

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2020.15.015

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200316.1128.009.html\(2020-03-16\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200316.1128.009.html(2020-03-16))

Ilizarov 胫骨横向骨搬运技术治疗糖尿病足的疗效研究*

王放¹,王思捷²,周超³,李锋涛¹,王栋¹,李浩鹏¹,贺西京^{1△}

(1. 西安交通大学第二附属医院骨二科,陕西西安,710004;2. 西安交通大学法学院,陕西西安,710004;3. 西安交通大学理学院,陕西西安,710004)

[摘要] **目的** 探讨运用 Ilizarov 胫骨横向骨搬运技术治疗 2 型糖尿病足的临床疗效。**方法** 回顾性分析 2017 年 1 月至 2019 年 6 月西安交通大学第二附属医院收治的 16 例糖尿病足患者,所有患者均为 Wagner 分级 2 级及以上,对其进行 Ilizarov 胫骨横向骨搬运,观察伤口愈合情况并进行总结。**结果** 所有患者均经过胫骨骨搬运治疗,随访 3~6 个月,平均(3.5±0.8)个月,其中 14 例患者足部溃烂得到愈合,治疗时间为 10~16 周,平均(12.5±2.6)周,未出现截肢情况;1 例患者保肢失败,随后行截肢处理;1 例患者在运用该方法治疗期间出现心肌梗死后放弃治疗。**结论** Ilizarov 胫骨横向骨搬运技术可重建血运,并促进糖尿病足创面愈合。

[关键词] 伊利扎罗夫技术;胫骨搬运;糖尿病并发症;糖尿病足;治疗结果**[中图分类号]** R687.3+5**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2020)15-2476-05

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the effect of Ilizarov's tibia lateral bone transport technology on diabetic foot*

WANG Fang¹, WANG Sijie², ZHOU Chao³, LI Fengtao¹, WANG Dong¹, LI Haopeng¹, HE Xijing^{1△}

(1. The Second Department of Orthopaedics, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710004, China; 2. Law School, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710004, China; 3. Science College, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710004, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical effect of Ilizarov's tibia lateral bone transport technique in the treatment of diabetic foot. **Methods** Retrospectively analyzed 16 patients with diabetic foot from the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University from January 2017 to June 2019, all the patients were Wagner grade 2 or above, and they were treated by Ilizarov's tibia lateral bone transport technique to observe wound healing. **Results** All patients were treated with tibial bone transfer, followed up for 3 to 6 months, with an average of (3.5±0.8) months. Among them, 14 patients had healed, the treatment time was 10 to 16 weeks, with an average (12.5±2.6) weeks, without amputation. One patient failed to save the limb, and subsequently performed amputation treatment; the other one patient gave up treatment after myocardial infarction occurred during treatment with this method. **Conclusion** Ilizarov's tibia lateral bone transport technology could reconstruct the blood supply and promote wound healing of diabetic foot wounds.

[Key words] Ilizarov technique; tibia transport technology; diabetes complications; diabetic foot; treatment outcome

糖尿病足是指在长期罹患糖尿病后所并发的神经病变、下肢血管病变的基础上,合并足趾局部细菌感染所致的足部创口、足部溃疡及足坏疽等病变。由于血管缺血、神经末梢病变和感染 3 种因素混合发生

作用,患者常因一处小伤口经久不愈,最后不得不截肢,给患者及家属造成巨大的心理创伤^[1]。以 Ilizarov 张力应力法则^[2-4]为基础开发的胫骨横向骨搬运技术能够刺激患肢下肢微血管循环,为糖尿病足患

* 基金项目:国家自然科学基金项目(81701223);陕西省自然科学基金项目(2017JQ8019);中央高校基本科研业务费专项资金(1191329737)。作者简介:王放(1989—),主治医师,博士,主要从事骨科相关基础研究。△ 通信作者,E-mail: xijing_h@vip.tom.com。

