



医药学院 610212044359

Surgical Reconstruction of the Diabetic Foot and Ankle

糖尿病足和踝的 外科重建手术



〔美〕托马斯·泽格尼斯 主 编
许樟荣 俞光荣 主 译



天津科技翻译出版公司



医药学院 610212044359

Surgical Reconstruction of the Diabetic Foot and Ankle

糖尿病足和踝的外科重建手术

[美]托马斯·泽格尼斯 主 编

许樟荣 俞光荣 主 译



天津科技翻译出版公司

著作权合同登记号:图字:02-2010-221

图书在版编目(CIP)数据

糖尿病足和踝的外科重建手术/(美)泽格尼斯(Zgonis, T.)主编;许樟荣等译. —天津:天津科技翻译出版公司, 2012. 6

书名原文:Surgical Reconstruction of the Diabetic Foot and Ankle

ISBN 978-7-5433-3029-0

I. ①糖… II. ①泽… ②许… III. ①糖尿病足—外科手术 ②糖尿病—并发症—踝关节—外科手术 IV. ①R658.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第084263号

Copyright © 2009 by Lippincott Williams & Wilkins Inc.

All rights reserved. No reproduction, copy or transmission of this publication may be made without written permission.

Published by arrangement with Lippincott Williams & Wilkins, USA.

Lippincott Williams & Wilkins/Wolters Kluwer Health did not participate in the translation of this title.

This book may not be sold outside the People's Republic of China.

中文简体字版权属天津科技翻译出版公司。

授权单位:Lippincott Williams & Wilkins Inc.

出版人:刘庆

出版:天津科技翻译出版公司

地址:天津市南开区白堤路244号

邮政编码:300192

电话:(022)87894896

传真:(022)87895650

网址:www. tsttpc. com

印刷:山东鸿杰印务集团有限公司

发行:全国新华书店

版本记录:889×1194 16开本 27.5印张 380千字

2012年6月第1版 2012年6月第1次印刷

定价:218.00元

(如发现印装问题,可与出版社调换)

学术医疗机构中多学科合作在保肢中的作用

引言

最近 20 年,在全球范围内对于糖尿病性保肢的态度更积极,主要有两方面原因。首先,用于治疗糖尿病足并发症的技术和外科手术技巧有了明显改善。糖尿病足的病理诊断能够更早和更准确,创面处理和外科治疗上具有更多的选择。其次,人们对于这个问题有了更深刻的了解。现已明确,截至 2005 年,约 7% 的美国人患有糖尿病,患者总数达到 2080 万。在这些患者中,有 620 万人并不知道患有糖尿病,另外 150 万人则可能在 1 年内被诊断为糖尿病^[1,2]。就保肢而言,糖尿病截肢的患者 1 年死亡率是 11%~41%,5 年死亡率是 39%~68%^[3]。Most 和 Sinnock 在 1983 年发现经过年龄调整的糖尿病患者的截肢率是非糖尿病人群的 15 倍。总的糖尿病患者人群截肢率是 59.7/10 000,在 65 岁以上的糖尿病患者中则达到 101.4/10 000^[4-6]。在糖尿病足溃疡已经愈合的患者中,溃疡的 3 年复发率为 61%,5 年高达 70%^[7]。

或许,在糖尿病足的保肢方面最严峻的挑战是足病在病理病因上所表现出的多因素性。的确,在因糖尿病足并发症住院的患者中,只有不到 14% 接受过充分的下肢评估^[8]。一些结构式组织或系统化的表格适于处理发病环节中的多因素,这些因素包括免疫系统功能低下、周围血管病变、周围神经病变和其他许多可能存在的医疗情况^[9]。Nelson 等提出了“微系统医护”,其定义是“在整个医疗服务系统或医疗中心内,由相应的政策、人员和技术构成的一个系统,集中关注需求及身体状况较为特殊的一类患者人群”^[9,10]。糖尿病患者的多学科合作保肢途径就属

于这种系统。在这种多学科途径中,许多不同的因素受到重视,包括神经病变、缺血和感染。局部因素例如造成溃疡的局部高压也受到关注,保肢的基本处置原则得到有效贯彻。基本处置包括患者的评估、药物治疗/支持疗法、创面处理、感染和缺血治疗、足局部外科处理,以及预防^[11]。急性问题需要更有效的处理,由医疗中心多学科团队来协调,以缩短住院日、降低致残和截肢率^[11,12]。将处置路径以更有效的方式进行标准化。当学术医疗机构贯彻这种理念时,这种多学科服务也能很好地利用已有的基础条件和场所来设计和执行临床研究试验和提供更配套的教育^[12]。

通过认真阅读文献,会发现这种糖尿病足的多学科途径,尤其是在学术医疗机构,并不是新的理念。已通过多种途径证明这种模式是有效的。随着医院提供多学科途径的专家服务,下肢截肢率下降、住院日缩短、患者的结局也有改善^[11]。采用不同专业的专家协同治疗可以获得很好的费用-效果比,降低截肢率和减少住院时间^[13-15]。这种方式在住院患者中特别有效,一项研究显示,大约 25% 的住院患者有糖尿病,其中 20% 有某种形式的糖尿病足,他们需要及时的医疗护理和随访^[16]。Ziran 等^[17]报道,伴有骨髓炎的患者由包括骨科和肌肉感染性疾病专家在内的团队负责治疗时,这些患者的结局都有改善。Wrobel 等^[18]指出,在退伍军人管理系统的患者接受了高质量的医疗护理和定期随访后,截肢率明显降低。Robbins 等^[19]发现,在贯彻了团队管理后,大截肢率从 2001 年的 2.15% 降低到 2004 年的 1.42%。DeNamur 等^[19]报道了 19 例因复杂情况正在接受保肢治疗的患者,这些患者或准备截肢或处于截肢危险之中。19 例中的 18 例在接受学术医疗机构的多学科途径干预后避免

