE、TR分别为85、4 500 ms,扫描时间=180 s,视野=(280×280) mm²;(5)RS-EPI序列:TE、TR分别为117、5 300 ms,回波间隙=0.30 ms。扫描完成后,经DWI成像生成ADC图像,明确感兴趣区(500 mm²),注意避开囊变、坏死以及出血部位。

1.4 阅片处理

由两名拥有丰富经验的医师阅片,分析图像,观察图像的空间分辨率、变形程度等,并明确病灶形态、数量、位置、信号特点、大小以及周围邻近组织是否受累及。当两人意见不同时,经商讨后统一意见,并作为最终结果。

1.5 观察指标

观察RS-EPI序列、高分辨SS-EPI序列和常规SS-EPI序列这3种扫描序列DWI图像质量,比较3种序列显示DWI图像的变形程度、清晰程度、空间分辨率及诊断信心评分,记录3种扫描序列的左右径、前后径及面积测量值,并计算半定量测量图像的对比噪声比、对比度和信噪比。

1.5.1 评分标准 各项评分均采用1~5分等级评分法进行评估^[9]。1分:有严重伪影与变形,图像极不清晰,无法诊断;2分:有明显伪影,轮廓模糊,明显变形,图像欠清晰;3分:伪影能够接受,轮廓显示较好,能够区分病变组织与正常组织,可识别病灶;4分:伪影轻,轮廓清晰,但边缘有所变形,病灶显示良好;5分:无明显变形,无伪影,轮廓非常清晰,病灶显示良好。分值越低,表明图像质量越差。

1.5.2 对比噪声比、对比度、信噪比计算 信噪比= $\frac{SI_{ROI}}{SD_{noise}}$;

对比度= $\frac{SI_{ROI}}{SI_{muscle}}$; 对比噪声比= $\frac{SI_{ROI} - SI_{muscle}}{SD_{noise}}$ ^[10]。

1.6 统计学方法

利用SPSS 19.0软件对患者临床资料进行统计学分析。计量资料用均数±平均值表示,组间比较采用单次测量方差分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3种序列的变形程度、清晰程度、空间分辨率和诊断信心评分比较

RS-EPI序列的变形程度、清晰程度、空间分辨率和诊断信心评分均高于常规及高分辨SS-EPI序列,

且高分辨率 SS-EPI 序列除变形程度外的其它评分高于常规 SS-EPI 序列, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。详见表 1。

表 1 3 种序列变形程度、清晰程度、空间分辨率、诊断信心评分比较
($n=92, \bar{x} \pm s$, 分)

Tab.1 Comparison of deformability, clarity, spatial resolution and diagnostic confidence scores of 3 sequences ($n=92, Mean \pm SD$, score)

序列	变形程度	清晰程度	空间分辨率	诊断信心
常规 SS-EPI	3.41±0.22	2.92±0.38	2.93±0.30	3.45±0.09
高分辨率 SS-EPI	3.43±0.24	3.26±0.53*	3.15±0.32*	3.51±0.07*
RS-EPI	3.62±0.29**	3.49±0.46**	3.36±0.28**	3.59±0.11**
F 值	19.503	35.636	47.121	54.247
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000

SS-EPI: 单次激发平面回波成像; RS-EPI: 分段读出平面回波成像序列;
*表示与常规 SS-EPI 比较, $P<0.05$; #表示与高分辨率 SS-EPI 比较, $P<0.05$

2.2 3 种序列的左右径、前后径及面积测量值比较

3 种扫描序列的左右径、前后径、面积比较未见显著差异, 组间比较无统计学意义 ($P>0.05$)。详见表 2。

表 2 3 种序列左右径、前后径及面积测量值比较($n=92, \bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of left-right diameter, front-back diameter and area of 3 sequences ($n=92, Mean \pm SD$)

序列	左右径/cm	前后径/cm	面积/cm²
常规 SS-EPI	1.80±1.16	2.46±1.28	6.25±2.12
高分辨率 SS-EPI	1.82±1.21	2.45±1.37	6.24±2.15
RS-EPI	1.91±1.23	2.37±1.26	6.05±2.17
F 值	0.219	0.132	0.254
P 值	0.803	0.877	0.776