者创面愈合提供所需要的血运养分。本研究团队通过 Ilizarov 胫骨横向骨搬运技术治疗糖尿病足患者取得了较为满意的效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2017 年 1 月至 2019 年 6 月在西安交通大学第二附属医院骨二科通过 Ilizarov 胫骨横向骨搬运技术治疗的 16 例糖尿病足患者为研究对象。纳入标准:(1)Wagner 分级 2 级及以上(Wagner 分级按溃疡深度分为 6 级)。0 级:皮肤完整,有潜在足溃疡可能;1 级:皮肤表面有较浅破溃,无感染;2 级:有深及跟腱、骨或关节的溃疡,无感染;3 级:深度溃疡,伴有骨髓炎或脓肿;4 级:足部部分坏疽(足趾、足跟或足背);5 级:全足坏疽。(2)腘动脉好。(3)耐受 Ilizarov 外固定架固定术。(4)患者医从性好,保肢愿望强烈。(5)无严重凝血功能障碍。(6)无其他麻醉禁忌。排除标准:(1)多种耐药菌感染或合并其他疾病无法手术者。(2)下肢动静脉彩超/血管造影显示下肢大血管病变,特别是患肢腘动脉以下闭塞者及侧支循环消失者。16 例患者中男 10 例,女 6 例;年龄 44~78 岁,平均(53.4±10.3)岁。患 2 型糖尿病病程 4~28 年,平均(12.4±2.3)年;罹患糖尿病足病程 20~165 d,平均(45±8)d;创面最大面积为 44.0 cm²,最小面积为 2.0 cm²;入院时空腹血糖为 7.8~33.7 mmol/L,平均(12.5±3.4)mmol/L;16 例患者中 Wagner 2 级 3 例,3 级 8 例,4 级 3 例,5 级 2 例。

1.2 方法

1.2.1 术前处理

糖尿病足系一个复杂的疾病,术前处理包括:(1)控制血糖,规范应用胰岛素/联合药物控制血糖在正常范围内(餐前血糖应控制在 7.2 mmol/L 以下,餐后 2 h 血糖应控制在 10.0 mmol/L 以下);(2)对创面进行细菌培养,选取敏感抗生素控制感染;(3)对于创面感染及坏死组织应及时行清创术,但原则上对坏死组织不进行扩大清创,必要时可应用负压封闭引流技术(vacuum sealing drainage, VSD);(4)在治疗的同时,应加强基础营养、神经营养等治疗,同时在术前需行下肢动静脉彩超、患肢 CT 造影(CT angiography, CTA)明确下肢血管堵塞情况。

1.2.2 手术方案

麻醉满意后,对患肢进行消毒铺巾。彻底清除坏死组织及筋膜等,清创后保持创面新鲜,根据创面形状与面积修建合适的 VSD 泡沫覆盖创面,用生物半透膜包裹,密封创面,连接负压吸引装置,保证持续的负压吸引。

在此基础上,取患肢胫骨处中下 1/3 段,标记长 10~12 cm,宽 1.8~2.0 cm 开窗处后,切开皮肤及皮下组织,剥离筋膜层后,用胫骨截骨模块截出长方形骨块,在截骨过程中尽量不破坏胫骨血运。在截骨过程中,尽量避免人为撬动骨块及搬动,造成胫骨骨折,在截骨完成后,在截骨上下两端安装外固定支架,在截骨块上下胫骨处各拧入 2 枚 3 mm 粗细外固定针固定,并将所截骨块拧入两枚固定针,方便进行胫骨横向搬运,安装外固定支具并将搬运固定针固定于外固定支架上,标记好搬运方向后,依次缝合术后区常规辅料包扎。

1.2.3 术后处理

术后行胫腓骨正侧位 X 线观察固定针位置及截骨情况。定期伤口换药,观察伤口愈合情况。术后 1 周开始行胫骨搬运,每天向外旋出胫骨骨块 1 mm,分 3 次完成,向外搬运至搬运固定针不能再搬动,这时胫骨骨搬运块已突出至皮下,这一过程一般需要 3 周时间,维持此位置 5 d 并复查 X 线确认搬运效果后,开始向回搬运骨块,每天 1 mm,搬运时间同上次搬运周期(手风琴技术)。待胫骨骨搬运骨块移回原位后,复查 X 线并维持此位置 3 个月后复查胫骨骨块愈合后拆除整个外固定支架,整个过程需要 12~16 周。术后再行下肢 CTA 观察血运变化情况,在此过程中,患肢伤口经过综合治理应该出现愈合。

