

# 三维标测系统和单环状标测导管指示下环肺静脉线性消融电学隔离肺静脉方法学评价

董建增 马长生 刘兴鹏 龙德勇 王京 刘小青

**【摘要】** 目的 探讨三维标测系统和单环状标测导管指示下环肺静脉线性消融电学隔离肺静脉的可行性和有效性。方法 2004年 5月至 2004年 11月间我院对 68例症状明显、发作频繁、抗心律失常药物治疗无效的心房颤动(房颤)患者进行了在 Carto( $n=56$ )或 EnSite NavX( $n=12$ )和单环状标测导管指示下的环肺静脉线性消融肺静脉电隔离术。收集操作过程中的相关数据,计算初始肺静脉电学隔离率、最终肺静脉电学隔离率及并发症资料。结果 68例患者共计完成 136个环形消融线,操作时间平均为( $240\pm 65$ )min X线曝光时间平均为( $37\pm 12$ )min 用于左心房重建和环肺静脉线性消融的放电时间分别为( $20\pm 9$ )min和( $62\pm 24$ )min 在完成预定环肺静脉消融线后,初始肺静脉电学隔离率为 50.7% (69/136),经寻找缝隙补充消融后最终肺静脉电学隔离率为 95.6% (130/136)。70.2% (59/84)的缝隙分布于左侧,29.8% (25/84)见于右侧。并发症包括 1例心脏压塞和 2例锁骨下及左胸部皮下血肿,均经保守治疗康复,无肺静脉狭窄。结论 三维标测系统加单环状标测导管指示下环肺静脉线性消融电学隔离肺静脉成功率高、并发症率低,操作时间及 X线曝光时间可以接受。

**【关键词】** 心房颤动; 肺静脉; 消融

**Methodology of pulmonary vein isolation with circumferential linear ablation guided by 3 dimensional mapping system and single circular mapping catheter in patients with atrial fibrillation** DONG Jian-zeng MA Chang-sheng LU Xing-peng LONG De-yong WANG Jing LIU Xiao-qing Department of Cardiology, Beijing Anzhen Hospital, Capital University of Medical Sciences, Beijing 100029 China

**【Abstract】 Objective** To investigate the feasibility and efficacy of pulmonary vein (PV) isolation with circumferential PV linear ablation guided by 3 dimensional mapping system and single circular mapping catheter in patients with atrial fibrillation (AF). **Methods** From May 2004 to November 2004, circumferential PV linear ablation guided by Carto system or EnSite NavX system was performed in 68 consecutive highly symptomatic patients (pts) with drug refractory AF. Data associated with procedure was collected and initial PV isolation rate, cumulative PV isolation rate and complication rate were statistically analyzed. **Results** Circumferential PV linear ablation was conducted in 68 pts, up to 136 linear circles were produced around each ipsilateral PVs. Mean procedure time and fluoroscopy time were ( $240\pm 65$ ) minutes and ( $37\pm 12$ ) minutes, respectively. Mean duration of left atrium geometry reconstruction and radiofrequency energy delivery was ( $20\pm 9$ ) minutes and ( $62\pm 24$ ) minutes, respectively. After ablation at predetermined circular line, 50.7% (69/136) of ipsilateral PVs were isolated simultaneously. After additional ablation applied at gaps, 95.6% (130/136) of cumulative PV isolation rate was achieved. Seventy point two percent (59/84) of the gaps were distributed in left sided ablation lines, 30.0% (25/84) in right sided lines. One cardiac tamponade and 2 subclavian hematoma associated with the procedure were observed. No PV stenosis was found. **Conclusions** Circumferential PV linear ablation guided by 3 dimensional mapping system and single circular mapping catheter could be applied for AF pts with a high PV isolation rate, a lower complication rate and an acceptable procedure and fluoroscopy time.

