

糖尿病足截肢技术研究进展

代杰志 柴益民

摘要 糖尿病足是导致糖尿病患者截肢的主要原因。患肢局部血流灌注情况、组织营养状况、创缘愈合潜力和功能康复潜力是影响糖尿病足截肢平面选择的重要因素。该文就糖尿病足截肢平面选择、各种截肢技术研究进展作一简要综述。

关键词 糖尿病足;截肢平面;大截肢;小截肢

DOI:10.3969/j.issn.1673-7083.2012.06.011

糖尿病足指与下肢远端神经异常和不同程度周围血管病变相关的足部感染、溃疡和(或)深层组织破坏^[1],是糖尿病病人常见的慢性并发症之一,也是糖尿病病人致残的主要原因。据报道,我国 50 岁以上糖尿病病人下肢动脉病变患病率高达 19.47%~23.80%^[2]。糖尿病病人下肢截肢的相对危险性是非糖尿病病人的 40 倍^[3]。在糖尿病足治疗中,截肢技术是挽救性手术失败后唯一有效的治疗方法,而把握截肢技术适应证、选择截肢平面则是决定最终治疗效果的重要因素。

1 截肢平面选择

糖尿病足截肢平面的选择,与患肢皮肤颜色、皮肤温度、营养状况、动脉闭塞情况、神经病变情况、感染严重程度以及年龄、性别、职业、生活习惯等因素密切相关,也是决定病人安装假肢后能否恢复自主步态、适应日常活动的主要因素,对于假肢步态、运动量及舒适度具有重要意义^[4]。如果截肢平面过低,病变组织切除不完全,可能导致神经血管病变和坏疽继续向近端蔓延,引起伤口不愈、反复溃疡、反复感染等问题,往往需要再次施行截肢术^[5];如果截肢平面过高,则会对功能恢复及假肢安装造成很大影响。

膝下及更高平面截肢术后病人一般需要安装假肢。但前足、中足等小范围截肢术后不需要安装假肢,或仅使用矫形支具或特制鞋就可满足步行要求^[6]。实验研究^[7]证实,步行的能量代谢消耗随着截肢平面的上升而增加,即随着残留肢体长度和关节数目相应减少,步行速度随之下降,耗氧量却相应增加。因此在仅考虑行走的情况下,截肢平面愈远,功能愈佳。

舒斌等^[8]研究认为,外周神经病变是预测糖尿病病人是否需要截肢及截肢平面选择的重要指标。常用的筛查手段包括 Semmes-Weinstein 5.07 单丝不敏感试验、128 Hz 音叉震动觉检查及两点辨别觉检查等^[9]。Pinzur 等^[10]研究发现,周围神经病变主要与支配血管功能异常、神经分泌活性因子减少及炎性反应过度表现有关,从而导致糖尿病足溃疡形成与愈合延迟。van Damme 等^[11]回顾 146 例行截肢术的糖尿病足病例,发现外周神经病变者保肢成功率明显高于大血管病变(踝部无动脉搏动)者。因此,糖尿病足病人截肢平面的选择应综合考虑糖

尿病病程、外周神经病变及外周神经血管病变等。

伤口愈合是另一需考虑的重要因素。对于体质较差、行动不便、需长期卧床的糖尿病足病人,如果足部已发生坏疽或慢性感染,宜施行根治性膝上截肢术,可使创口愈合较快且缩短住院时间^[12]。许多研究证明,营养不良或免疫功能障碍病人围手术期发病率明显升高。Sun 等^[13]对 789 例糖尿病足进行分析发现,截肢更易发生于老年人,并认为低蛋白血症、贫血及白细胞计数升高是影响截肢技术效果的独立危险因素。Figoni 等^[14]研究认为,足背动脉经皮氧分压 ≥ 30 mmHg、节段性收缩压 ≥ 70 mmHg 提示创口愈合概率较大。但也有研究^[15,16]认为,动脉硬化性血管管壁柔韧性差,常导致节段性收缩压测定值虚高,因此经皮氧分压对于判断愈合潜力更有价值,可将 20~40 mmHg 作为判断愈合潜力的临界值。需要强调的是,如果过于乐观地预估糖尿病足病人前足血流灌注,并在无相关辅助检查的前提下直接行部分足截肢术,创面即有可能不愈。术前动脉造影检查患足远端是避免这一情况的有效方法^[17]。

