

## • 血管介入 Vascular intervention •

## 经足底动脉弓成形术与常规腔内或内膜下成形术治疗糖尿病踝下病变的对比研究

吴正阳, 朱悦琦, 谭华桥, 赵俊功, 程永德

**【摘要】 目的** 评价经足底动脉弓成形术与常规腔内或内膜下成形术治疗糖尿病踝下动脉闭塞性病变的临床对比研究。**方法** 2010 年 12 月至 2011 年 11 月选择 10 例糖尿病踝下病变患者, 其中 5 例(研究组)行经足底动脉弓成形术治疗, 5 例(对照组)行内膜下或常规腔内成形术治疗, 两组手术前后足背或足底动脉搏动评分和踝-肱指数(ABI)差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。比较两组患者术后资料, 并随访疼痛缓解、伤口愈合、肢体挽救及靶血管再狭窄情况。**结果** 两组患者随访期内均无截肢发生, 保肢均成功, 磁共振血管成像显示研究组 2 条靶血管闭塞, 患者无临床症状出现; 对照组 2 条靶血管狭窄, 2 例出现相应临床症状。**结论** 经足底动脉弓成形术治疗糖尿病踝下闭塞性病变效果优于常规腔内或内膜下成形术, 但其长期效果有待进一步研究。

**【关键词】** 糖尿病; 足底动脉弓; 腔内成形; 内膜下成形

中图分类号: R587 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2012)-08-0625-05

**The treatment for below-the-ankle obliterative arterial diseases in diabetics: comparison between trans-plantar-arch angioplasty and subintimal or intraluminal angioplasty** WU Zheng-yang, ZHU Yue-qi, TAN Hua-qiao, ZHAO Jun-gong, CHENG Yong-de. Departments of Radiology, the Affiliated Sixth People's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China.

Corresponding author: ZHAO Jun-gong, E-mail: zhaojungong@yahoo.com.cn

**【Abstract】 Objective** To compare the clinical outcome of trans-plantar-arch angioplasty with that of subintimal or intraluminal angioplasty in treating below-the-ankle obliterative arterial diseases in diabetics. **Methods** Ten diabetic patients with chronic below-the-ankle obliterative arterial diseases, encountered in authors' hospital during the period from Dec.2010 to Nov. 2011, were selected for this study. Five patients (study group) received trans-plantar-arch angioplasty, and another five patients (control group) received intraluminal or subintimal angioplasty. No statistical significant difference in dorsal or plantar arterial pulse scores and in ankle-brachial indexes (ABI) existed between the two groups both before and after the treatment ( $P > 0.05$ ). After the therapy, all the patients were kept under close observation for the pain relief, wound healing, limb salvage and the occurrence of target vessel restenosis. The results were analyzed and compared between the two groups. **Results** During the whole follow-up period, no amputation surgery was needed in all patients. The limb salvage rate was 100%. Magnetic resonance angiography showed that in the study group re-stenosis or re-occlusion occurred in two target vessels although the two patients had no clinical symptoms. In the control group re-stenosis or re-occlusion occurred in two target vessels and the two patients developed corresponding clinical symptoms. **Conclusion** Trans-plantar-arch angioplasty is superior to subintimal or intraluminal angioplasty in treating below-the-ankle obliterative arterial diseases in patients with diabetes although its long-term effectiveness needs to be further studied. (J Intervent Radiol, 2012, 21: 625-629)

**【Key words】** diabetes mellitus; plantar arterial arch; intraluminal angioplasty; subintimal angioplasty

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2012.08.003

基金项目: 上海市科委医学引导项目(10411966700)

作者单位: 200233 上海交通大学附属第六人民医院介入放射科  
(吴正阳现在郑州大学第一附属医院放射介入科)