1.2.4 观察指标

疗效评价指标包括:足部皮温(皮温枪测量患足背中点皮温)、疼痛视觉模拟评分(visual analogue score, VAS)、伤口愈合情况及下肢 CTA 明确血运重建情况。

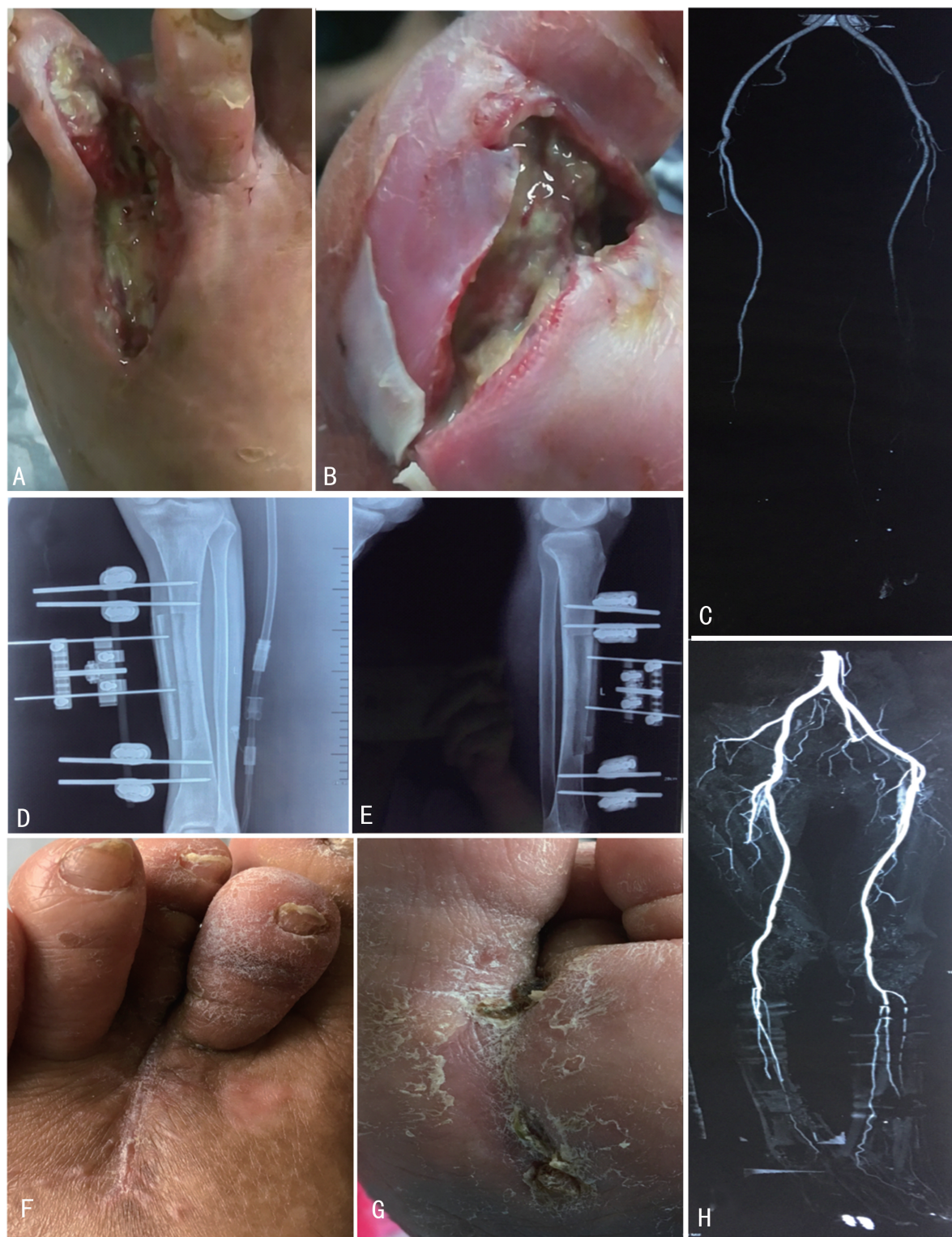
1.3 统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用 *t* 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 随访情况