了截肢。另据 3 项随访 3 年的研究报道,采用多学科团队途径治疗的 3 组患者,保肢率分别为 65%、72% 和 81%^[7,20,21]。

在糖尿病足门诊和保肢随访中,多学科团队合作的模式同样是有意义的。Keyser 报道,采用这种模式,在门诊创面护理计划中的糖尿病足溃疡愈合率为 88%,大截肢后的对侧肢体保肢率是 93%。有一些证据提示,通过门诊筛查可及早发现足部病变而使得截肢部位更低^[9]。Holsteins 等^[23]发现,在建立多学科糖尿病足医护途径后,大截肢发生率下降了 75%。

多学科团队医疗模式在治疗糖尿病足和保肢方面有良好的费用-效果比。Ortegon 等^[24]报道,联合应用有效的糖尿病足医疗护理和强化血糖控制降低了约 58% 的截肢率。他们的研究还发现每个经调整的生命质量年节省花费 12 165 美元。其他的研究也已表明保肢有很好的费用-效果比,因为如果施行近端截肢,就需要更高的康复与假肢费用^[25,26]。除此之外,再加上住院时间缩短,经济学效益是明显的。糖尿病足的临床实践指南(CPG)提倡有效的处治和推动及时会诊或将患者转送到有条件的合适的专科,也能起到节省费用的作用^[27,28]。随着专业医疗护理扩展和辅助服务推广至大的医疗卫生单位,CPG 能提供更有意义的保肢处置,且这种处置简单易行并容易随访。

多专业团队途径保肢是最为重要的在门诊或病房简便易行的措施,具有很好的费用-效果比。在学术医疗机构和任何提供糖尿病足保肢服务的医疗单位,糖尿病足的多学科合作都应该是一种标准的治疗措施。

多学科团队提供的专业服务

多学科团队保肢服务需要了解足病分类和病程、血糖控制水平、心血管危险因素和其他糖尿病并发症等。对于有许多并发症的患者而言,有时相对于大截肢而言,远端的小截肢对于患者更有利。保肢过程需要一组专家的支持。据估计,在糖尿病患者人群中,至少 50% 的截肢可以通过协调有序的医疗措施避免,预防措施包括对于早期损伤的积极干预、动脉重建、减少危险因素、加强患者教育和适当的门诊护理^[11]。一组优秀的专家提供高质量的糖尿病保肢服务,不仅仅是控制急性感染或缺血,而且也提供包括预防、教育和尽早干预的门诊服务。Frykberg 已经确定了糖尿病足的内外因素^[11],不仅仅是神经病变和缺血,而且包括了

其他因素,如年龄、体重、肾病、视力差、关节活动度差、结构性畸形、足底压力高等。这些因素清楚地说明多学科服务的重要性。

对于提供广泛、有效且费用-效果比良好的糖尿病保肢医疗而言,建立多学科合作团队最为关键。学术医疗机构的健康服务中心应贯彻以患者为中心的理念,协调服务,以下是列入这类中心的多学科团队的专家:足病师、骨科医师、内科医师、内分泌专家(糖尿病专家)、感染病专家、心血管病专家、肾病专家、血管外科专家、眼科专家、整形外科专家、护理人员、营养师、干预或非干预性介入放射学人员以及足矫形师。根据医疗中心的实际情况和需要,这种团队人员肯定会进行调整或扩充。另外,心理医师和疼痛专家也很有用。许多辅助服务对于发展多学科团队的理念至关重要。以下是基本的专业人员及其服务领域。

1. 足病师:足病师常常起着团队看门人的作用(图 1.1)。这种作用同样也可由内科医师或骨科医师来完成,这种骨科医师应该具有丰富的足踝外科实践。看门人的作用十分重要,因为他来决定会诊和转诊的时机。足病师在糖尿病教育、足溃疡预防和减压以及溃疡处理上也能发挥作用。创面处理包括正确的创面处治、清除坏死组织、及时引流^[13]。足外科医师也从事保肢的外科处理,包括大的重建手术、不同的外科矫形技术和一些病例的预防性足外科手术。

2. 骨科医师:从事足踝外科实践的骨科医师与足病外科师作用相似,包括预防性医疗和最终保肢的外科治疗。

3. 内科医师:许多情况下,内科专家是最初参与糖尿病保肢治疗的人。在控制高血糖、高血压和处理肾病、心脏病方面,他们是必需的。在非介入性下肢缺血治疗方面,内科医师承担着责任,他们可以采取抗栓溶栓治疗。一些药物如双磷酸盐可用于治疗夏柯足。