**【Key words】** Atrial fibrillation; Pulmonary vein; Ablation

环肺静脉线性消融,特别是以肺静脉电隔离为终点的环肺静脉线性消融治疗心房颤动(房颤)的成功率高、肺静脉狭窄并发症率低<sup>[1-4]</sup>。目前多采用心腔内超声或在三维系统基础上结合双环状标测导管指导下进行,操作复杂<sup>[3-4]</sup>。作者所在电生理室对 68 例房颤患者行三维标测系统加单环状标测导管指示下环肺静脉线性消融电学隔离肺静脉,以探讨这种简化方法的可行性和有效性。

## 资料和方法

自 2004 年 5 月至 2004 年 11 月我院对 68 例房颤患者在 Carto(56 例)或 EnSite NavX(12 例)等三维标测系统加单环状标测导管(Lasso 导管)指示下进行了环肺静脉线性消融电学隔离肺静脉术。男性 52 例、女性 16 例,平均年龄  $18 \sim 79(55.9 \pm 12.5)$  岁,左心房前后径  $28 \sim 55(38.0 \pm 8.3)$  mm,合并器质性心脏病者 22 例。术前均经食管超声和/或磁共振(MRI)排除心房血栓,已服用华法林者术前至少停用 5 d 并改用低分子肝素替代至术前一日。术中丙泊酚持续静脉注射以使患者深度镇静。经左锁骨下静脉或股静脉放置 4 极标测导管于冠状静脉窦作为参考导管和起搏导管;经股静脉途径行两次房间隔穿刺,房间隔穿刺成功后经 Swartz 鞘管推注肝素 6 000 U,然后每小时追加 1 000 U,并用肝素盐水持续冲洗鞘管。位于左心房的两个鞘管分别放置环状标测导管及标测消融导管。

左心房三维解剖模型重建:使用 Carto 时,通过 Carto 专用标测消融导管(NAVISTAR Biosense Webster)于左心房取点行左心房三维解剖重建(图 1);使用 EnSite NavX 时,采用其它可兼容标测消融导管取点重建(图 2)。术中能维持窦性心律者,在以  $S_1S_2: 500 \sim 600$  ms 起搏冠状静脉窦下进行重建。设定取点周围填充范围直径为 10 mm,取点完成后可以明确漏取区域,从而保证取点的正确性及均匀性。重建时如有房颤发作,可以电复律转为窦性心律后重建,或在房颤时重建。完成初步重建后,两种系统都需要回顾所取样点,去除伪腔。

肺静脉开口位置及消融径线的确定:首先是肺静脉造影,分别对双上肺静脉造影,显示每个肺静脉口位置;第二是根据导管滑出征定位:导管在肺静脉内贴不同方向管壁缓缓回撤,导管头端的滑出运动(drop off)处是肺静脉开口;第三是标测定位,在肺静脉口外标测双电位点,这些点组成一

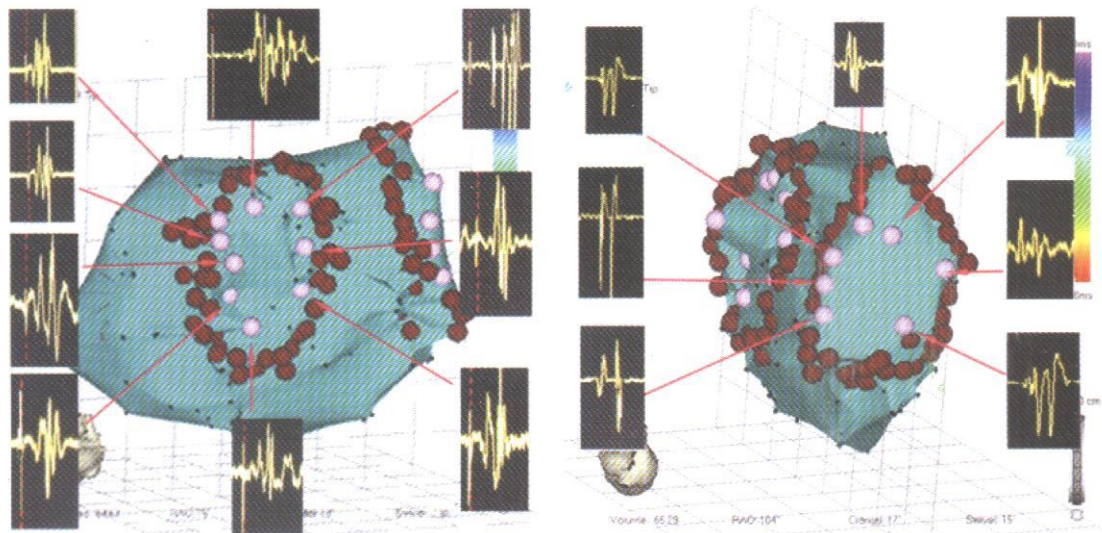
环状线即“双电位线”,标记在左心房三维构型上(图 1)。采用 Carto 系统者消融线在“双电位线”上或其心房侧,采用 EnSite NavX 系统者消融线为肺静脉前庭和左心房的交界线,在左心房三维构型上可见。