总之,在确保伤口愈合的前提下,尽可能保留肢体长度的截肢平面,才是截肢技术的理想选择。

2 小范围截肢术

小范围截肢术以尽可能保留患肢功能为目标,包括前足截肢术、中足截肢术等。

2.1 前足截肢术

前足截肢术包括截趾术、趾列切除术和经跖骨截趾术。其中足拇趾和小趾截趾术最为常见,截除足拇趾虽不影响病人站立和正常行走,但快步行走或奔跑时常因推进力不足而造成跛行^[18]。切除第二趾可能导致足拇外翻,故必要时通常建议直接行第二跖列切除术^[19]。如果单纯截除第四趾,与其相邻的第五趾会因活动范围增大导致跖趾关节半脱位等继发性损伤,故在截除第四趾时可预防性地将第五趾同时截去^[20]。截趾术中保留近节趾骨基底往往可改善手术效果,既可保留部分负重能力(尤其是对足拇趾,保留近节趾骨 1 cm 即可保留足拇短屈肌和跖筋膜功能),又可减缓外侧足趾切除后邻近足趾移位^[21]。

跖列切除术适用于糖尿病足累及邻近跖骨头或伴有骨髓炎的病人。Philbin 等^[22]研究认为,跖列切除时应尽量保留跖骨基底,以防跖跗关节不稳。足拇趾或第一跖

列切除后病人失去内侧柱稳定,易导致鹰爪趾畸形,需穿特制的矫形鞋。糖尿病足溃疡仅位于跖骨头而未累及趾骨时,亦可施行包括溃疡本身在内的单纯跖骨头切除术,以尽可能保留患肢功能。

经跖骨截趾术适用于糖尿病足坏疽,或感染累及 3~4 个足趾或感染已超过趾蹼病人。但术后病人足部运动轴主要支点受损,足部推动力明显下降,可引起步态异常。术后残足负重区明显减小,残存组织负荷增大而更易损伤,造成皮肤破溃、伤口不愈,部分病人需通过反复清创换药或真空负压吸引才能愈合^[23]。该术式还需切断足拇长伸肌腱和趾长伸肌腱,更易造成踝关节前后肌力不平衡所致马蹄足畸形,因此手术时可同时行趾伸肌成形术,以避免继发畸形^[24]。Terashi 等^[25]则推荐术中分离、保留跖骨间软组织如血管、肌肉、骨膜等并覆盖于远端骨残端,以获得相对满意的肌力,进一步提高治疗效果。

2.2 中足截肢术

中足截肢术包括经跖跗关节 Lisfranc 截肢术和经跗横关节 Chopart 截肢术,但术后失去伸肌群附着点,易引发马蹄足畸形。因此,Lisfranc 截肢术时应保留腓骨肌腱止点、胫前肌腱及第二跖骨基^[26],Chopart 截肢术时需行胫前肌和腓骨短肌成形术。Lisfranc 截肢术和 Chopart 截肢术时,均需用耐磨的足底皮肤覆盖残端,以减少残端皮肤破溃的发生^[27]。马蹄足畸形常严重影响患肢功能,因此必要时需辅行距下关节固定术或更高水平的截肢。

2.3 其他截肢方法

Syme 截肢术较为复杂,可能会引起胫腓骨残端不稳定,部分病人术后可因骨髓炎复发和反复的皮肤感染溃疡不愈导致最终治疗失败,因此临床上多选择膝下截肢术,愈后较好且利于早期功能恢复。然而,Eckardt 等^[28]报道认为,Syme 截肢术能完整保留跟垫结构(包括本体感觉反馈系统),利于降低神经性溃疡复发率,提高伤口愈合率。Frykberg 等^[29]报道对 26 例有糖尿病感染及外周血管疾病病人行 Syme 截肢术,尽管相对愈合时间较长,但仍有半数以上病人在安装假肢后运动功能恢复良好;建议在大范围截肢术前,可先考虑能否行 Syme 截肢术,以尽可能保留肢体长度,提高治疗效果。

Boyd 截肢术在切除距骨后行跟胫融合,可在踝关节形成良好的负重残端,消除 Syme 截肢术后跟垫后移问题。但该手术方式复杂,术后也影响美观^[30]。

Pirogoff 截肢术适用于前足无法重建、后足相对完好的病人。该术式既可保留肢体长度,有利于下肢负重,又可避免足马蹄内翻畸形,具有一定优势^[31]。

3 大范围截肢术

由于血管旁路技术、血管成形技术等血管外科技术的广泛应用及多学科、多中心的联合预防,糖尿病足病人最终大范围截肢率下降了 75%^[32]。尽管如此,当小范围截肢术后潜在的创面不愈影响糖尿病足坏疽病人生活质量时,膝下截肢术便是最好的选择。与保留患肢功能作为截肢目标不同,大范围截肢术更多考虑的是伤口愈合