16 例患者无失访,随访时间为 3~6 个月,平均(3.5±0.8)个月。所有病例在术后 1 周能明显感觉患肢末端皮温升高,较术前增高 1~2 °C。在术后搬运完成后复查下肢 CTA,显示肌间微血管生成,侧支动脉增多,部分胫前/胫后动脉、足背动脉增粗显影,血流动力学显示局部血液流速明显增快,下肢循环得到改善。经过完整胫骨骨搬运治疗后,14 例患者足部溃烂愈合,治疗时间为 10~16 周,平均(12.5±2.6)周,未出现截肢情况;1 例患者保肢失败,患肢出现坏疽,随后行截肢处理;1 例患者在运用该方法治疗期间



A,B: 术前左足外观; C: 术前下肢 CTA, 显示左侧下肢血管自腘动脉以下闭塞, 侧支循环消失; D,E: X 线, 显示胫骨横向骨搬运后胫骨骨片位置; F,G: 术后左足外观, 伤口完全愈合; H: 行骨搬运治疗后下肢 CTA, 显示左侧腘动脉以下血管通畅, 胫后动脉再通, 侧支循环建立。

图 1 典型病例

出现心肌梗死, 在全力抢救后患者家属表示放弃治疗。在治愈的患者中, 1 例患者出现外固定钉道口渗液, 经过抗感染、加强换药处理后治愈, 未出现伤口局部感染及深部骨髓感染。

2.2 手术前后足部皮温及 VAS 变化比较

与术前比较, 术后 2 个月患足足部皮温升高、

VAS 降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 术后 2 个月患足与健侧足足部皮温比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。至末次随访, 已治愈病例未再次出现足部创面复发。

2.3 典型病例

患者, 女, 54 岁, 左侧 2 型糖尿病足, 见图 1。

表 1 手术前后足部皮温和 VAS 比较($\bar{x} \pm s$)

项目	患足		t	P	健侧足
	术前	术后 2 个月			
足部皮温(°C)	28.4±0.7	32.2±0.4	2.052	0.041	31.4±0.7 ^a
VAS(分)	5.7±0.5	0.5±0.2	2.315	0.028	—

^a: $P > 0.05$, 与术后 2 个月患足足部皮温比较; —: 无数据。

3 讨 论

随着社会老龄化步伐的加快和人们生活水平的提高, 糖尿病患病率也日趋增高。足部作为糖尿病这一多系统复杂疾病的重要靶器官, 值得引起人们重视。据不完全统计, 每年并发足溃疡的糖尿病患者有 400 万, 因治疗不善而不得不截肢的患者更是数以百万计^[5]。糖尿病患者由于长期高血糖对血管和周围神经的损伤, 导致下肢供血不佳, 局部末梢神经坏死, 感觉减退, 来自地面、鞋子或其他邻近足趾的压力或剪切力或外伤常常导致溃疡形成。另外, 患者经常处于高血糖、氧分压降低和营养不良等基础生理状态下, 造成严重的动脉粥样硬化, 血管内皮细胞损伤, 血管呈渐进性的狭窄或阻塞。尽管医疗技术不断提升, 但治疗糖尿病足手段依旧有限^[6]。既往局部负压吸引、清创换药甚至转移皮瓣修复等能够一定程度上对病情进行控制, 但其治疗效果有限, 多数患者最终仍需截肢。

Ilizarov 骨搬运术建立在张力-应力法则上, 通过对胫骨施加一个纵向牵拉的应力, 不断刺激微血管再生, 达到重建下肢微血管循环的目的。具体操作时, 是人为制造胫骨骨窗, 对胫骨骨块施加持续、缓慢的牵引力, 刺激骨骼上附着的神经、血管、筋膜及肌肉再生, 激发组织自我修复的潜能, 通过组织再生改善糖尿病足患处缺血、缺氧窘境, 从根本上解决因糖尿病导致的肢体远端微小神经病变及组织缺血坏死问题, 从源头上为治疗糖尿病足带来希望^[7-10]。该项技术不足之处在于需要使用外固定支架固定, 而体外装置对日常生活有一定的影响, 给患者行动造成不便; 部分固定针贯穿肌肉或近关节处的钢针, 不同程度地影响关节活动, 且术后需要进行经常性管理并指导患者康复锻炼。