4. 内分泌专家:内分泌专科的亚专科服务非常有效,尤其是针对保肢患者难以控制的高血糖更是如此。

5. 感染病专家:感染病专家的作用已经在糖尿病下肢感染的治疗中得到充分的体现,特别是在抗生素耐药的感染急诊和糖尿病患者的多种细菌感染中。在骨髓炎及软组织感染的手术和非手术治疗中,尤其是对合并免疫性疾病或正在使用免疫抑制剂的患者,抗生素的种类和剂量选择至关重要。

6. 心脏病专家:为确保保肢成功,控制心血管危险因素是必须的。有瓣膜性疾病的患者或已经接受瓣膜置换手术的患者,当接受外科治疗保肢时,往往有

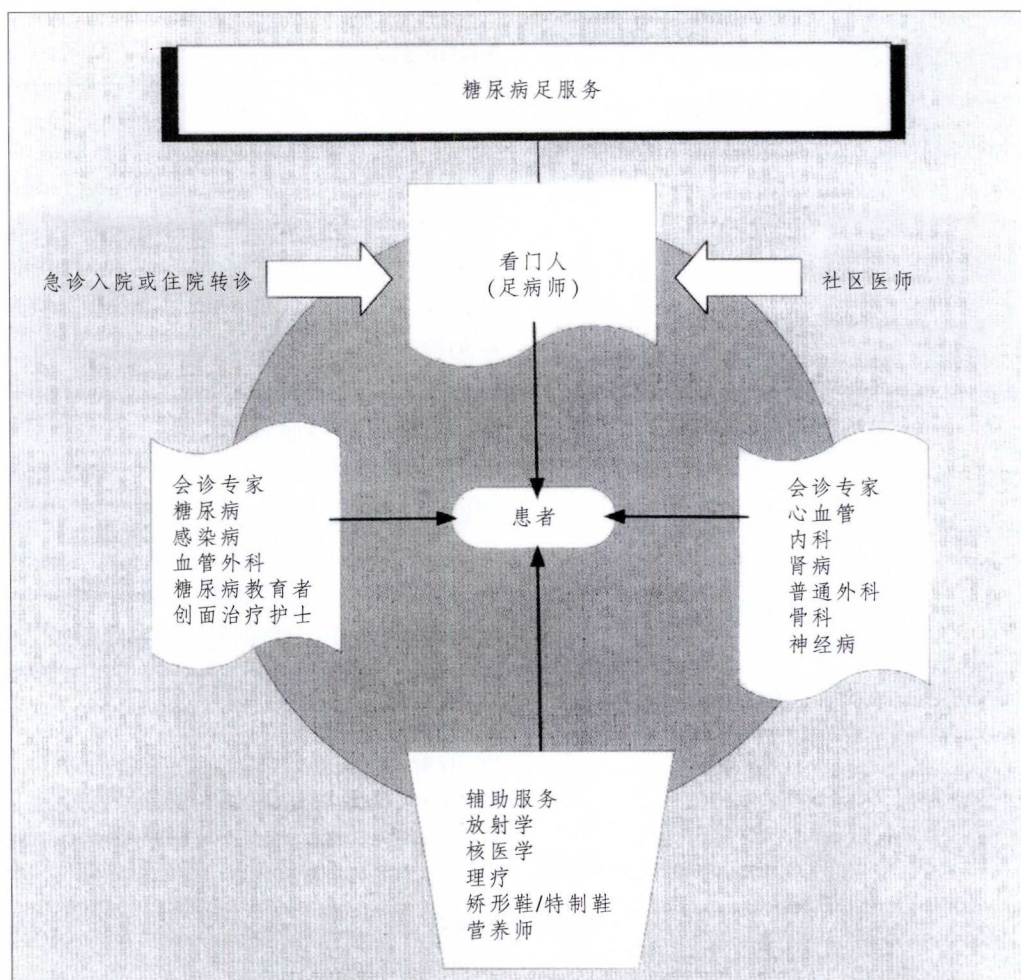


图 1.1 多学科团队对糖尿病保肢的重要性。(From Fryberg RG, Zgonis T, Armstrong DG, et al. Diabetic disorders. A clinical practice guideline [2006 revision]. J Foot Ankle Surg 2006; 45(5): S-17, Fig. 5, with permission.)

特殊的问题。

7. 肾病专家:在这类患者中,终末期肾病并不罕见。接受了透析甚至移植治疗的患者病情复杂,包括需要调整药物剂量(尤其是抗生素)和免疫抑制剂的治疗。

8. 血管外科医师:溃疡难以愈合的糖尿病患者总是存在下肢供血不足,血管外科医师在糖尿病患者的保肢治疗中起着关键的作用^[12]。糖尿病患者合并闭塞性周围动脉病变的发生率要4倍于非糖尿病患者,这也是引起截肢的主要原因^[28]。Sumpio等指出,贯彻多学科合作保肢治疗时,血管外科手术的数量,包括主动脉-双股动脉、腋-股动脉、髂-股动脉或股-股动脉血管旁路增加2倍以上。腹股沟下的重建手术已经开展。与此同时,大截肢率相对下降。血管专家不仅仅关注下肢的动脉灌注不足,而且还重视少见的静脉供血不足及其对保肢的影响。

9. 眼科专家:视网膜病变及视力障碍对于患者平衡和步态有不利的影响。

10. 矫形外科医师:创面的覆盖是整个保肢手术中的一部分。除了创面覆盖以外,矫形外科修复可以帮助避免溃疡面的瘢痕组织产生,这可以明显地促进创面愈合。不同形式的局部皮瓣可以引起很好的暴露和可视性,从而消除再次切开手术的需要^[12]。这个任务也可以由受过专业训练的骨科医师或足病科医师来承担。