问题,截肢平面越高,相应的伤口问题越少。

大范围截肢术主要包括膝下截肢术、膝上截肢术及髋关节离断术等。目前大范围截肢术中保留膝关节的重要性已得到公认。传统的小腿截肢平面为膝关节以下 15 cm,因为小腿远端 1/3 血供较差,不利于创面愈合。腓骨截骨平面应较胫骨高 2 cm,并将胫骨前侧和前内侧修剪成斜面,以减少皮肤压迹^[33]。小腿后侧皮肤血运往往好于前侧及前外侧,且肌肉丰富,因此可多利用后侧皮瓣覆盖残端,从而在尽可能保留肢体长度的情况下,减少伤口并发症。

经膝关节 Gritti-Stokes 截肢术将髌骨下移,固定于横断的股骨髁下方,利用前后部皮瓣或矢形皮瓣覆盖残端,不仅能保留完整的股四头肌功能,也为患肢提供了最大力臂。但该术式残肢端易呈球形,很难装配一方便而美观的假肢^[34]。

理想的膝上截肢术既要保留肢体尽可能长的长度,以便提供较长力臂,控制假肢活动,又要有足够的空间安装假肢。胫骨平台上方 15 cm 或大转子下方 25 cm 是最佳截骨平面,术中需将股骨外侧修成斜面,以利于假肢安装。采用肌肉固定术或肌肉成形术稳定术后非缺血性肢体肌肉,对于构建强健的肢体残端尤其重要^[35]。糖尿病足病人截肢处软组织血运往往已处于临界状态,肌肉固定术易危害到已不稳定的血供,故需谨慎考虑^[36]。

综上所述,糖尿病足截肢平面的选择主要依据病人全身营养状况、病变累及部位、局部组织血流灌注情况,同时需综合考虑创缘愈合潜力和功能康复潜力。目前临床上小范围截肢术应用广泛,可尽量保留患肢功能,几乎能使所有病人恢复自主步行。研究表明,小范围截肢术病人 5 年生存率为 70%~80%,其功能评价结果也远远优于膝下截肢术病人^[37],而膝下截肢术或更高平面截肢术则可减少伤口并发症发生率。但一旦选择任何形式截肢术,都必须充分告知病人再次截肢的危险^[38],因此截肢平面的选择仍需慎重。控制血糖、积极随访与足部护理有助于预防溃疡复发并避免再次截肢^[39-41]。

随着血管及灌注功能检查方法的进步及足部假肢制造工艺的改良,采用截肢术治疗适应证明确的糖尿病足病人不仅可保全生命,还能获得良好的功能恢复,不失为一种安全可靠的治疗方法。

参考文献

- 1 Apelqvist J, Bakker K, van Houtum WH, et al. International consensus and practical guidelines on the management and the prevention of the diabetic foot. International Working Group on the Diabetic Foot. Diabetes Metab Res Rev, 2000, 16(Suppl 1):S84-S92
- 2 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2010 年版). 中国糖尿病杂志, 2012, 20(1):S2-S4
- 3 Lazzarini PA, O'Rourke SR, Russell AW, et al. What are the key conditions associated with lower limb amputations in a major Australian teaching hospital? J Foot Ankle Res, 2012, 5(1):12
- 4 Baum BS, Schnall BL, Tis JE, et al. Correlation of residual limb length and gait parameters in amputees. Injury, 2008, 39(7):728-733
- 5 Mugambi-Nturi E, Otieno CF, Kwasa TO, et al. Stratification of persons with diabetes into risk categories for foot ulceration. East Afr Med J, 2009, 86(5): 233-239
- 6 Dudkiewicz I, Schwarz O, Heim M, et al. Trans-metatarsal amputation in