2.3 3 种序列的对比噪声比、对比度、信噪比较

RS-EPI 序列的对比噪声比和对比度低于常规及高分辨 SS-EPI 序列, 信噪比高于常规及高分辨 SS-EPI 序列, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表 3。

2.4 部分病例图片

RS-EPI 与 SS-EPI 序列图像比较见图 1~图 2, 图 1 可见解剖结构清晰, 病灶形态基本正常; 图 2 解剖结构不易分辨, 有明显磁敏感伪影存在。

3 讨论

宫颈癌以年龄 30~55 岁妇女为高发群体, 近年

表 3 3 种序列对比噪声比、对比度、信噪比较($n=92, \bar{x} \pm s$)

Tab.3 Comparison of contrast-to-noise ratio, contrast and signal-to-noise ratio of 3 sequences ($n=92, Mean \pm SD$)

序列	对比噪声比	对比度	信噪比
常规 SS-EPI	4.29±1.12	7.11±1.41	38.92±10.86
高分辨率 SS-EPI	4.27±1.08	7.19±1.37	40.11±12.03
RS-EPI	2.21±1.46**	6.18±1.54**	66.55±13.94**
F 值	86.600	13.951	147.357
P 值	0.000	0.000	0.000

*表示与常规 SS-EPI 比较, $P<0.05$; #表示与高分辨率 SS-EPI 比较, $P<0.05$

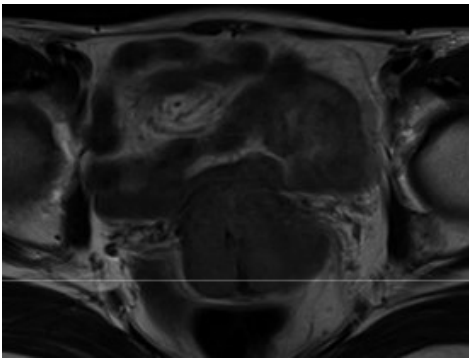


图 1 RS-EPI 序列图像

Fig.1 RS-EPI sequence image

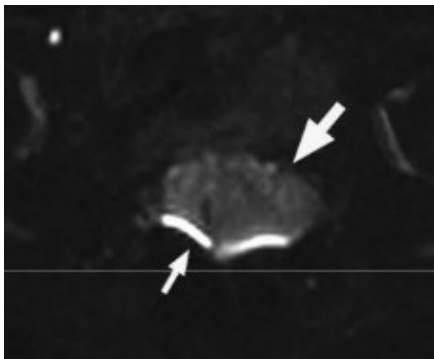


图 2 SS-EPI 序列图像

Fig.2 SS-EPI sequence image

来, 我国宫颈癌患病率呈现出年轻化趋势^[11]。有研究表明宫颈癌发生与多种因素相关, 如分娩次数、性行为、病毒感染等^[12]。早期无典型症状, 随着病情进展, 患者可出现阴道异常和不规律阴道出血等症状。临床认为尽早诊断与治疗是改善预后的重要途径, 目前, MRI 在恶性肿瘤诊断中体现出较多优势, 具有安全性高、操作简单、检查快捷等特点^[13-14]。临床常联合 MRI 与 DWI 成像为疾病诊断提供更多可靠性依据。然而, 扫描序列的选择对成像质量有一定

影响,若序列选择不合理,将不利于病情诊断。

本研究针对宫颈癌患者设计了3种序列扫描,分别为常规SS-EPI序列、高分辨率SS-EPI序列以及RS-EPI序列,结果提示RS-EPI序列的变形程度、清晰程度、空间分辨率和诊断信心评分较常规及高分辨率SS-EPI序列更高,表明在3种序列中,RS-EPI序列的效果最好。SS-EPI序列是以往应用较多的一种成像序列,主要优势在于采集速度快、适用范围广,即便老年患者体弱多病,也可以耐受^[15-16]。然而,有研究提示该序列的主要缺陷为空间分辨率低,图像质量欠佳,容易导致DWI图像模糊或者丢失局部信号^[17]。近年来,RS-EPI序列被应用于DWI成像,弥补了SS-EPI序列的不足,它的组成部分包括2D导航与图像回波,能促使K空间采集轨迹变成多个连接通道,同时对图像进行连续性采集,使梯度脉冲读出时间缩短,提高图像保真度^[18]。也有研究表明RS-EPI序列能确保靶区解剖图像的稳定性,提升图像分辨率^[19]。本研究也证实与SS-EPI序列相比,RS-EPI序列显示的DWI图像更清晰,空间分辨率高,变形轻微,能提高诊断信心。