通信作者: 赵俊功 E-mail: zhaojungong@yahoo.com.cn

糖尿病外周血管病变常引起膝下动脉多发、弥漫性狭窄或闭塞, 随着低剖面、长球囊的引入和内膜下成形术的发展, 介入治疗越来越多的用于膝下

病变<sup>[1]</sup>。有关膝下病变成形术的讨论已有很多,但关于踝下病变成形术的研究却很少。踝下病变常由于没有流出道,即使采用内膜下成形术也无法开通,或开通后再狭窄率高,导致手术失败或术后临床症状再发。由于解剖学上足背动脉和足底外侧动脉通过足底弓将足部前后循环相交通,使利用此解剖通路治疗踝下病变成为可能。在我中心,已有小样本研究证明应用经足底动脉弓腔内开通技术是可行和有效的<sup>[2]</sup>,但此技术与内膜下或标准腔内成形术相比临床疗效如何少见报道,本研究回顾性分析和比较经足底动脉弓腔内成形术与内膜下或标准腔内成形术治疗糖尿病踝下病变的临床疗效。

## 1 材料和方法

### 1.1 一般资料

2010 年 12 月至 2011 年 11 月选择 10 例糖尿病踝下病变患者,其中 5 例行经足底动脉弓成形术者作为研究组,年龄 67 ~ 81 岁,均有静息痛,1 例合并难愈溃疡。造影显示 4 例胫前动脉长段闭塞(> 10 cm),1 例胫后动脉长段闭塞,1 例胫后动脉多发狭窄,其中 2 例足底动脉闭塞,3 例足背动脉闭塞,3 例合并股腘动脉病变,均成功行经皮血管成形术(PTA)。对照组 5 例患者均有静息痛,2 例合并间歇性跛行,造影显示 3 例胫前动脉长段闭塞,2 例胫前及胫后动脉多发狭窄,其中 2 例足背动脉闭塞,1 例胫后动脉长段闭塞,2 例合并股腘动脉病变,均成功行 PTA。

所有患者均无行血管旁路移植术指征,并接受术前临床、物理和影像学检查评估,包括足背或足底动脉的搏动评分、踝-肱指数(ABI)和下肢磁共振血管成像(MRA),以评价是否适合血管腔内治疗。物理或影像学检查显示动脉异常的证据包括足背动脉搏动降低或缺失,ABI < 0.9(无动脉管壁钙化)和 MRA 显示足背或足底动脉闭塞,伴或不伴近端动脉的闭塞。

### 1.2 纳入条件

1.2.1 研究组患者入组条件 ①成功接受经足底动脉弓成形术,无论是经足背-足底或足底-足背;②随访期内无死亡,随访临床资料完整。

1.2.2 对照组患者入组条件 ①至少开通 1 条胫动脉与足部动脉;②与研究组比较,患者手术前后 ABI、动脉搏动评分具可比性;③随访期内无死亡,随访临床资料完整。

### 1.3 手术方法

血管造影和介入治疗均在局麻下通过顺穿股动脉进行,置入 4 F 血管鞘采用 4 F 造影导管(Cook, Bloomington, USA)行下肢血管造影,根据造影结果选择手术方式:对于狭窄病变,采取腔内成形术;对于完全闭塞病变,通常把 0.035 英寸导丝(Terumo, Tokyo, Japan)头端成“U”型襻后突入内膜下通过闭塞段,造影确认位于真腔后,交换长球囊进行扩张<sup>[3-4]</sup>。

研究组中 2 例是标准腔内或内膜下经胫动脉至足背或足底动脉成形术失败,而足背/足底动脉之一显示通畅,我们通过足底动脉弓顺行或逆行开通,此种方法手术难度较大<sup>[2]</sup>;3 例是标准腔内或内膜下开通至足部后,顺利进入足底动脉弓,对于这些患者我们则有意让导丝深入,然后按照文献报道方法扩张足底弓病变段<sup>[3-4]</sup>。

手术成功标准:病变段管腔残存狭窄不超过参照血管直径的 30%。术后 3 d 内每 12 小时皮下注射 5 000 u 低分子肝素,然后改口服阿司匹林(100 mg/d)和西洛他唑(200 mg/d)至少 6 个月。

### 1.4 随访

每月门诊随访评估临床症状的减轻和肢体挽救情况。每隔 3 个月行下肢 MRA 检查判断血管再狭窄情况。对于有临床症状的复发和再狭窄患者,立即行超声或 MRA 检查,必要时行血管造影检查。