- patients with a diabetic foot: reviewing 10 years experience. *Foot (Edinb)*, 2009, 19(4):201-204
- 7 Jeans KA, Browne RH, Karol LA. Effect of amputation level on energy expenditure during overground walking by children with an amputation. *J Bone Joint Surg Am*, 2011, 93(1):49-56
 - 8 舒斌,陈雷,祁少海,等. 糖尿病足截肢平面及愈合因素的分析. *中华损伤与修复杂志(电子版)*, 2010, 5(1):24-26
 - 9 宋卫东,侯念宗. 糖尿病性周围神经病变与糖尿病足. *国际骨科学杂志*, 2011, 32(3):180-181
 - 10 Pinzur MS, Noonan T. Ankle arthrodesis with a retrograde femoral nail for Charcot ankle arthropathy. *Foot Ankle Int*, 2005, 26(7):545-549
 - 11 van Damme H, Rorive M, Martens de Noorthout BM, et al. Amputations in diabetic patients: a plea for footsparing surgery. *Acta Chir Belg*, 2001, 101(3):123-129
 - 12 余霄,俞光荣. 糖尿病足截肢技术进展. *中国修复重建外科杂志*, 2011, 25(6):750-754
 - 13 Sun JH, Tsai JS, Huang CH, et al. Risk factors for lower extremity amputation in diabetic foot disease categorized by Wagner classification. *Diabetes Res Clin Pract*, 2012, 95(3):358-363
 - 14 Figoni SF, Scremin OU, Kunkel CF, et al. Preamputation evaluation of limb perfusion with laser Doppler imaging and transcutaneous gases. *J Rehabil Res Dev*, 2006, 43(7):891-904
 - 15 Caselli A, Latini V, Lapenna A, et al. Transcutaneous oxygen tension monitoring after successful revascularization in diabetic patients with ischaemic foot ulcers. *Diabet Med*, 2005, 22(4):460-465
 - 16 Faglia E, Clerici G, Caminiti M, et al. Predictive values of transcutaneous oxygen tension for above-the-ankle amputation in diabetic patients with critical limb ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2007, 33(6):731-736
 - 17 李翔. 2011 国际糖尿病足工作组有关糖尿病足与周围动脉病变特别指南. *中华损伤与修复杂志(电子版)*, 2011, 6(4):662-663
 - 18 Chou SW, Cheng HY, Chen JH, et al. The role of the great toe in balance performance. *J Orthop Res*, 2009, 27(4):549-554
 - 19 van Damme H, Limet R. Amputation in diabetic patients. *Clin Podiatr Med Surg*, 2007, 24(3):569-582
 - 20 Ng VY, Berlet GC. Evolving techniques in foot and ankle amputation. *J Am Acad Orthop Surg*, 2010, 18(4):223-235
 - 21 张姐,关小宏. 糖尿病足截肢治疗研究进展. *人民军医*, 2011, 54(11):1005-1007
 - 22 Philbin TM, Berlet GC, Lee TH. Lower-extremity amputations in association with diabetes mellitus. *Foot Ankle Clin*, 2006, 11(4):791-804
 - 23 Shearman CP, Windhaber R. Foot complications in patients with diabetes. *Surgery(Oxford)*, 2010, 28(6):288-292
 - 24 McCallum R, Tagoe M. Transmetatarsal amputation: a case series and review of the literature. *J Aging Res*, 2012, 2012:797218
 - 25 Terashi H, Kitano I, Tsuji Y, et al. A modified transmetatarsal amputation. *J Foot Ankle Surg*, 2011, 50(4):441-444
 - 26 Besse JL, Leemrijse T, Deleu PA. Diabetic foot: the orthopedic surgery angle. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2011, 97(3):314-329
 - 27 Elsharawy MA. Outcome of midfoot amputations in diabetic gangrene. *Ann Vasc Surg*, 2011, 25(6):778-782
 - 28 Eckardt A, Schollner C, Decking J, et al. The impact of Syme amputation in surgical treatment of patients with diabetic foot syndrome and Charcot-neuro-osteopathy. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2004, 124(3):145-150
 - 29 Frykberg RG, Abraham S, Tierney E, et al. Syme amputation for limb salvage: early experience with 26 cases. *J Foot Ankle Surg*, 2007, 46(2):93-100
 - 30 Tosun B, Buluc L, Gok U, et al. Boyd amputation in adults. *Foot Ankle Int*, 2011, 32(11):1063-1068
 - 31 Langeveld AR, Meuffels DE, Oostenbroek RJ, et al. The Pirogoff amputation for necrosis of the forefoot: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*, 2011, 93(Suppl 1):21-29
 - 32 Holstein P, Ellitsgaard N, Olsen BB, et al. Decreasing incidence of major amputations in people with diabetes. *Diabetologia*, 2000, 43(7):844-847
 - 33 Attinger CE, Brown BJ. Amputation and ambulation in diabetic patients: function is the goal. *Diabetes Metab Res Rev*, 2012, 28(Suppl 1):93-96
 - 34 Marshall C, Stansby G. Amputation and rehabilitation. *Surgery(Oxford)*, 2010, 28(6):284-287
 - 35 Gottschalk F. Transfemoral amputation: Surgical management[A]. In: Smith DG, Michael JW, Bowker JH eds. *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd ed. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004:533-540
 - 36 高伟,王秋根,吴小峰,等. 血管闭塞所致下肢坏疽截肢技术. *国际骨科学杂志*, 2007, 28(3):194-196
 - 37 Svensson H, Apelqvist J, Larsson J, et al. Minor amputation in patients with diabetes mellitus and severe foot ulcers achieves good outcomes. *J Wound Care*, 2011, 20(6):261-262, 264, 266
 - 38 Zgonis T, Stapleton JJ, Girard-Powell VA, et al. Surgical management of diabetic foot infections and amputations. *AORN J*, 2008, 87(5):935-946
 - 39 Chalya PL, Mabula JB, Dass RM, et al. Surgical management of diabetic foot ulcers: a Tanzanian university teaching hospital experience. *BMC Res Notes*, 2011, 4:365
 - 40 Alvarsson A, Sandgren B, Wendel C, et al. A retrospective analysis of amputation rates in diabetic patients: can lower extremity amputations be further prevented? *Cardiovasc Diabetol*, 2012, 11:18
 - 41 Dorrestein JA, Valk GD. Patient education for preventing diabetic foot ulceration. *Diabetes Metab Res Rev*, 2012, 28(Suppl 1):101-106

