

改良 Raymond-Roy 分类评估颅内分叉部动脉瘤血管内治疗效果的一致性

陈 力, 邓 波, 刘卫东, 顾文权, 顾斌贤, 顾 奕, 孟令平, 王 武

【摘要】 目的 评价改良 Raymond-Roy 分类(MRRC)和 Raymond 4 级分类评估的观察者间一致性, 比较两种分类预测颅内分叉部动脉瘤早期复发的能力。**方法** 回顾性分析 2012 年 1 月至 2018 年 12 月 127 例经血管内治疗的颅内分叉部动脉瘤患者临床资料。根据 MRRC 和 Raymond 4 级分类, 5 名经验丰富的神经介入医师独立评估颅内分叉部动脉瘤栓塞术后即刻和随访时血管造影所示栓塞程度。组内相关系数(ICC)确定观察者间评估的一致性。采用受试者工作特征曲线(ROC)分析两种分类预测动脉瘤随访时显著复发的能力。**结果** 术后即刻和随访时血管造影评估显示, MRRC、Raymond 4 级分类 ICC 值分别为 0.78、0.80 和 0.91、0.89。ROC 分析显示, MRRC、Raymond 4 级分类曲线下面积(AUC)均为 0.67。**结论** MRRC 和 Raymond 4 级分类评估的观察者间一致性相仿且均较优越。两种分类在预测随访时动脉瘤显著复发方面均有良好能力。

【关键词】 颅内分叉部动脉瘤; 改良 Raymond-Roy 分类; Raymond 分类; 观察者间一致性; 血管内治疗

中图分类号: R739.41 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2020)-10-0968-05

Consistency of modified Raymond - Roy classification in evaluating the efficacy of endovascular therapy for intracranial bifurcation aneurysms CHEN Li, DENG Bo, LIU Weidong, GU Wenquan, GU Binxian, GU Yi, MENG Lingping, WANG Wu. Department of Radiology, Affiliated Sixth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China

Corresponding author: WANG Wu, E-mail: wangwangwu@hotmail.com

【Abstract】 Objective To evaluate inter-observer consistency in assessing the efficacy of endovascular therapy for intracranial bifurcation aneurysms between the criterion of modified Raymond-Roy classification (MRRC) and the criterion of Raymond 4-level classification, and to compare the ability of two classification methods in predicting early recurrence of intracranial bifurcation aneurysms. **Methods** The clinical data of 127 patients with intracranial bifurcation aneurysm, who received endovascular therapy during the period from January 2012 to December 2018, were retrospectively analyzed. According to MRRC and Raymond 4-level classification, 5 experienced neurointervention physicians independently evaluated the embolization degree of intracranial bifurcation aneurysms based on the manifestations of angiography performed immediately after the treatment and in the follow-up period. Intra-group correlation coefficient(ICC) was used to determine the consistency of inter-observer assessment results. By using receiver operating characteristic curve(ROC) the ability of two classification methods in predicting aneurysm recurrence was analyzed. **Results** Angiographic evaluation conducted immediately after the treatment and in the follow-up period showed that ICC values for MRRC were 0.78 and 0.91 respectively, which were 0.80 and 0.89 respectively for Raymond 4-level classification. ROC analysis indicated that area under the curve(AUC) was 0.67 for both MRRC and Raymond 4-level classification. **Conclusion** The inter-observer consistency in assessing the efficacy of

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2020.10.002

基金项目: 国家自然科学基金(81771951)、上海市浦东新区医学学科建设项目(PWYgy201804)

作者单位: 200233 上海交通大学附属第六人民医院放射科(陈 力、顾斌贤、顾 奕、王 武);上海市第六人民医院金山分院(邓 波、孟令平);上海市浦南医院(刘卫东、顾文权)

通信作者: 王 武 E-mail: wangwangwu@hotmail.com

endovascular therapy for intracranial bifurcation aneurysms by using MRRC or by using the Raymond 4-level classification is much alike and excellent. In predicting obvious recurrence of intracranial bifurcation aneurysms, both MRRC and the Raymond 4-level classification have excellent ability. (J Intervent Radiol, 2020, 29: 968-972)