### 1.5 评估方法

管腔丧失 50% ~ 99% 定义为狭窄,管腔丧失 100% 定义为闭塞。动脉搏动分级:0 级为没有动脉搏动触及;1 级为触及动脉搏动微弱;2 级为触及中度动脉搏动;3 级为触及正常动脉搏动;临床结果好转的客观证据包括动脉搏动改善 > 1 级或者 ABI 改善  $\geq 0.10$ 。其他如疼痛的缓解同样被认为是临床成功的表现。疼痛的缓解被定义为在 0 ~ 10 cm 的视觉疼痛评分量表上,患者主诉疼痛缓解 > 2 cm。

## 2 结果

研究组患者随访 3 ~ 9 个月,平均( $6.6 \pm 2.5$ )个月,随访结束后,患者视觉疼痛评分由术前  $6.8 \pm 0.84$  改善至术后  $3.0 \pm 0.71$ ;对照组患者平均随访 6 ~ 12 个月,平均( $8.4 \pm 2.5$ )个月,随访结束后,患者视觉疼痛评分由术前  $7.0 \pm 1.0$  改善至术后  $2.8 \pm 0.84$ 。

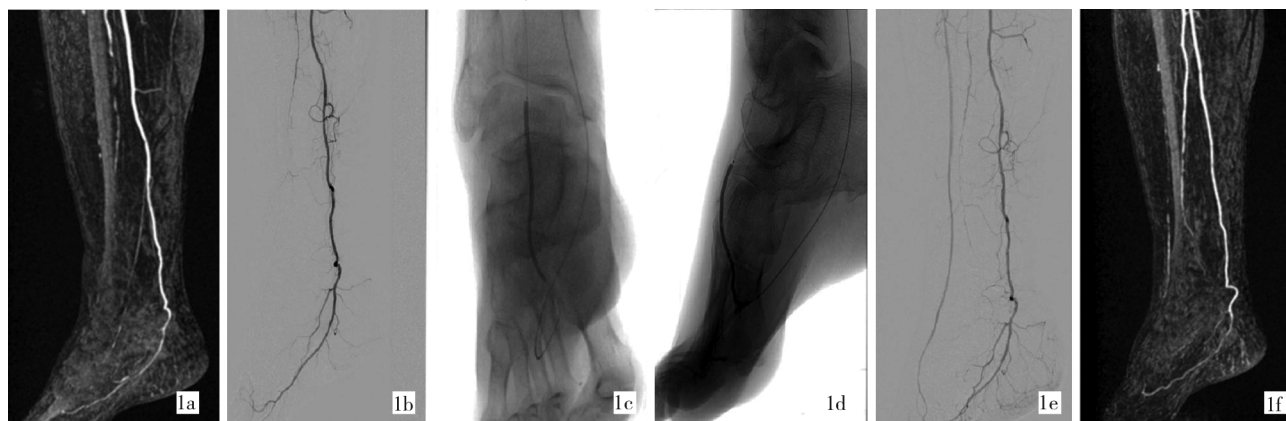
### 2.1 动脉搏动评分和 ABI 指数

研究组患者动脉搏动评分和 ABI 指数从术前

的  $0.20 \pm 0.44$  和  $0.45 \pm 0.05$  分别增加至术后的  $1.40 \pm 0.54$  和  $0.71 \pm 0.13$ ; 对照组则从术前的  $0.60 \pm 0.55$  和  $0.56 \pm 0.15$  分别增加至术后的  $1.60 \pm 0.55$  和  $0.72 \pm 0.13$ ; 手术前后 ABI、动脉搏动评分变化差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 两组患者手术前后 ABI 差值 ( $P = 0.11$ )、动脉搏动评分差值 ( $P = 0.29$ ) 均无统计学意义。

两组患者随访期内均未进行截肢手术, 均获保

肢成功。研究组 1 例有足趾溃疡的患者伤口愈合, 其余 4 例临床症状均好转, 尽管 2 例患者在随访期内出现靶血管再狭窄, 但无临床症状及体征出现 (图 1、2)。对照组临床症状均好转, 有 2 例患者随访期内出现临床症状复发, 下肢 MRA 显示靶血管再狭窄, 患者均拒绝再次手术, 要求药物保守治疗, 临床症状有改善。