本研究发现这3种序列的左右径、前后径及面积测量值未见明显差异。而有研究表明SS-EPI序列上的DWI图像左右径和前后径高于RS-EPI序列^[20],但在本研究中并未体现这点。笔者通过分析认为这可能与纳入病例数少,或参数设置存在差异相关,导致本次结论与其他研究存在差异。此外,本研究发现RS-EPI序列的对比噪声比和对比度低于常规及高分辨SS-EPI序列,笔者认为这可能是由于操作人员在扫描过程中调整参数致图像质量有所下降所引起。但RS-EPI序列的信噪比仍高于SS-EPI序列,进一步证实RS-EPI序列能改善DWI图像质量。这可能的原因在于RS-EPI序列能获得低伪影、高分辨率图像,可提高信噪比。

综上所述,与常规及高分辨率SS-EPI序列相比,RS-EPI序列能进一步提高DWI图像质量,减少伪影,减轻变形程度,对盆腔组织结构的识别效果更好。除此之外,该序列也存在局限性,如采集图像需要耗费更长时间,期待未来的检查设备能更高效化,同时,本研究纳入病例数较少,未来将扩大样本量进行更深入分析。

【参考文献】

- [1] SMALL W, BACON M A, BAJAJ A, et al. Cervical cancer: a global health crisis[J]. *Cancer*, 2017, 123(13): 2404-2412.
- [2] 王琳婧, 张国前, 雷怀宇, 等. 直接机器参数优化模式下不同子野数目对宫颈癌调强计划的影响[J]. *中国医学物理学杂志*, 2017, 34(7): 708-711.
- [3] WANG L J, ZHANG G Q, LEI H Y, et al. Influence of beam segment numbers on intensity-modulated radiotherapy for cervical cancer in direct machine parameter optimization[J]. *Chinese Journal of Medical Physics*, 2017, 34(7): 708-711.
- [4] HE Y Q, LIN J J, DING Y L, et al. A systematic study on dysregulated microRNAs in cervical cancer development[J]. *Int J Cancer*, 2016, 138(6): 1312-1327.
- [5] 于淑莉, 刘丽莉, 于淑革, 等. TCT阴道镜及阴道镜活组织检查联合应用在宫颈癌诊断中的价值[J]. *河北医学*, 2016, 22(6): 995-997.
- [6] YU S L, LIU L L, YU S G, et al. Value of TCT colposcopy combined with colposcopy biopsy in the diagnosis of cervical cancer[J]. *Hebei Medicine*, 2016, 22(6): 995-997.
- [7] 张博, 张颖, 牛力春, 等. 液基细胞学联合HPV mRNA检测对宫颈癌的诊断价值[J]. *现代肿瘤医学*, 2016, 24(1): 118-122.
- [8] ZHANG B, ZHANG Y, NIU L C, et al. Clinical value of combination of HPV E6/E7 mRNA assay and thinprep cytologic test as say in screening of cervical cancer[J]. *Journal of Modern Oncology*, 2016, 24(1): 118-122.
- [9] 蔡华亮, 宋黎涛, 郁伟斌, 等. 高分辨弥散加权成像序列在颈髓病变中的应用[J]. *上海医学*, 2017, 40(9): 538-541.
- [10] CAI H L, SONG L T, YU W B, et al. Application of high-resolution diffusion-weighted imaging sequence in cervical spinal cord lesions [J]. *Shanghai Medical Journal*, 2017, 40(9): 538-541.
- [11] REYNAUD O, WINTERS K V, HOANG D M, et al. Surface-to-volume ratio mapping of tumor microstructure using oscillating gradient diffusion weighted imaging[J]. *Magn Reson Med*, 2016, 76(1): 237-247.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 宫颈癌及癌前病变规范化诊疗指南(试行)[J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2013, 5(8): 40-49.
- [13] National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Standardized guidelines for diagnosis and treatment of cervical cancer and precancerous lesions (trial) [J]. *Chinese Journal of the Frontiers of Medical Science (Electronic Version)*, 2013, 5(8): 40-49.
- [14] 闫斌, 梁秀芬, 冀焕梅, 等. MRI平扫结合DWI在宫颈癌临床分期中的应用价值[J]. *现代肿瘤医学*, 2016, 24(10): 1618-1622.
- [15] YAN B, LIANG X F, JI H M, et al. Value of MR imaging in staging of uterine cervical cancer: a comparison of plain MR scan and DW imaging[J]. *Journal of Modern Oncology*, 2016, 24(10): 1618-1622.
- [16] 张中伟. 磁共振图像特征及其对比机制(二), 图像对比与对比度噪声比[J]. *影像诊断与介入放射学*, 2017, 26(5): 430-433.
- [17] ZHANG Z W. Characteristics and contrast mechanisms of magnetic resonance images (II): image contrast and contrast noise ratio [J]. *Diagnostic Imaging & Interventional Radiology*, 2017, 26(5): 430-433.
- [18] TSU V, JERÓNIMO J. Saving the world's women from cervical cancer [J]. *New Engl J Med*, 2016, 374(26): 2509-2511.
- [19] NETWORK C A. Integrated genomic and molecular characterization of cervical cancer[J]. *Nature*, 2017, 543(7645): 378-384.
- [20] 陈娟, 宋化雨, 王淳, 等. MRI在宫颈癌患者术前临床分期和盆腔淋巴结转移诊断中的应用价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2017, 15(2): 80-82.
- [21] CHEN J, SONG H Y, WANG C, et al. Values of preoperative clinical staging and pelvic lymph node metastasis for cervical cancer diagnosis by MRI[J]. *Chinese Journal of CT and MRI*, 2017, 15(2): 80-82.
- [22] 田兆荣, 郭玉林, 蔡磊, 等. MRI在宫颈癌分期诊断中的应用[J]. *中国医学影像学杂志*, 2016, 24(2): 138-140.
- [23] TIAN Z R, GUO Y L, CAI L, et al. MRI application in cervical cancer diagnosis and staging[J]. *Chinese Journal of Medical Imaging*, 2016,