消融 经 Carto 专用冷盐水灌注导管或 EnSite/NavX 兼容的普通冷盐水灌注导管头端电极放电消融。预设能量 30 W、预设温度  $43^{\circ}\text{C}$ ,盐水灌注速度在放电过程中为 17 ml/min,放电间歇 2 ml/min。每一点消融终点是局部双极心内膜电图振幅降低 80%以上或有效放电至 30 s,每一点达到消融终点后在三维构型上进行标记(图 1、2 上的棕色圆点标记);每一患者的消融终点是两侧肺静脉电学隔离,并且对术前和/或术中有房扑者消融隔离三尖瓣环-下腔静脉峡部。在完成预设消融线后采用单环状标测导管分别于同侧上、下肺静脉标测以判断肺静脉是否电学隔离,并根据环状标测导管记录的肺静脉电位或心房波激动顺序对缝隙(gap)初步定位,然后在其周围消融线上寻找提前的碎裂电位并补充消融,直至肺静脉电学隔离。

定义 操作时间为穿刺血管至撤出鞘管的时间,X 线透视时间为全部手术过程中 X 光机自动记录时间。肺静脉电学隔离率指的是同侧肺静脉电位全部消失或与心房电位分离,计算肺静脉电学隔离率时将同侧肺静脉作为一个整体来计算。初始肺静脉电学隔离率指完成预设消融线后的电学隔离率;最终肺静脉电学隔离率指寻找缝隙并补点消融后的肺静脉电学隔离率。数值变量以均数  $\pm$  标准差表示。