11. 护理人员:在保肢方面,护理起着不可估量的作用,其工作领域包括从创面护理,到患者及其家庭的教育和患者出院后的家庭保健计划。

12. 营养师:营养需要不仅是为了严格进行血糖控制,而且还需要适应创面的愈合(蛋白质水平、足量的维生素摄入等)。

13. 介入和非介入性放射学专家:对于骨髓炎以

及下肢缺血而言,来自专家的影像学诊断是很有必要的。对于骨骼肌肉诊断,有经验的放射学专家在学术医疗机构中心发挥重要的作用,可以通过不同的影像学技术提供极有价值的信息。当血管灌注受损时,定期的造影研究以及其他血管介入技术对于成功保肢是重要的。

14. 足矫正师/制鞋者:足矫正师/制鞋者不仅仅在患者保肢的术后治疗中起着重要作用,而且在预防糖尿病足方面的作用同样重要。已知通过使用不同类型的鞋子(特制的全接触性石膏支具、特制的鞋等),可以明显降低足底压力。治疗鞋常可减少夏柯(Charcot)神经骨关节病所致的足畸形。

其他的专业领域如精神病学、疼痛处理和老年医学方面的专家都可以参加多学科的合作,处理忧郁、恐惧、愤怒和顽固性疼痛以及高龄糖尿病患者。

15. 辅助服务:在多学科合作中,上述的辅助服务也很关键。这些包括但不局限于临床实验室、血管实验室、理疗、移植服务、加强治疗单位和受过良好培训的富有实践经验的支具技术员,这些技术员能够制作全接触石膏支具等。有时,高压氧治疗也是有用的。

所有这些专家和服务都可以整合到多学科的保肢治疗中。有时,这些专业的作用可以是重叠的。但不管怎样,个体的专家服务应该是获得资质且专业的,团队的合作应该是以患者为中心的。

最后,学术医疗机构致力于糖尿病足的临床服务具有许多优势,如协调不同专家参与广泛的医疗服务的能力。在大的医疗中心,相互联系最为紧密的有关医疗服务往往集中在一起。理论上,这提高了效率,不仅提供了更多服务,而且减少了对患者的反复会诊,改善了患者治疗顺应性。一般而言,教学医院的团队培养更注重研究。这类中心已经建立了定期的机构审查委员会观察安全性和伦理性。对患者的入选、宣传和生物统计也是有益的,这些似乎更有价值。联合系统地医治大样本的同一疾病患者可以促进临床研究,如临床病理学研究为促进临床技术水平的提高提供了良好的环境。当然,这类中心首选作为区域性的接受疑难复杂病例的会诊和收治中心。管理糖尿病多系统的服务是非常繁琐的。在大的医疗中心,这种复杂住院患者的日程管理常常要落实到住院医师和进修生身上,他们的作用非常重要。每天的创面检查、敷料变化、清创、实验室资料、定期的血液培养和常规用药都是住院医师的任务。

病例报道

一位 65 岁的女性糖尿病患者因糖尿病夏柯神经骨关节病所致的左足踝内翻畸形进行性加重而就诊。该患者能自行行走,但重心侧向外侧,最近 13 个月由于远端外侧慢性的不愈合溃疡已经接受了广泛的创面处理和安置矫形支架(图 1.2)。以往影像学诊断和骨髓穿刺检查证实远端腓骨有骨髓炎,合并多种细菌感染,包括耐甲氧青霉素的葡萄球菌。除糖尿病外,该患者既往病史还有周围血管病变并曾行左侧股-腘动脉旁路手术、主动脉瓣置换术,高血压,终末期肾衰正在接受肾透析,以及冠心病。由于慢性感染、溃疡不愈合和无法矫正的畸形,其他的外科医师推荐她进行截肢。

在适当的临床评估后,对于这位患者应尽可能保肢。由于并存的内科问题,该患者再次到足病科和内科诊治,同时开始手术前准备,包括血管外科的检查以了解支架是否通畅、肾病专家处理其肾病和提供住院透析、心脏病专家处理其主动脉瓣置换术后的抗凝问题和相关的危险因素、放射学专家回顾以往和目前的影像学资料、感染病专家帮助其选择抗生素及剂量。使用了临床、心脏病和血管外科的实验室检查。在外科清创后,开始保肢治疗。先行距骨切除术、胫跟关节固定和远端外踝和溃疡切除(图 1.3)。用环形固定器给予局部固定,这种固定器提供了很好的稳定性,允许关节融合术愈合及跖行。手术后的护理包括广泛的患者及其家庭教育、随访矫正用鞋和矫形的护理。