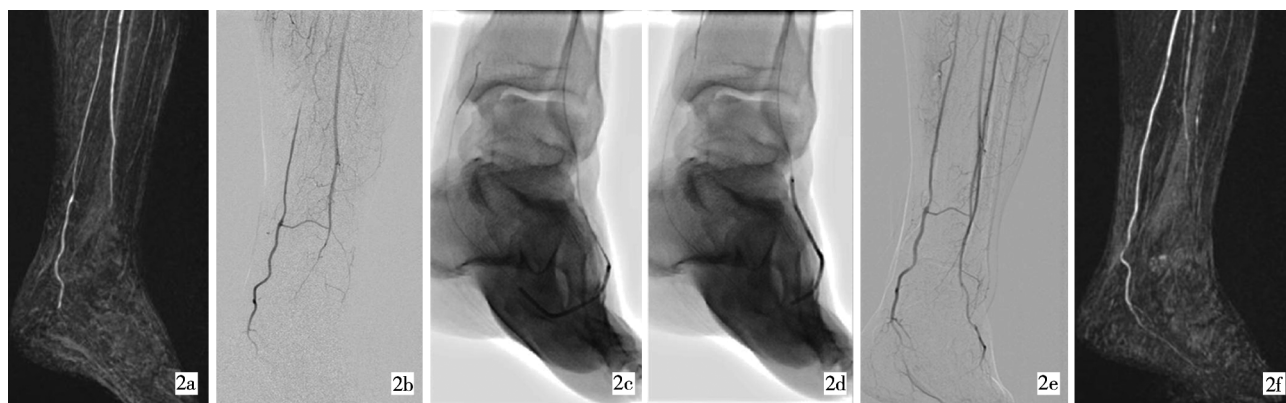


**1a** MRA 示右胫前及足背动脉闭塞, 腓动脉基本相仿  
**1b** DSA 造影结果

**1c-1e** 开通胫前动脉至足底弓后扩张, 即刻造影显示开通良好, 足底弓显影, 术后右足症状改善

**1f** 9 个月 MRA 示胫前及足背动脉多发狭窄, 局部闭塞, 腓动脉下端狭窄, 足底弓存在, 患者无临床症状出现

图 1 右足静息痛患者治疗及随访所见



**2a** MRA 示胫前及足背动脉闭塞  
**2b** DSA 造影结果基本相仿

**2c-2e** 开通胫前动脉至足底弓后扩张, 即刻造影开通良好, 足底弓显影较前良好, 术后静息痛改善, 第一趾溃疡愈合

**2f** 术后 9 个月 MRA 示胫前动脉及足背动脉多发狭窄, 局部闭塞, 足底弓存在, 患者无临床症状出现

图 2 左足静息痛、左足第一趾难愈溃疡患者治疗及随访所见

### 3 讨论

Fusaro 等<sup>[5]</sup>最早提出经足底动脉弓成形术, 并成功应用于 1 例有严重足部缺血症状和难愈溃疡的糖尿病患者, 该患者血管造影显示胫后动脉多发狭窄及足底动脉完全闭塞, 患者术后肢体疼痛减轻, 足背动脉及胫后动脉搏动可及, 术后 4 个月随访,

右足溃疡愈合, 超声多普勒显示足背动脉和足底动脉血流通畅。

足背前部的血液循环主要由胫前动脉的两大分支血管: 跗外侧动脉和足背动脉。足背动脉又移行为深穿动脉, 与足底循环在第一跖平面相交通, 在所有已知的足背动脉发育变异中, 这一解剖结构

大约占 85%<sup>[6]</sup>。足底后部的血液循环中,胫后动脉移行为跖总动脉,然后分为足底内侧和外侧动脉。其中主要的分支血管,足底外侧动脉远端移行为足底弓,足底弓通过深穿动脉将足背前循环和足底后循环在第一跖水平相连接<sup>[6]</sup>。这些解剖学特点为经足底动脉弓开通提供了通路。