【Key words】 intracranial bifurcation aneurysm; modified Raymond - Roy classification; Raymond classification; inter-observer consistency; endovascular treatment

颅内动脉瘤破裂出血血管内治疗已广泛应用于临床,疗效满意,但远期复发率较高^[1-2]。颅内分叉部动脉瘤有独特的解剖结构和血流动力学等,血管内治疗后栓塞程度评估可影响术后疗效和预后^[3-4]。目前临床上有多种评估颅内动脉瘤栓塞程度的分类方法,不同分类评估均存在一定的观察者间固有差异性^[5-7]。Cloft 等^[5]研究表明分类分级越少,评估一致性越高,越难以预测复发和再破裂风险。Raymond 等^[8]1997 年首次提出用于弹簧圈填塞基底动脉尖动脉瘤栓塞程度评估的 4 级分类,后将瘤颈残留归为一类,即目前最常用的 Raymond-Roy 闭塞分类(Raymond - Roy occlusion classification, RROC)^[9-10]。Mascitelli 等^[11]依据多年血管内弹簧圈栓塞动脉瘤临床经验,发现部分Ⅲ级(瘤体残留)动脉瘤会随着时间推移逐渐闭塞,而另一部分则保持再通或继续生长,因此在 RROC 基础上提出改良的 Raymond - Roy 分类(modified Raymond - Roy classification, MRRC),即把Ⅲ级(瘤体残留)分类又细分为Ⅲa 级(弹簧圈间隙内有对比剂充盈)和Ⅲb 级(弹簧圈和动脉瘤壁间有对比剂充盈),并研究发现大部分Ⅲa 级动脉瘤会随着时间推移逐渐完全闭塞。本研究旨在通过分析 127 例经弹簧圈栓塞治疗的颅内分叉部动脉瘤患者临床资料,评价 MRRC 和 Raymond 4 级分类评估的观察者间一致性,比较两种分类方法预测动脉瘤早期复发的能力。

1 材料与方法

1.1 研究对象

回顾性收集 2012 年 1 月至 2018 年 12 月在上海市第六人民医院接受血管内治疗的颅内分叉部动脉瘤患者临床资料。纳入标准:①筛选母动脉与分叉动脉直径相似的分叉部动脉瘤,主要包括前交通动脉瘤(A1 与 A2、前交通动脉分叉处)、颈内动脉末端分叉部动脉瘤、胚胎型后交通动脉瘤、基底动脉顶端动脉瘤、大脑中动脉分叉部动脉瘤和大脑前动脉的胼周动脉分叉部动脉瘤;②接受血管内治疗(单纯弹簧圈栓塞或不伴球囊或支架等辅助栓

塞);③有完整的临床和影像学资料(DSA、MRA 或 CTA 等)。排除标准:①同时接受血管内治疗和外科夹闭术;②血管造影失随访;③初次手术在外院。

1.2 血管造影评估

5 名具有丰富经验的神经介入医师对每例颅内分叉部动脉瘤患者术后即刻和第 1 次随访血管造影所示栓塞程度进行独立评估,包括阅读充分显示瘤体、瘤颈和载瘤动脉的工作位图像和 3D 旋转图像,评估量表分别采用 MRRC(I 级:完全栓塞,瘤体和瘤颈均无对比剂充盈;Ⅱ级:瘤颈残留,瘤颈有对比剂充盈;Ⅲa 级:瘤体残留,弹簧圈间隙内有对比剂充盈;Ⅲb 级:弹簧圈和动脉瘤壁间有对比剂充盈)和 Raymond 4 级分类(I 级:完全栓塞,瘤体和瘤颈均无对比剂充盈;Ⅱ级:瘤颈部分残留,瘤颈有部分对比剂充盈的“狗耳症”;Ⅲ级:瘤颈大部残留,瘤颈有大部分对比剂充盈;Ⅳ级:瘤体残留,瘤腔有对比剂充盈)。