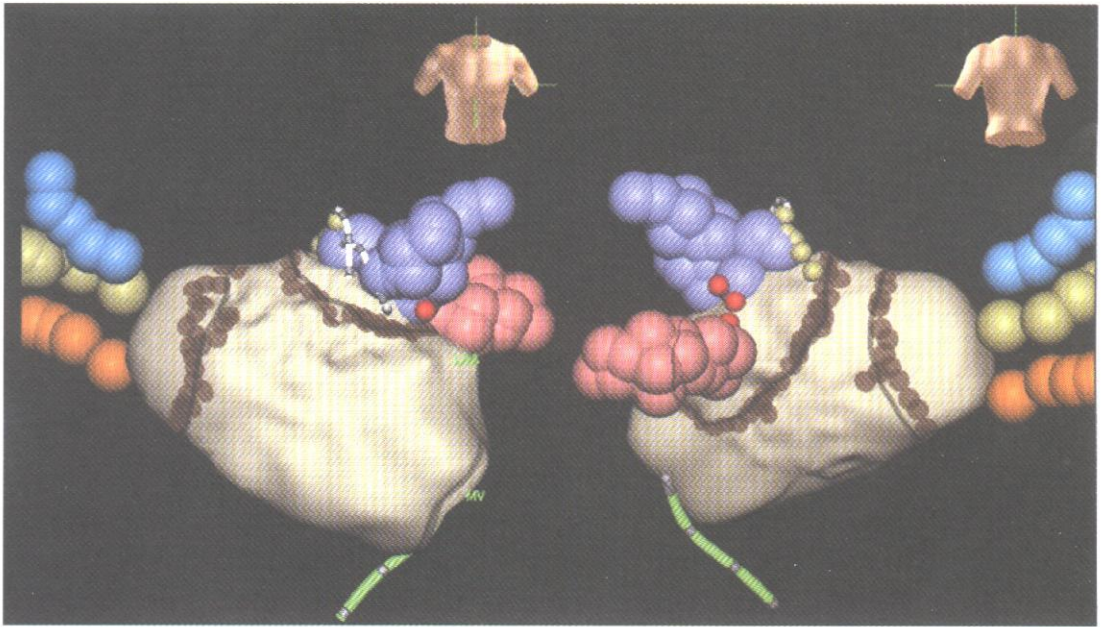
## 结 果

标测和消融过程统计(表 1)通过三维标测系统重建左心房三维构型平均需要  $9 \sim 31(20 \pm 9)$  min。使用 Carto 系统重建左心房时平均需要  $53 \sim 151(89 \pm 42)$  点,左、右侧肺静脉口重建取点数分别为  $(7 \pm 2)$  点和  $(8 \pm 2)$  点(图 1)。68 例患者共完成 136 个环形消融环,初始肺静脉电学隔离率为 50.7% (69/136),最终肺静脉电学隔离率为 95.6% (130/136)。2.9% (4/136)的肺静脉未实现电学隔离。沿初始消融线消融后有 1 个缝隙者 65.7% (44/67)、2 个缝隙者 20.8% (14/67)、 $\geq 3$  个缝隙者 6.0% (4/67)。70.2% (59/84)的缝



重建左心房三维构形后及以此为基础在 X 线、肺静脉造影及三维影像指示下于肺静脉口和左心房之间标测双电位点(图中粉红点), 每点记录呈双电位或复合高频电位, 由肺静脉电位和左心房电位组成, 将这些点连接起来称为“双电位线”, 在造影显示的肺静脉口外, 消融线沿双电位线或在双电位线的心房侧(图中深红色点线)。左图为左肺静脉, 心内电图为起搏冠状静脉窦时记录; 右图为右肺静脉, 心内电图为在窦性心律时记录

图 1 Carto 系统重建的左心房三维构型及肺静脉口的“双电位线”和环肺静脉消融线



左图为前后位, 右图为后前位。彩色球状结构为重建后的肺静脉, 褐色点线为环肺静脉线形消融线

图 2 NavX 左心房三维解剖构型及环肺静脉消融线

隙分布于左侧环状消融线, 29.8% (25/84) 见于右侧。79.8% (67/84) 的补充消融点在消融线上, 20.2% (17/84) 在消融线内, 48.8% (41/84) 的缝隙位于左侧两个肺静脉和左心耳的交界部位。环肺静脉线性消融的平均放电时间为 30~85 (62±24) min, 平均手术时间为 150~365 (240±65) min, 平均 X 线透视时间为 23~61 (37±12) min。

并发症 心脏压塞 1 例, 左锁骨下及左胸部皮下血肿 2 例, 均经保守治疗后康复。无肺静脉狭窄和血栓栓塞并发症。

### 讨论

环肺静脉线性消融是目前房颤经导管消融治疗的主流策略, 根据所用标测系统的不同大体分为 3

表 1 标测与消融过程统计

观察指标	统计结果
操作时间 (min)	240±65( 150 ~365)
X 线照射时间 (min)	37 ±12( 23 ~61)
左心房重建	
重建所需时间 (min)	20 ±9( 9 ~31)
重建所需平均点数 (点) *	89 ±42( 53 ~151)
重建后平均左心房容积 (ml) *	81 ±26( 61 ~111)
肺静脉口重建	
左侧平均点数 (点)	8 ±2( 6 ~11)
右侧平均点数 (点)	7 ±2( 5 ~10)
消融情况	
平均放电时间 (min)	62 ±24( 30 ~85)
实际消融点数 (点) *	165 ±38( 123 ~221)
初始肺静脉隔离率 (%)	50. 7( 69 /136)
最终肺静脉隔离率 (%)	95. 6( 130 /136)

注: \* 不包括 EnSite Navx

种方法,即以 Pappone 电生理室为代表的单纯依靠三维标测系统指导下的消融,以 Kuck 电生理室为代表的三维标测系统+双肺静脉 Lasso 导管联合指导下的消融和以 Natale 电生理室为代表的心腔内超声 (ICE)+肺静脉 Lasso 导管+三维标测系统联合指导下的消融<sup>[1-4]</sup>。