经足底动脉弓成形术旨在建立动脉回路,增加足部血流灌注。在此我们引入 Angiosome 概念,这个概念最早由 Taylor 和 Palmer 提出,它把足部分为三维组织区域,每个区域有特定的供养动脉<sup>[7-8]</sup>。腔内治疗成功先前被定义为 PTA 后即刻造影显示病变段管腔残存狭窄不超过参照血管直径的 30%,并且至少 1 支局部狭窄不超过 30%的胫动脉与足部动脉再通。但在临床实践中,这样做并不能 100%保肢,有越来越多的证据表明 Angiosome(由供养动脉供应的三维组织区域)对于保肢手术临床实用性更大<sup>[9-11]</sup>。足踝区有 6 个 Angiosome,主要由胫前动脉、胫后动脉和腓动脉供应。胫后动脉供应足趾掌面和足掌以及足跟内侧。胫后动脉的 3 个分支分别供应不同区域,足跟支供应足跟内侧,足底内侧动脉供应足背,足底外侧动脉供应足中段外侧部和前足;胫前动脉移行为足背动脉后供应足背;腓动脉供应踝外侧和足跟外侧,其有 2 个分支,前穿支供应踝前外侧面,跟骨支供应足跟外侧<sup>[8]</sup>。

Lida 等<sup>[9]</sup>研究了 Angiosome 理念在 CLI 患者保肢中的作用,收集了 177 例缺血性溃疡的 203 条患肢,分为直接组和间接组行介入治疗,前组溃疡/坏疽区供养血管根据 Angiosome 概念打通,间接组溃疡/坏疽区供养血管未能打通,随访显示直接组保肢率显著高于间接组,并显示流出道的数目不影响保肢率。Alexandrescu 等<sup>[12]</sup>研究了 208 例糖尿病合并周围血管病变患者的 232 条患肢,分为非 Angiosome 组和 Angiosome 组,根据 Angiosome 概念开通供养血管,尽管两组技术成功率及近期通畅率差异无统计学意义,但后组溃疡愈合率明显高于前组。

因此,有学者认为足部血流灌注要比 1 条或 2 条供养动脉大,因为如果溃疡不在供养动脉 Angiosome,2 条供养动脉也可能出现溃疡不愈合。因此,在保肢治疗中,应该首先选择 Angiosome 的供养动脉进行治疗。但 Angiosome 的理念也有局限性,因 Angiosome 变异较大,与解剖变异相似,膝下动脉的分布并不完全反映 Angiosome 分区;且 Angiosome 目标血管病变常较重,开通难度大,这时可开通病

灶相邻的侧支血管,在一定程度上改善局部缺血状况<sup>[8]</sup>。

开通足底动脉弓,成功建立胫前动脉和胫后动脉之间的血流通路(图 3),可以增加足部灌注,即使其中某一个 Angiosome 区供养动脉闭塞,也可通过足底弓或相邻 Angiosome 形成侧支血管改善血流,可促进溃疡伤口的愈合。



注: 虚线标记为足底动脉弓走行,把胫前动脉和胫后动脉供血区连接起来

图 3 胫前动脉和胫后动脉之间的血流通路(引自 Lida 等, Catheter Cardiovasc Interv, 2010, 75: 830 - 836)

在评估下肢缺血方面有一个共识,考虑到血管钙化和复杂闭塞性病变的原因,ABI 作为大动脉血流动力学的标志,只能作为判断足部缺血的 1 个参考因素,不能作为决定性因素<sup>[13-15]</sup>。因此,尽管本研究中两组间手术前后 ABI 数值的变化差异无统计学意义,但这不能说明两组患者手术前后足部灌注没有差别。据文献报道,由于糖尿病患者下肢血管常伴钙化,足趾-肱动脉压(toe-brachial index, TBI)要比 ABI 能更好的评价足部血流灌注情况<sup>[16]</sup>。因此,应该把 TBI 作为经足底动脉弓成形术的主要评价指标。但由于术前难以明确是否可行经足底动脉弓成形术,且行 TBI 检查需要额外的设备,更费时间,本中心常规不进行该项检查。在本文中,研究组患者 TBI 可能要优于对照组,这也可以解释尽管两组都出现了靶血管再狭窄,但患者却出现不同的临床表现。

Castronuovo 等<sup>[17]</sup>报道测定经皮氧分压(TcPO<sub>2</sub>) > 40 mmHg 对于溃疡伤口愈合有高度的提示意义,认为 TcPO<sub>2</sub> 可以反映足部灌注情况。但本中心没有相关仪器开展该项检查,所以无法以该项检查评估两组患者情况。