同时,每位观察者对动脉瘤随访时血管造影情况进行评估,分为无复发、微小复发、显著复发,其中显著复发定义为动脉瘤理论上可用弹簧圈再次治疗^[12]。为了评价动脉瘤术后即刻栓塞程度在预测显著复发方面的作用,采用共识评级方法,即在 4 名及以上观察者评估一致时应用,否则由 2 名经验最丰富(分别为 20 年和 15 年)观察者商量后作出等级评定。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件对所有数据进行统计学分析。通过计算评估一致率(P)和组内相关系数(ICC)确定观察者间对两种分类评估的一致性。一致率 P 值计算:评估一致读数÷总读数。其中 ICC 值 ≤ 0.40 表示一致性差, $>0.40\sim 0.75$ 表示一致性良好, >0.75 表示一致性优越。采用受试者工作特征曲线(ROC)法分析 MRRC 和 Raymond 4 级分类预测颅内分叉部动脉瘤血管内治疗后显著复发的能力,以随访时复发情况作为状态变量,术后即刻血管造影结果作为检验变量,分别对 5 位观察者评级和共识评级进行评价。

2 结果

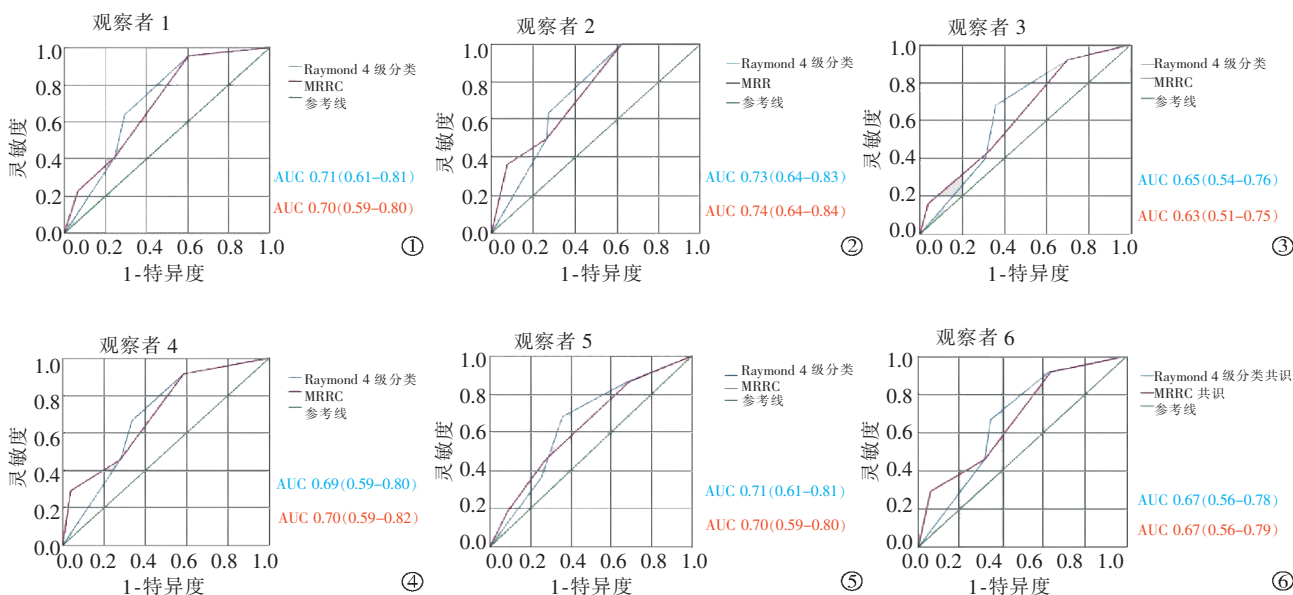
入组 127 例患者共 128 枚颅内分叉部动脉瘤接受血管内治疗,其中破裂动脉瘤 106 枚。术后即刻血管造影评估显示,MRRC、Roymond 4 级分类 ICC 值分别为 0.78(95%CI=0.73~0.83)、0.80(95%CI=0.76~0.85),一致率分别为 60.16%、59.38%;术后第 1 次平均随访血管造影时间为(4.13±1.92)个月,评估显示 MRRC、Roymond 4 级分类 ICC 值分别为 0.91(95%CI=0.88~0.93)、0.89(95%CI=0.87~0.92),一致率分别为 75.78%、75.00%;动脉瘤复发评估显示,ICC 值为 0.88(95%CI=0.85~0.91),一致率为 87.50%,见表 1。