应用此项技术治疗糖尿病足需进行严格的术前评估。最重要的就是对糖尿病足患者进行术前血管造影, 如果发现患肢腘动脉以下阻塞及下肢侧支循环闭塞, 采用该种方式进行保肢治疗是不恰当的。即使在行骨搬运治疗期间, 也必须定期行下肢血管造影, 观察血运再生情况。一般经过骨横向搬运治疗, 患者会感到局部皮温升高, 血管造影也会发现新生血管生

长; 对于基础疾病较多、原发病较重的患者, 可辅以活血、促进微循环药物治疗。另外, 在治疗期内, 对于清创并进行 VSD 材料覆盖的患者的肉芽生长情况予以密切观察, 对于深度感染和创面较大的患者需要根据分泌物的多少定期更换 VSD 材料(一般 10 d 左右更换 VSD 负压吸引装置), 直至伤口愈合。部分患者伤口肉芽组织新鲜后, 需行局部皮瓣转移修复缺损皮肤。

本研究在实施过程中, 有 1 例患者在治疗期间发生急性心肌梗死, 所以对于心肺功能不好的患者, 需在围术期密切关注患者心血管并发症的发生。据报道, 糖尿病患者合并心、脑血管疾病的有 56%, 而合并脑梗死的有 10%, 且糖尿病足常常有多种并发症^[11-15], 为其治疗带来挑战。另外, 应用这项技术整个治疗周期较长, 需术前与患者及家属充分沟通, 告知治疗相关并发症及对于疗效的切实预估, 取得患者的充分信任和配合。

在对胫骨骨干进行骨搬运时严格固定搬运时间点, 在搬运开始及结束时均需要行胫腓骨 X 线明确搬运效果, 在整个搬运治疗完成后, 需要行下肢血管造影观察是否有新生血管及下肢微循环的建立。糖尿病患者易发生感染, 手术后也需要严格进行钉道护理。本研究中 1 例患者术后出现钉道处分泌物增多, 一方面对其进行细菌培养选用敏感抗生素; 另一方面加强伤口处换药, 经过积极处理, 患者钉道处渗液得到及时控制。另外, 部分患者会出现患肢肿胀, 对症使用脱水、消肿药物, 并抬高患肢促进血液回流等。此外, 对于糖尿病足的治疗往往需要多管齐下, 包括调节血糖至正常范畴、敏感抗生素消炎治疗、营养神经、局部清创, 甚至应用 VSD 负压吸引。对于伤口已经得到控制的患者, 也应该进行严密随访, 对糖尿病这一基础疾病进行规范治疗, 避免糖尿病足的复发或再发。

综上所述, 治疗糖尿病足是一个复杂的系统工程, 需要多学科协助、多技术运用共同完成^[16-17]。Ilizarov 胫骨横向骨搬运技术对于一些特定的糖尿病足患者可达到伤口愈合保肢的效果, 值得进一步研究及推广。

参考文献

- [1] 杨坤, 丁小方, 王元利, 等. 胫骨横向骨搬运技术治疗糖尿病足的护理经验[J/CD]. 足踝外科电子杂志, 2017, 3(4): 53-55.
- [2] 覃承河, 周春豪, 张红安, 等. 胫骨横向骨搬运技