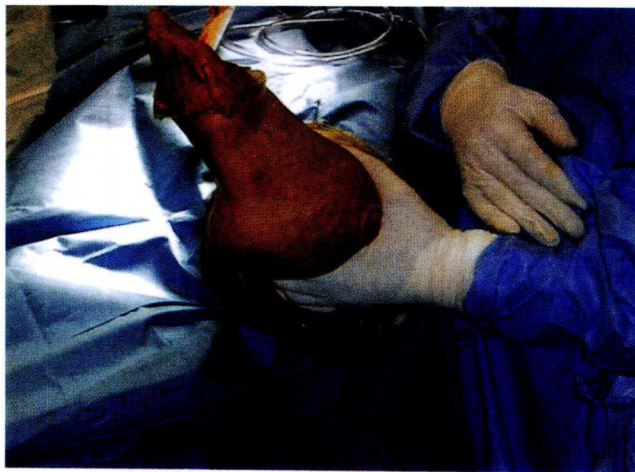


图 1.2 术中照片显示患者有严重左侧夏柯踝骨折-脱位并伴有骨髓炎。该患者合并多种严重并发症,包括冠心病、终末期肾病等。进行保肢治疗前,其患有的各种疾病都得到了专家服务。



图 1.3 术中照片显示切除踝骨髓炎和距骨摘除术的过程。

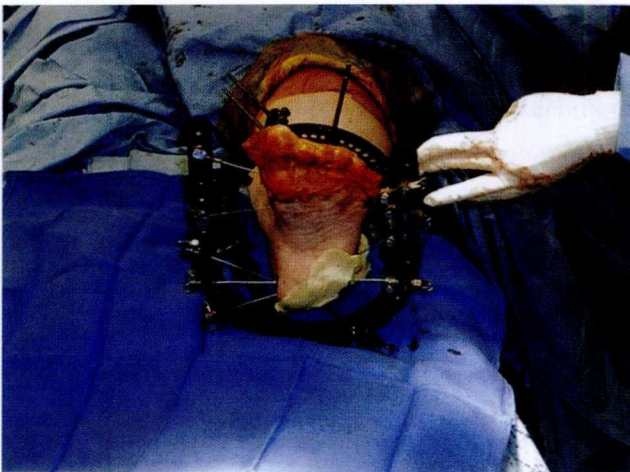


图 1.4 术中照片: 踝-跟骨关节融合术, 采用了多平面环状的外固定仪以压迫和维持长期稳定。

结论

足溃疡是糖尿病人群致残和医疗花费的主要原因。因此, 预防应该是至关重要的。如果已经发生溃疡, 治疗必须尽早开始且需要对发生溃疡的危险因素做广泛的了解。我们相信, 文献也支持这一观点: 无论是在医疗结局还是医疗花费上, 多学科团队服务都是最有效的预防和治疗足溃疡的模式。教育、预防措施和早期干预是推动这种努力的基本原则。最后, 协调的团队的专家服务可用于门诊和住院的患者。

(许樟荣 译)

参考文献

1. Frykberg RG. Prevention of lower extremity amputation in diabetes. Presented at the American Professional Wound Care Association National Conference 2006, April 2006, Philadelphia.
2. National Diabetes Information Clearinghouse (National Diabetes Statistics). Available at: diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/statistics/index.htm. Accessed August 3, 2007.
3. Frykberg RG. Prevention of lower-extremity amputation in diabetic patients. *Diabetic Microvascular Complications Today* May/June 2006;27-30.
4. Most RS, Sinnock P. The epidemiology of lower extremity amputations in diabetic individuals. *Diabetes Care* 1983;6:87-91.
5. Palumbo PJ, Melton LJ. "Peripheral Vascular Disease and Diabetes" in *Diabetes in America*, data compiled 1984 (NIH publ. No. 85-1468), US Government Printing Office, Washington, DC, 1985.
6. Bild DE, Selby JV, Sinnock P. Lower extremity amputation in people with diabetes: epidemiology and prevention. *Diabetes Care* 1989;12:24.
7. Apelqvist J, Larsson J, Agardh CD. Long-term prognosis for diabetic patients with foot ulcers. *J Intern Med* 1993;233:24-31.
8. Edelson GW, Armstrong DG, Lavery LA, et al. The acutely infected diabetic foot is not adequately evaluated in an inpatient setting. *Arch Intern Med* 1996;156:2373-2378.
9. Robbins JM, Nicklas BJ, Augustine S. Reducing the rate of amputations in acute diabetic foot infections. *Cleve Clin J Med* 2006;73:679-683.
10. Nelson EC, Batalden PB, Mohr JJ, Plume SR. Building a quality future. *Front Health Serv Manage* 1998;15:3-32.
11. Frykberg RG. Team approach toward lower extremity amputation prevention in diabetes. *J Am Podiatr Med Assoc* 1997;87:305-312.
12. Sumpio BE, Aruny J, Blume PA. The multidisciplinary approach to limb salvage. *Acta Chir Belg* 2004;104:647-653.
13. Van Gils CC, Wheeler LA, Mellstrom M. Amputation prevention by vascular surgery and podiatry collaboration in high risk diabetic and non-diabetic patients. The Operation Desert Foot experience. *Diabetes Care* 1999;22:678-683.
14. Gibbons G, Marcaccio E, Burgess A, et al. Improved quality of diabetic foot care, 1984 vs 1990. Reduced length of stay and cost, insufficient reimbursement. *Arch Surg* 1983;118:576-581.
15. Apelqvist J. Wound healing in diabetes. Outcome and costs. *Clin Podiatr Med Surg* 1998;15:21-39.
16. Wraight PR, Lawrence SM, Campbell DA. Creation of a multidisciplinary, evidence based, clinical guideline for the assessment, investigation and management of acute diabetes related foot complications. *Diabetic Med* 2005;22:127-136.
17. Ziran BH, Rao N, Hall RA. A dedicated team approach enhances outcomes of osteomyelitis treatment. *Clin Orthop Rel Res* 2003;414:31-36.
18. Wrobel JS, Charns MP, Diehr P, et al. The relationship between provider coordination and diabetes-related foot outcomes. *Diabetes Care* 2003;26:3042-3047.
19. DeNamur C, Pupp G. Diabetic limb salvage: a team approach at a teaching institution. *J Am Podiatr Med Assoc* 2002;92:457-462.
20. Thomson FJ, Veves A, Ashe H, et al. A team approach to diabetic foot care: the Manchester experience. *Foot* 1991;2:75-82.
21. Edmonds ME, Blundell MP, Morris ME. Improved survival of the diabetic foot: the role of a specialized foot clinic. *Q J Med* 1986;232:763-771.
22. Keyser JE. Diabetic wound healing and limb salvage in an outpatient wound care program. *South Med J* 1993;86:311-317.
23. Holstein P, Ellitsgaard N, Olsen BB. Decreasing incidence of major amputations in people with diabetes. *Diabetologia* 2000;43:844-847.
24. Ortegón MM, Redekop WK, Niessen LW. Cost-effectiveness of prevention and treatment of the diabetic foot: a Markov analysis. *Diabetes Care* 2004;27:901-907.
25. Ollendorf DA, Kotsanos JG, Wishner WJ, et al. Potential economic benefits of lower-extremity amputation prevention strategies in diabetes. *Diabetes Care* 1998;21:1240-1245.
26. Pinzur MS, Stuck R, Sage R, et al. Benchmark analysis on diabetics at high risk for lower extremity amputation. *Foot Ankle Int* 1996;17:695-700.
27. Frykberg RG, Zgonis T, Armstrong DG, et al. Diabetic foot disorders: a clinical practice guideline (2006 revision). *J Foot Ankle Surg* 2006; 45 (5 suppl):S1-S66.
28. Pecoraro RE, Reiber GE, Burgess EM. Pathways to diabetic limb amputation. Basis for prevention. *Diabetes Care* 1990;13:513-521.