经共识评级后,动脉瘤随访时未复发或微小复发率为 81.3%(104/128),显著复发率为 18.7%(24/

表 1 两种分类观察者间评估一致性分析结果比较

参数	ICC 值(95%CI)	一致率 P 值/%
术后即刻血管造影		
MRRC	0.78(0.73~0.83)	60.16
Roymond 4 级分类	0.80(0.76~0.85)	59.38
随访时血管造影		
MRRC	0.91(0.88~0.93)	75.78
Roymond 4 级分类	0.89(0.87~0.92)	75.00
动脉瘤复发	0.88(0.85~0.91)	87.50

128)。MRRC、Roymond 4 级分类观察者和共识评级预测动脉瘤显著复发 ROC 见图 1。根据共识评级 ROC 分析,MRRC、Roymond 4 级分类曲线下面积(AUC)分别为 0.67(95%CI=0.56~0.79)、0.67(95%CI=0.56~0.78)。



①观察者 1 评级;②观察者 2 评级;③观察者 3 评级;④观察者 4 评级;⑤观察者 5 评级;⑥共识评级

图 1 MRRC、Roymond 4 级分类观察者和共识评级预测动脉瘤显著复发 ROC

3 讨论

颅内动脉瘤多发生于颅内动脉分叉处和血管弯曲率较高部位,尤其以大脑前交通动脉和大脑中动脉分叉部发生率最高^[13]。随着介入新材料与新技术不断发展,很多临床中心首选血管介入术治疗颅内分叉部动脉瘤^[14-15]。动脉分叉部解剖结构特殊,经受着更高的血流动力学压力,更易发展为动脉瘤且更易破裂^[16-17],分叉部动脉瘤未充分栓塞也更易复发,尤其是弹簧圈栓塞治疗后。因此,准确地评估血管造影所示颅内分叉部动脉瘤栓塞程度尤为重要。目前栓塞程度分类还未达成统一,且不同分类应用中均存在观察者间固有差异性。本研究结果显示观

察者间应用 Roymond 4 级分类和 MRRC 评估的一致性相仿,两种分类应用于随访时血管造影评估的一致性高于术后即刻血管造影,且两种分类通过评估颅内分叉部动脉瘤术后即刻栓塞程度预测随访时显著复发的能力相似;表明 MRRC 和 Roymond 4 级分类评估动脉瘤栓塞程度的观察者间一致性并预测显著复发能力的表现相似。

Mascitelli 等^[11]研究发现,颅内动脉瘤弹簧圈栓塞术后即刻血管造影所示弹簧圈间隙少许对比剂残留(MRRC III a 级),在随访血管造影时会演变成完全闭塞或瘤颈少许残留,而即刻血管造影所示对比剂残留在弹簧圈与动脉瘤瘤壁(III b 级),则在随

访血管造影时往往进一步恶化。导致弹簧圈栓塞动脉瘤复发的原因为弹簧圈压缩和动脉瘤再生长,Ⅲb 级动脉瘤随着时间推移,血流对瘤壁不断冲击,复发概率会不断增大^[18-19]。Stapleton 等^[20]应用 MMRC 验证一较大神经血管中心弹簧圈栓塞动脉瘤后血管造影结果,326 例患者 345 枚动脉瘤术后即刻造影显示,其中Ⅲa 级 84 枚,Ⅲb 级 83 枚,随访时血管造影显示进展为完全闭塞比率分别为 53.6%、19.2%,再通率分别为 27.4%、65.1%,Kaplan-Meier 生存分析显示Ⅲa 级与Ⅲb 级动脉瘤在进展为Ⅰ级完全闭塞和复发率上有显著差异。本研究中 MMRC 共识评级显示,术后即刻栓塞程度为Ⅲa 级颅内分叉部动脉瘤 31 例,随访时 27 例无复发,显著复发率为 12.9%(4/31);栓塞程度为Ⅲb 13 例,随访时显著复发率为 53.8%(7/13),与之前报道结果相仿。Ⅲb 级动脉瘤比Ⅲa 级动脉瘤更易复发。