虽然以上 3 家电生理室所报道的房颤导管消融治疗成功率均在 90% 左右,但在具体消融的方法学上却有着显著不同。ICE 指导下的环肺静脉线性消融虽有利于即时发现阻抗升高的征兆,但用于指导导管操作作用有限,学习曲线长,在不应用三维系统时需要长时间的 X 线透视,Khaykin 等<sup>[3]</sup>报告平均 85 min。Ouyang 等<sup>[4]</sup>采用的三维标测系统+双肺静脉 Lasso 导管标测技术指导环肺静脉线性消融虽然手术时间不短 [平均 (246±39)min],但是平均 X 线透视时间仅为 (25.8±10.3)min 对医患都有利。双肺静脉 Lasso 导管虽然对于显示肺静脉开口位置及在消融径线上快速定位缝隙位置具有指导作用,但不足处是费用高、导管操作多,有必要对该方法的标测技术进行简化。Pappone 电生理室的方法是现阶段最为简化的环肺静脉线性消融方法,即单纯依靠三维标测系统。该室的研究显示,在环肺静脉消融后还需消融左心房顶部线和左心房峡部线,否则房性心律失常发生率高<sup>[3]</sup>,然而 Ouyang 等<sup>[6]</sup>新近的研究证实,环肺静脉线性消融术后复发的房性快

速心律失常主要与消融线上存在缝隙传导有关,这种与消融线上缝隙相关的房性快速心律失常在三维标测时可以表现为典型的左心房折返激动。这一结果间接提示单纯根据三维系统 (包括消融导管标测)是不可靠的。此外,近期 Hocini 等<sup>[7]</sup>的研究也显示,在三维系统指导下环肺静脉消融至 Pappone 法的消融终点后,仍有 45% 的肺静脉可以通过 Lasso 标测导管记录到肺静脉电位。实际上,目前临床所应用的三维标测系统虽然导管导航功能强,但均存在精细标测电位能力差的缺陷,特别是在解剖结构复杂的部位和鉴别远场波方面。有鉴于此,在使用三维标测系统指导环肺静脉线性消融时,同时应用 1 根 Lasso 导管判断肺静脉是否达到完全的电学隔离和指导消融线上缝隙位置的确定应是一种既简单又有效的方法。

本组采用三维系统+单 Lasso 导管指示下行环肺静脉线性消融电学隔离肺静脉,操作时间 (240±65)min, X 线曝光时间为 (37±12)min,随着例数和经验的积累这些时间会进一步缩短,本组病例最后 10 例 X 线曝光时间多在 20~25 min,操作时间多在 3 h 以下,这些参数除和熟练程度有关外,也与射频功率设置有密切关系,本组病例射频功率为 30 W、每一点放电时间 30 s,如果提高功率、缩短每一点放电时间,操作时间会进一步缩短<sup>[5]</sup>。

肺静脉造影显示肺静脉口及肺静脉-左心房总体解剖特征对指导标测和消融具有一定意义。Ouyang 等<sup>[4]</sup>采用多功能导管,右心导管经房间隔鞘管选择性地对 4 个肺静脉采用不同投照方向进行造影,操作较多,并且造影剂从肺静脉内喷出时开口边缘显示并不清楚。本组仅对两上肺静脉经左心房鞘管进行造影,可同时清晰显示同侧下肺静脉开口,不仅操作时间和 X 线曝光时间均会减少,而且也准确可靠。

消融径线确定:本组病例中采用 Carto 系统者首先在标测指导下在肺静脉口外确定双电位径线,在该径线心房侧或在该线上进行线性消融。邻近双电位线消融可能更易隔离肺静脉,“双电位”代表局部组织的非均一性、有局部阻滞或峡部传导区,在这些部位消融易形成完整的阻滞线,相反在均匀组织部位消融 (完全单心房电位区域)只有当每一点均有效时才能形成完全阻滞线,电学隔离肺静脉难度会增大。

本组结果显示完成环状消融线后 50% 以上可实现肺静脉电学隔离, 其余有  $\geq 1$  个缝隙需要补充消融。缝隙多位于左侧 2 个肺静脉和左心耳之交界处, 可能有以下原因: (1) 局部解剖结构复杂, 三维几何模型易有假腔或漏腔等, 不利于消融导管定位或到位; (2) 消融径线上不是每个部位都有均匀的电学联系, 缝隙部位在消融前有肌束连接。