伴有糖尿病的高危患者手术前及围手术期处理

引言

在 2000 年,曾预计 2030 年的糖尿病患病率将从 2.8% 增加到 4.4%^[1]。鉴于糖尿病并发症发病率高,这个估计具有预警作用。美国健康营养调查进一步证实,28.5% 的糖尿病患者发生神经病变,9.5% 合并周围动脉病变,7.7% 发生足溃疡;约为非糖尿病人群患病率的 3 倍^[2]。作为这些并发症的后果,2002 年,美国每年有 29 000 例次患者因蜂窝织炎或感染性溃疡住院,84 000 例因为其他的蜂窝织炎或足脓肿,217 000 人因下肢溃疡,66 000 例因骨髓炎住院,134 000 例因慢性的难愈性溃疡,79 000 例因下肢动脉闭塞症合并溃疡或坏疽而入院^[3]。这些患者住院期间有相当一部分接受了外科处理。但更多的患者则因为情况不太复杂在门诊接受选择性的治疗。这些数字中还不包括那些因为夏柯关节病重建住院的数千例患者和其他未列入统计的情况。

Apelqvist 等^[4]发现,在发生足溃疡的患者中,约有 24% 需要外科手术,接受不同水平的截肢手术,平均花费是 44 790 美元(手术和住院费用)。其他的研究也证实,已经发生溃疡的患者中外科截肢率是 16%^[5]。最后,如果将所有不同的糖尿病特异的并发症和非糖尿病病相关的需要外科手术的情况合在一起,这意味着在美国有数百万这样的病例。

糖尿病患者需要外科重建手术时,如果在术前或手术过程中没有处理好糖尿病,手术的危险性必然是增加的。许多与手术相关的危险性存在,这些危险性在糖尿病患者中表现得更突出,尤其是糖尿病未得到控制,或合并有心血管、肾病和其他全身性疾病时。如果存在感染或坏疽或者需要复杂的重建外科手术时,情况就更复杂。

广义上,高危的糖尿病患者可以分成两种情况。一种是急性高危,另外一种慢性高危。然而,在针对需要做手术的高危患者采取必要的预措施前,应该对患者的情况及解决这些情况中的困难做出全面的评估。

手术前的处置

许多需要接受外科手术的糖尿病患者可以合并有多种病变,例如感染或坏疽,这些可以引起和加重外科手术的风险,但也可能使得手术更有必要。事实上,不稳定的血流动力学或者严重的感染可以是外科干预的指征,例如患者需要切开引流,或切除感染的组织。对于许多患者而言,感染的存在是难以避免的术前问题。

显然,在考虑进行手术时,应尽可能地控制好血糖。然而,存在许多关于理想控制血糖的观点。美国糖尿病学会(the American Diabetes Association, ADA)^[6]和美国临床内分泌医师学会(the American Association of Clinical Endocrinology, AACE)^[7]推荐的血糖控制靶目标分别是 HbA_{1c}<7.0% 和 <6.5%。虽然,这个数字对于相对短期的手术并没有什么明显的意义,但是这是比较好的术前准备的挑战性靶目标,同样也有利于术后恢复。