MRRCⅠ级和Ⅲa 级的差别主要在于弹簧圈栓塞密度,弹簧圈致密填塞的Ⅰ级动脉瘤往往很难再通或术后再破裂,而弹簧圈填塞较松散的Ⅲa 级动脉瘤存在复发风险。弹簧圈填塞密度和分布是影响动脉瘤预后的重要因素,分布均匀且致密填塞的动脉瘤不易复发^[21]。然而对于动脉瘤破裂出血抢救患者,致密填塞意味手术时间更长,也会增加手术风险^[22]。因此,如何更精确地理解Ⅲa 级闭塞,掌握好弹簧圈填塞密度和分布,将大大提升颅内分叉部动脉瘤血管内治疗的安全性和有效性,这可能与手术操作经验及选择介入治疗方式有关。

支架辅助相较裸弹簧圈栓塞的优势在于改变血流导向,防止弹簧圈脱出并促进支架瘤颈处内皮化,尽管术后即刻充分栓塞率不高,但多项研究证明支架会促进动脉瘤闭塞^[23-24]。Tosello 等^[25]回顾性研究接受支架辅助弹簧圈栓塞治疗的颅内未破裂动脉瘤患者,发现弹簧圈填塞密度仅达 19%以上,动脉瘤即可在随访时完全闭塞。本研究中有 25 枚动脉瘤接受支架辅助弹簧圈栓塞,随访时复发率仅为 8%(2/25)。因此,评估动脉瘤预后要充分考虑是否用了支架。

Darflinger 等^[26]报道对 Raymond-Roy 3 级分类预测能力进行 meta 分析,收集了近年 4 587 枚经弹簧圈栓塞的颅内动脉瘤,结果显示术后即刻动脉瘤Ⅰ级完全栓塞、Ⅱ级瘤颈残留、Ⅲ级瘤体残留的复发率分别为 14%、20%、20%。本研究中 Raymond 4 级分类共识评级显示,术后即刻Ⅱ级瘤颈少许残留的 35 枚动脉瘤微小复发率为 5.7%(2/35),显著复

发率为 17.1%(6/35),术后即刻Ⅲ级瘤颈大部残留的 8 枚动脉瘤显著复发 5 例(5/8);表明术后即刻瘤颈残留程度对预后有显著影响。MRRC 对Ⅱ级瘤颈残留进一步细分,有助于完善其预测显著复发的能力。对于可能显著复发的动脉瘤,建议缩短术后首次血管造影随访时间,以防止其复发再破裂出血。

总之,本研究中 MRRC 和 Raymond 4 级分类评估的观察者间一致性相仿,且均较优越。两种分类在预测随访时动脉瘤显著复发方面均有良好能力,对判断患者预后有较大价值。本研究建议对术后对比剂瘤颈大部残留和瘤壁残留的颅内分叉部动脉瘤患者,需密切随访,以免发生复发后再出血等严重问题。

[参考文献]

- [1] 陈 蓐,王 武. 颅内动脉瘤血管内治疗现状与进展[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27:592-597.
- [2] Molyneux AJ, Birks J, Clarke A, et al. The durability of endovascular coiling versus neurosurgical clipping of ruptured cerebral aneurysms: 18 year follow-up of the UK cohort of the international subarachnoid aneurysm trial(ISAT)[J]. Lancet, 2015, 385: 691-697.
- [3] Laurie A, Hippelheuser JE, Malek AM. Induction of aneurysmogenic high positive wall shear stress gradient by wide angle at cerebral bifurcations, independent of flow rate[J]. J Neurosurg, 2018, 131: 442-452.
- [4] Alfano JM, Kolega J, Natarajan SK, et al. Intracranial aneurysms occur more frequently at bifurcation sites that typically experience higher hemodynamic stresses[J]. Neurosurgery, 2013, 73: 497-505.
- [5] Cloft HJ, Kaufmann T, Kallmes DF. Observer agreement in the assessment of endovascular aneurysm therapy and aneurysm recurrence[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2007, 28: 497-500.
- [6] Rouchaud A, Brinjikji W, Gunderson T, et al. Validity of the meyer scale for assessment of coiled aneurysms and aneurysm recurrence[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2016, 37: 844-848.
- [7] Raymond J, White PM, Molyneux AJ. Scales, agreement, outcome measures, and progress in aneurysm therapy[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2007, 28: 501-502.
- [8] Raymond J, Roy D, Bojanowski M, et al. Endovascular treatment of acutely ruptured and unruptured aneurysms of the basilar bifurcation[J]. J Neurosurg, 1997, 86: 211-219.
- [9] Roy D, Milot G, Raymond J. Endovascular treatment of unruptured aneurysms[J]. Stroke, 2001, 32: 1998-2004.
- [10] Lecler A, Raymond J, Rodriguez-Regent C, et al. Intracranial aneurysms: recurrences more than 10 years after endovascular treatment:a prospective cohort study, systematic review, and meta-analysis[J]. Radiology, 2015, 277: 173-180.
- [11] Mascitelli JR, Moyle H, Oermann EK, et al. An update to the