- 术治疗糖尿病足疗效观察[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(19): 1809-1812.
- [3] 吴鸿飞, 梁喜斌, 赵巍, 等. 应用 Ilizarov 技术治疗糖尿病足跖骨慢性骨髓炎[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(17): 1612-1614.
- [4] 黎立, 赵伊婷, 司裕, 等. 胫骨横向骨搬运技术治疗糖尿病足的临床观察[J]. 新疆医学, 2019, 49(7): 645-649.
- [5] 张定伟, 臧建成, 王振军, 等. Ilizarov 微循环重建技术治疗糖尿病足溃疡[J]. 医学与哲学, 2015, 36(8): 19-26.
- [6] 余佳丽, 赵素. 对 2 型糖尿病患者进行规范化健康教育对其发生糖尿病并发症情况的影响[J]. 当代医药论丛, 2019, 17(12): 250-251.
- [7] 郭保逢, 秦泗河. 后 Ilizarov 时代的微循环重建术[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 23(2): 126-131.
- [8] 余建平, 魏杰, 贾中伟, 等. 胫骨骨搬运微循环再生技术治疗糖尿病足的临床分析[J]. 中国药物与临床, 2016, 12(2): 277-282.
- [9] 孔圳, 孙永建, 陈鸿奋, 等. Ilizarov 横向骨搬运术治疗 Wagner 3~4 级糖尿病足疗效观察[J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(10): 888-891.
- [10] 刘向东, 游木荣, 甘浩然, 等. 3D 打印导板引导的胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足[J]. 江西医药, 2018, 53(12): 1359-1361.
- [11] 周明远. 老年糖尿病肺部感染患者临床特点及治疗分析[J]. 糖尿病新世界, 2017, 20(18): 52-53.
- [12] 李炼. 老年 2 型糖尿病慢性并发症的临床研究[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(18): 4619-4622.
- [13] MADANCHI N, TABATABAEI -MALAZY O, PAJOUHI M, et al. Who are diabetic foot patients? A descriptive study on 873 patients [J]. J Diabetes Metab Disord, 2013, 12: 36.
- [14] JIANG L, MENDAME EHYA R E. Effectiveness of a collaborative nursing care model for the treatment of patients with diabetic foot disease by transverse tibial bone transport technique: a pilot study [J]. J Perianesth Nurs, 2020, 35(1): 60-66.
- [15] GIMENO S, FERREIRA S R, FRANCO L J, et al. Prevalence and 7-year incidence of type ii diabetes mellitus in a japanese-brazilian population: an alarming public health problem [J]. Diabetologia, 2002, 45: 1635-1638.
- [16] 白玉, 邹云霞, 张晨霞, 等. 2 型糖尿病患者并发足病及足溃疡加重危险因素分析[J]. 护士进修杂志, 2019, 34(20): 1829-1834.
- [17] 刘瑾, 袁晓勇, 袁戈恒, 等. 糖尿病足病多学科诊疗规范指标及流程的构建[J]. 中国糖尿病杂志, 2018, 26(4): 270-279.

(收稿日期: 2019-12-12 修回日期: 2020-03-08)

(上接第 2475 页)

- [14] GOEL A, RAMAKRISHNA B, ZACHARIAH U, et al. How accurate are the Swansea criteria to diagnose acute fatty liver of pregnancy in predicting hepatic microvesicular steatosis? [J]. Gut, 2011, 60(1): 138-139.
- [15] KNIGHT M, NELSON-PIERCY C, KURINCZUK J J, et al. A prospective national study of acute fatty liver of pregnancy in the UK [J]. Gut, 2008, 57(7): 951-956.
- [16] 马晓鹏, 朱云霞, 孟君. 妊娠期急性脂肪肝 39 例临床分析[J/CD]. 中国肝脏病杂志(电子版), 2017, 9(3): 54-59.
- [17] KUSHNER T, THOLEY D, DODGE J, et al. Outcomes of liver transplantation for acute fatty liver disease of pregnancy [J]. Am J Transplant, 2019, 19(7): 2101-2107.
- [18] NAOUM E E, LEFFERT L R, CHITILIAN H V, et al. Acute fatty liver of pregnancy: pathophysiology, anesthetic implications, and obstetrical management [J]. Anesthesiology, 2019, 130(3): 446-461.
- [19] TAN EUNICE X X, WANG M X, PANG J X, et al. Plasma exchange in patients with acute and acute-on-chronic liver failure: a systematic review [J]. World J Gastroenterol, 2020, 26(2): 219-245.
- [20] 周敏, 罗小东, 杨洋. 54 例妊娠急性脂肪肝患者临床特点和实验室指标分析[J]. 中华肝脏病杂志, 2019, 27(8): 638-642.

(收稿日期: 2020-02-20 修回日期: 2020-05-20)