更常用的是患者手术前检测空腹血糖。ADA 的空腹血糖靶目标是 90~130 mg/dL,而 AACE 的靶目标是 <110 mg/dL。偏离靶目标有可能增加手术的风险性。著名的糖尿病控制和并发症试验研究(The Diabetes Control and Complications Trial Research Group, DCCT 研究)^[8]证实,良好的血糖控制减少了所有类型的并发症的发生。Rassias 等^[9]指出,当血糖浓度超过 240 mg/dL 时,中性粒细胞的化学趋化作用受损。业已证明,手术后血糖升高会增加感染的风险性^[10-12]。

长期高血糖会降低患者手术后创面的愈合能力。

虽然确切的机制仍未明确,但高血糖确实会增加微血管和大血管病变,降低吞噬作用、化学趋化作用和多形粒细胞的动员^[13,14]。生长因子,例如血管内皮生长因子(VEGF)、血小板衍生因子(PDGF)和角质细胞生长因子(KGF)生成减少或有效形式减少^[15-17]。皮肤成纤维细胞增殖也在高血糖时下降^[18,19]。

手术前的评估

手术前的广泛评估是必要的,尤其是对糖尿病患者。这种手术前的评估应该包括血糖控制、心血管和肾功能。糖尿病患者有高度的心血管疾病风险。有周围动脉病变的患者往往有具有临床意义的冠心病和左心室功能下降。有糖尿病眼底病变的患者更可能存在其他部位的微血管病变。对于患者是否有心血管系统并发症的评估有时会很困难,这是由于患者存在着感觉的缺失从而掩盖了严重的心血管病变如心绞痛症状造成的。因此,只要有可能,就应该在手术前评估心功能和心肌是否缺血。

患有交感神经病变的患者可以有明显的副交感神经病变的征象,由于迷走神经支配心脏功能的下降引起心动过速,这种情况使得患者对于应用控制心率的药物如 β -受体阻滞剂反应很差。然而,需要注意的是,手术前不应给予过多的液体^[20]。

有心肌梗死既往史的患者是高危人群。没有心肌梗死病史的患者围手术期风险为0.6%,而有心肌梗死既往病史的患者围手术期风险为6%,即前者的10倍。虽然任何手术过程中的心肌梗死都是十分严重的事件,但与二次心肌梗死有关的损伤是急剧恶化的,死亡率高达50%~70%。相比较而言,以往没有心肌梗死病史患者的死亡风险性则为15%^[21-23]。

以往有过心肌梗死的患者计划手术前要认真考虑。Tarhan等^[23]的研究证实,前三个月内二次心肌梗死的风险性是30%,死亡率高达54%~70%。在心肌稳定6个月后,这种死亡的风险性明显下降,约为5%。因此,对于发生过急性心肌梗死的患者,只要有可能,外科手术应该延迟至少6个月,以确保心脏的稳定和心肌梗死后的恢复。

充血性心力衰竭更常见于糖尿病患者,可引起左心室功能下降,并与术中或术后的死亡率(15%~20%)有关^[24,25]。糖尿病患者由于肾功能下降,特别容易发生液体失衡。通过应用不同的治疗措施,如利尿剂、血管扩张剂和卧床休息等,使患者能够达到液体平衡。只要有可能,外科医师应该允许患者手术前接受1~2周

的治疗以恢复液体平衡和减少与充血性心力衰竭有关的危险因素。

肾功能下降是糖尿病常见的并发症,其程度从需要透析的慢性肾衰竭到轻度的蛋白尿均可存在。在造成血流动力学异常方面,肾功能不全和心功能异常都起着重要的作用。正在接受透析的患者在术前应该充分透析,正如术前的凝血机制应该正常化一样。

术前测定和控制血糖是糖尿病患者的常规,与高血糖相关的危险性对于心、肾功能有直接的影响。例如,高血糖会损害心脏功能,引起血管内容量扩张。同样,血糖的严重升高可以损害白细胞功能,引起感染的风险增加。有幸的是,可以在手术前快速调整血糖水平使之达到理想水平。大多数医院都使用胰岛素逐渐降低血糖水平,或者通过调整液体里的葡萄糖量来避免低血糖。

糖尿病患者的术前准备:评估风险

当决定对糖尿病患者实施外科治疗时,有些因素必须考虑。诚然,必须考虑手术的范围和麻醉的类型以及时间。另外,还有一些刻不容缓的术前因素必须处理,以至于术前准备并不能达到理想水平。例如,严重的感染和周围动脉病变,这种情况下延迟手术会造成迅速坏疽并出现全身表现。严重的疼痛也在其中。这些可以使得外科医师手术准备难以达到最理想化的水平。

随着询问病史和进行体格检查,手术前的评估已经开始,以获得患者的新近情况和慢性并发症状态,特别是影响心血管系统的因素。透析患者或肺活量下降的患者有与基础血流动力学和氧合作用相关的额外危险。由于糖尿病神经病变可以掩盖许多痛觉,所以对于痛觉的评估是不完全的。对于有着广泛神经病变的患者,全面的心电图评估是必需的。只要有可能,都应该对接受高危手术的患者进行手术前的心脏负荷测试。接受低风险手术(例如持续时间很短的局部麻醉)的患者则没有必要进行这种全面的检查。

表2.1说明了根据患者风险性分层实施的策略。随着手术风险性的增加,患者需要更广泛的评估。因为与糖尿病患者的高危手术有关的风险性首先来自于心血管系统,广泛评估必须关注这一系统。新近的心血管事件反映患者的危险水平。相对于能够安全地延缓手术到心血管情况稳定并达到理想状态的患者,有新近心血管问题的患者手术时或手术后并发症明显增加。