综上所述,在本临床小样本研究中,经足底动脉弓腔内成形术的临床效果优于经胫动脉内膜或腔内成形术,但需更大样本和更长时间的研究来评

估其长期效果。

#### [参 考 文 献]

- [1] Bown MJ, Bolia A, Sutton AJ. Subintimal angioplasty: meta-analytical evidence of clinical utility [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2009, 38: 323 - 337.
- [2] 朱悦琦, 赵俊功, 李明华, 等. 经足背-足底或足底-足背动脉环逆行腔内成形术治疗糖尿病踝下动脉闭塞性病变的临床研究[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20: 185 - 190.
- [3] 王 珏, 吴正阳, 朱悦琦, 等. 使用长球囊行膝下血管成形术治疗糖尿病严重下肢缺血的回溯性分析 [J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20: 191 - 195.
- [4] 徐 英, 朱悦琦, 赵俊功, 等. 内膜下成形术治疗慢性下肢重度缺血糖尿病患者踝下动脉闭塞性病变的临床研究[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20: 196 - 201.
- [5] Fusaro M, Dalla Paola L, Brigato C, et al. Plantar to dorsalis pedis artery subintimal angioplasty in a patient with critical foot ischemia: a novel technique in the armamentarium of the peripheral interventionist [J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2007, 8: 977 - 980.
- [6] Wang JB, Zhao JG, Li MH, et al. An effective guidewire looping technique for the recanalization of occlusive segments of infrapopliteal vessels [J]. *Korean J Radiol*, 2010, 11: 441 - 448.
- [7] Chomel S, Douek P, Moulin P, et al. Contrast-enhanced Mr angiography of the foot: anatomy and clinical application in patients with diabetes [J]. *Am J Roentgenol*, 2004, 182: 1435 - 1442.
- [8] Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications [J]. *Br J Plast Surg*, 1987, 40: 113 - 141.
- [9] Iida O, Nanto S, Uematsu M, et al. Importance of the angiosome concept for endovascular therapy in patients with critical limb ischemia [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010, 75: 830 - 836.
- [10] Attinger CE, Evans KK, Bulan E, et al. Angiosomes of the foot and ankle and clinical implications for limb salvage: Reconstruction, incisions, and revascularization [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2006, 117(suppl):261S - 263S.
- [11] Neville RF, Attinger CE, Bulan EJ, et al. Revascularization of a specific angiosome for limb salvage: does the target artery matter? [J]. *Ann Vasc Surg*, 2009, 23: 367 - 373.
- [12] Alexandrescu VA, Hubermont G, Philips Y, et al. Selective primary angioplasty following an angiosome model of reperfusion in the treatment of Wagner 1-4 diabetic foot lesions: practice in a multidisciplinary diabetic limb service [J]. *J Endovasc Ther*, 2008, 15: 580 - 593.
- [13] Alexandrescu V, Vincent G, Azdad K, et al. A reliable approach to diabetic neuroischemic foot wounds: below-the-knee angiosome-oriented angioplasty [J]. *J Endovasc Ther*, 2011, 18: 376 - 387.
- [14] Okamoto K, Oka M, Maesato K, et al. Peripheral arterial occlusive disease is more prevalent in patients with hemodialysis: comparison with the findings of multidetector-row computed tomography [J]. *Am J Kidney Dis*, 2006, 48: 269 - 276.
- [15] Silvestro A, Diehm N, Savolainen H, et al. Falsely high ankle-brachial index predicts major amputation in critical limb ischemia [J]. *Vasc Med*, 2006, 11: 69 - 74.
- [16] Brooks B, Dean R, Patel S, et al. TBI or not TBI; that is the question. Is it better to measure toe pressure than ankle pressure in diabetic patients? [J]. *Diabet Med*, 2001, 18: 528 - 532.
- [17] Castronuovo JJ Jr, Adera HM, Smiell JM, et al. Skin perfusion pressure measurement is valuable in the diagnosis of critical limb ischemia [J]. *J Vasc Surg*, 1997, 26: 629 - 637.

(收稿日期:2012-02-08)

(本文编辑:侯虹鲁)