并发症 房颤射频导管消融的并发症有卒中、心脏压塞、肺静脉狭窄、左心房食管漏、皮下血肿等。卒中的可能原因有合并症、左心房血栓、鞘管内凝块栓塞、气栓等, 本组病例无卒中并发症, 证明方法学中的措施预防卒中的可靠性。心脏压塞仍是应值得重视的并发症, 和术者的经验密切相关。本组病例中仅 1 例 (1.7%) 发生心脏压塞, 但最近英国一大学医院报告无房颤消融基础大的中心采用肺静脉消融的前 100 例并发症率为 12%、心脏压塞发生率为 6%<sup>[8]</sup>。虽然三维系统指示下环肺静脉消融肺静脉狭窄并发症率低, 但是仍不能忽视, 因为三维构型失真时也会将位于肺静脉内的消融电极导管误认为是消融径线上, 从而导致肺静脉狭窄, 同时采用另一交叉投照体位可避免之; 另一方面左上肺静脉前缘和左心耳之间多呈较窄的脊状, 消融电极导管在肺静脉内才能保证稳定贴靠, 在此部位过多消融也有导致肺静脉狭窄的风险。左心房食管漏是环肺静脉消融最严重的并发症之一, 正式文献报道有 3 例<sup>[9-10]</sup>。本组无此并发症发生, 欧美国家医师个人交流资料发现 17 例, 多是尸检诊断, 其中 15 例是用 8 mm 大头电极导管高功率消融所致, 2 例是 4 mm 盐水灌注导管消融所致。该并发症的病死率高, 主要死亡原因是感染性心内膜炎、败血症及脑栓塞。多数学者认为在心房后壁消融不宜过度是避免发生这个并发症的关键, 包括消融时间、次数、温度及功率等; 深部静脉穿刺所致的皮下血肿也是值得注意的并发症, 因术中、术后抗凝强度较大, 如果穿刺针误穿锁骨下动脉或分支即可导致巨大血肿<sup>[11]</sup>, 锁骨下静脉穿刺时误穿动脉者最好另择期进行射频导管消融。

## 参 考 文 献

- 1 Pappone G, Rosanio S, Oreto G, et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: a new anatomic

- approach for curing atrial fibrillation. *Circulation* 2002; 102: 2619-2628.
- 2 Oral H, Scharf G, Chugh A, et al. Catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation: segmental pulmonary vein ostial ablation versus left atrial ablation. *Circulation* 2003; 108: 2355-2360.
- 3 Khaykin Y, Marrouche NF, Saliba W, et al. Pulmonary vein antrum isolation for treatment of atrial fibrillation in patients with valvular heart disease or prior open heart surgery. *Heart Rhythm* 2004; 1: 33-39.
- 4 Ouyang F, Bänsch D, Ernst S, et al. Complete isolation of left atrium surrounding the pulmonary veins: new insights from the double Lasso technique in paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation* 2004; 110: 2090-2096.
- 5 Pappone G, Manguso F, Vicedomini G, et al. Prevention of iatrogenic atrial tachycardia after ablation of atrial fibrillation: A prospective randomized study comparing circumferential pulmonary vein ablation with a modified approach. *Circulation* 2004; 110: 3036-3042.
- 6 Ouyang F, Antz M, Ernst S, et al. Recovered pulmonary vein conduction as a dominant factor for recurrent atrial tachyarrhythmias after complete circular isolation for the pulmonary veins: lessons from double Lasso technique. *Circulation* 2005; 111: 127-135.
- 7 Hocini M, Sanders P, Jais P, et al. Prevalence of pulmonary vein disconnection after anatomical ablation for atrial fibrillation: consequences of wide atrial encircling of the pulmonary veins. *Eur Heart J* 2005; 26: 696-704.
- 8 Bourke JP, Dunuwille A, O'Donnell D, et al. Pulmonary vein ablation for idiopathic atrial fibrillation: six month outcome of first procedure in 100 consecutive patients. *Heart* 2005; 91: 7-9.
- 9 Scanavacca M, D'Avila A, Parga J, et al. Left atrial esophageal fistula following radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation. *JCE* 2004; 15: 960-962.
- 10 Pappone G, Oral H, Santinelli V, et al. Atrial esophageal fistula as a complication of percutaneous transcatheter ablation of atrial fibrillation. *Circulation* 2004; 109: 2724-2726.
- 11 马长生, 董建增, 王京, 等. 三维标测与肺静脉环状标测联合应用于心房颤动导管消融术. *中国介入心脏病学杂志*, 2004; 12: 197-199.

(收稿日期: 2005-02-03)

(本文编辑: 徐世杰)