- Raymond-Roy Occlusion Classification of intracranial aneurysms treated with coil embolization[J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7: 496-502.
- [12] Raymond J, Guilbert F, Weill A, et al. Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils[J]. Stroke, 2003, 34: 1398-1403.
- [13] Brisman JL, Song JK, Newell DW. Cerebral aneurysms[J]. N Engl J Med, 2006, 355: 928-939.
- [14] 鄒福忠, 馬光濤, 王玖飛, 等. 大腦中動脈分叉部動脈瘤的血管內介入治療[J]. 介入放射學雜誌, 2014, 23: 655-657.
- [15] 徐浩文, 李明華, 管生, 等. “Y”型支架技術輔助彈簧圈栓塞基底動脈尖部寬頸動脈瘤[J]. 介入放射學雜誌, 2011, 20: 352-356.
- [16] Meng H, Wang Z, Hoi Y, et al. Complex hemodynamics at the apex of an arterial bifurcation induces vascular remodeling resembling cerebral aneurysm initiation[J]. Stroke, 2007, 38: 1924-1931.
- [17] Ingebrigtsen T, Morgan MK, Faulder K, et al. Bifurcation geometry and the presence of cerebral artery aneurysms[J]. J Neurosurg, 2004, 101: 108-113.
- [18] Hasan DM, Nadareyshvili AI, Hoppe AL, et al. Cerebral aneurysm sac growth as the etiology of recurrence after successful coil embolization[J]. Stroke, 2012, 43: 866-868.
- [19] Abdihalim M, Watanabe M, Chaudhry S, et al. Are coil compaction and aneurysmal growth two distinct etiologies leading to recurrence following endovascular treatment of intracranial aneurysm?[J]. J Neuroimaging, 2014, 24: 171-175.
- [20] Stapleton CJ, Torok CM, Rabinov JD, et al. Validation of the modified Raymond-Roy classification for intracranial aneurysms treated with coil embolization[J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8: 927-933.
- [21] Jy C, Vedantham S, Wakhloo AK, et al. Aneurysm permeability following coil embolization: packing density and coil distribution [J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7: 676-681.
- [22] Bradac GB, Bergui M, Stura G, et al. Periprocedural morbidity and mortality by endovascular treatment of cerebral aneurysms with GDC: a retrospective 12-year experience of a single center[J]. Neurosurg Rev, 2007, 30: 117-126.
- [23] Choi HH, Cho YD, Yoo DH, et al. Stent-assisted coil embolization of anterior communicating artery aneurysms: safety, effectiveness, and risk factors for procedural complications or recanalization[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11: 49-56.
- [24] Lawson MF, Newman WC, Chi YY, et al. Stent-associated flow remodeling causes further occlusion of incompletely coiled aneurysms[J]. Neurosurgery, 2011, 69: 598-603.
- [25] Tosello RT, Batista UC, Pereira BJA, et al. Packing density necessary to reach a high complete occlusion rate in circumferential unruptured intracranial aneurysms treated with stent-assisted coil embolization [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2017, 38: 1973-1977.
- [26] Darflinger R, Thompson LA, Zhang ZW, et al. Recurrence, retreatment, and rebleed rates of coiled aneurysms with respect to the Raymond-Roy scale: a meta-analysis [J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8: 507-511.

(收稿日期:2020-06-24)

(本文编辑:边 皓)