- 24(2): 138-140.
- [15] 齐晓凤, 倪根雄. 颅脑磁共振扩散加权成像中快速自旋回波与单次激发平面回波序列的图像质量对比研究[J]. 诊断学理论与实践, 2016, 15(4): 426-429.
- QI X F, NI G X. Diffusion weighted imaging (DWI) in brain MR: imaging quality comparison between turbo spin echo DWI and single short echo planar DWI[J]. Journal of Diagnostics Concepts & Practice, 2016, 15(4): 426-429.
- [16] 郝艳, 刘慧, 姚伟武, 等. Rs-EPI与Ss-EPI在头及膝关节3T弥散成像中的对照研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2016, 22(1): 49-54.
- XI Y, LIU H, YAO W W, et al. Evaluation of readout-segmented and single-shot DWI in head and knee at 3T MRI[J]. Chinese Computed Medical Imaging, 2016, 22(1): 49-54.
- [17] 刘俊, 许晓泉, 吴飞云. RS-EPI与SS-EPI序列在眼眶弥散加权成像中的对照研究[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(6): 872-875.
- LIU J, XU X C, WU F Y. Comparison study of readout-segmented EPI and single-shot EPI in DWI of orbit in healthy adults[J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2017, 33(6): 872-875.
- [18] WAN H L, SHA Y, ZHANG F, et al. Diffusion-weighted imaging using readout-segmented echo-planar imaging, parallel imaging, and two-dimensional navigator-based reacquisition in detecting acute optic neuritis[J]. J Magn Reson Imaging, 2016, 43(3): 655-660.
- [19] ZHAO M L, LIU Z, SHA Y, et al. Readout-segmented echo-planar imaging in the evaluation of sinonasal lesions: a comprehensive comparison of image quality in single-shot echo-planar imaging[J]. Magn Reson Imaging, 2016, 34(2): 166-172.
- [20] 蔡杰, 王良, 邓明, 等. 采用分段读出平面回波和单次激发平面回波扩散加权成像序列对阴囊病变成像图像质量的影响[J]. 中华放射学杂志, 2016, 50(7): 513-517.
- CAI J, WANG L, DENG M, et al. Diffusion-weighted imaging of the scrotum: readout-segmented echo-planar imaging *versus* single-shot echo-planar imaging[J]. Chinese Journal of Radiology, 2016, 50(7): 513-517.

(编辑:谭斯允)