(收稿:2012-08-03)
(本文编辑:翁洁敏)

(上接第 373 页)

- 3 敖英芳. 前交叉韧带损伤关节镜下重建治疗的临床研究进展. *中华外科杂志*, 2007, 45(2):73-75
- 4 Markhardt BK, Gross JM, Monu JU. Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment. *Radiographics*, 2009, 29(2):585-597
- 5 Dirschl DR, Del Gaizo D. Staged management of tibial plateau fractures. *Am J Orthop(Belle Mead NJ)*, 2007, 36(4 Suppl):12-17
- 6 Charalambous CP, Tryfonidis M, Alvi F, et al. Inter- and intra-observer variation of the Schatzker and AO/OTA classifications of tibial plateau fractures and a proposal of a new classification system. *Ann R Coll Surg Engl*, 2007, 89(4):400-404
- 7 Khan RM, Khan SH, Ahmad AJ, et al. Tibial plateau fractures. A new classification scheme. *Clin Orthop Relat Res*, 2000, 375:231-242
- 8 罗从风,胡承方,高洪,等. 基于 CT 的胫骨平台骨折的三柱分型. *中华创伤骨科杂志*, 2009, 11(3):201-205
- 9 陈红卫,赵钢生,王子阳,等. 胫骨平台后髁骨折的 CT 分型. *中华医学杂志*, 2011, 91(3):180-184
- 10 Lobenhoffer P, Gerich T, Bertram T. Particular posteromedial and posterolateral approaches for the treatment of tibial head fractures. *Unfallchirurg*, 1997, 100(12):957-967
- 11 禹宝庆,张春才,苏佳灿,等. 经腓骨小头治疗胫骨平台外、后侧骨折. *中华创伤骨科杂志*, 2008, 10(1):21-24
- 12 陶杰,杭栋华,王秋根,等. 改良侧后方入路治疗胫骨平台后方剪力骨折. *中华创伤骨科杂志*, 2008, 10(24):1863-1866
- 13 Tao J, Hang DH, Wang QG, et al. The posterolateral shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a modified posterolateral approach. *Knee*, 2008, 15(6):473-479
- 14 俞光荣,张世民,夏江,等. 经后外侧入路治疗胫骨外侧平台单纯后侧、后外侧骨折的初步报告. *中华创伤骨科杂志*, 2008, 10(3):207-211
- 15 Yu GR, Xia J, Zhou JQ, et al. Low-energy fracture of posterolateral tibial plateau: treatment by a posterolateral prone approach. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 72(5):1416-1423
- 16 Frosch KH, Balcarek P, Walde T, et al. A new posterolateral approach without fibula osteotomy for the treatment of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*, 2010, 24(8):515-520
- 17 夏江,俞光荣,周家铃,等. 经后外侧入路治疗胫骨平台后外侧骨折的解剖学研究及应用. *中国临床解剖学杂志*, 2010, 28(4):369-374
- 18 Caspari RB, Hutton PM, Whipple TL, et al. The role of arthroscopy in the management of tibial plateau fractures. *Arthroscopy*, 1985, 1(2):76-82
- 19 Lubowitz JH, Vance KJ, Ayala M, et al. Interference screw technique for arthroscopic reduction and internal fixation of compression fractures of the tibial plateau. *Arthroscopy*, 2006, 22(12):1359, e1-e3
- 20 杨星光,赵金忠,皇甫小桥. 关节镜辅助下治疗胫骨平台后外侧塌陷骨折. *中华骨科杂志*, 2008, 28(7):571-575

(收稿:2012-09-28;修回:2012-10-17)
(本文编辑:边佑)