作为糖尿病患者术前评估的一部分,需要进行实验室检查和生命体征监测。经典的术前评估应该包括以下项目:

糖化血红蛋白 A1c	A/C 比值
血糖(空腹)	肌酐清除率
血糖(餐后峰值)	血脂:LDL-胆固醇(空腹)
白细胞	PTT
白细胞分类(%)	血脂:HDL-胆固醇(空腹)
血红蛋白	三酰甘油(空腹)
血细胞比容	成年生命体征:心率
血小板	成年生命体征:呼吸次数
国际标准化比值(INR)	成年生命体征:血压

表 2.2 总结了这些检查的正常范围和一些注意事项。表 2.2 说明理想值、变异水平(有的变异可能是很关键性的)和简单的解释,为什么这些关键的变异具有明显的外科危险性。

虽然术前准备应该达到最理想的水平,但这不总是可能的。急性高危患者是那些正处于急诊状态的患者,常常因为感染、创伤、血栓形成或一些其他的突发医疗问题造成。这种情况往往要求在相对较短的时间内完成术前准备。根据具体情况,术前准备中考虑有些情况。合并症,例如肾功能受损或心血管疾病,需要分别评估,且必须在外科手术前评估。

糖尿病患者手术当日的处理

在手术当日,对于糖尿病患者重要的是要有足够

的糖原储存,以避免手术应激导致的低血糖。基于这个理由,只要有可能,糖尿病患者应该在白天手术,因为在手术前的整夜空腹后,患者的胰岛素用量调节到最小。通过手术前静脉滴注 5%的葡萄糖液来进一步维持糖原储存。手术前,应该测定患者血糖。如果患者以后需要做手术,应该在术前检查和调整液体中葡萄糖和胰岛素的比例。

调整胰岛素用量,最常用方法是在手术前给予平时胰岛素用量的一半,另外一半用量在手术后给予。这种剂量的改变对于采取中效和长效胰岛素治疗糖尿病的患者手术前同样适用。另外,短效和胰岛素应该在手术前和手术后一段时间内被撤除。

正在服用口服降糖药的患者手术前应该停止服药。术前应该通过调整静脉滴注葡萄糖和胰岛素用量比例来维持血糖水平。术前应该监测患者的饮食和血糖水平,必要时调整胰岛素用量。

总体上,为了避免吸入和呕吐而实施饮食限制,手术前血糖管理的主要目的是避免低血糖。然而,手术应激常常导致对胰岛素需要量的增加^[26],这是由于类似生长激素、胰高血糖素、肾上腺素和去甲肾上腺素等拮抗激素分泌的增加。糖异生的前体物质例如氨基酸、游离脂肪酸、乳酸在手术应激时也是增加的。正常情况下,这会促发胰岛素分泌,从而阻止分解代谢和蛋白质分解。由于糖尿病患者在手术时通常缺乏胰岛素,患者创面愈合的时间更长,会经历更长的蛋白质分解期。

表 2.1 外科手术前的风险评估		
危险分类	典型的检查	术前推荐
低危		
出血少、低血压或心梗概率低,手术时间<2.5 小时	截趾或前掌截肢、切开术或到踝部的引流、轻到中度的重建(例如外生骨疣切除术)、软组织修复和转移	心电图、适当的实验室检查
中危		
可能有明显的血液丢失,手术时间>2.5 小时,更广泛的血管检查和治疗,可能的手术前应激试验,终末期肾病和(或)正在透析,最近 6~12 个月内心梗史	广泛的重建病例如单独或多发的足与踝关节融合术,矫形外科,广泛的切开引流手术,可能的足/踝、膝以下截肢手术	根据病史进行术前评估,主要包括心电图、适当的实验室检查、可能心脏应激试验,血型 and 交叉配血试验
高危		
最近 6 个月内有心肌梗史,可能有明显的失血	包括有危及肢体的严重感染、全身表现,需急诊手术	限于保肢手术前,可能已需要外科干预,术前评估病史,包括心电图、适当的化验检查,可能行心脏应激试验,血型 and 交叉配血试验

表 2.2

理想值及其意义

检查项目	理想值	危险值	意义
HbA1c	< 7%(非糖尿病为 4.8%~5.9%)	>8% 神经系统并发症	达标值可以降低血管和神经系统并发症
血糖(空腹)	90~130 mg/dL	<50 或 >450 mg/dL	减少糖尿病并发症
血糖(餐后峰值)	<180 mg/dL	<50 或 >450 mg/dL	减少糖尿病并发症
WBC	$(4\sim11) \times 10^9/L$	$(<2 \text{ 或 } >30) \times 10^9/L$	可以预示感染或免疫抑制
分类(%)	中性:50~70 杆状:0~5 淋巴:18~42 单核:2~11 嗜酸:1~4 嗜碱:0~2	超过或低于正常范围	可以预示感染、恶性疾病或免疫抑制
血红蛋白	女性: 12~16 g/dL 男性: 14~18 g/dL	超过或低于范围值	说明贫血或失血
血细胞比容	女性:36%~48% 男性:40%~52%	<25% 或 >60%	说明贫血或缺血
血小板	$(150\sim440) \times 10^9/L$	$(<50 \text{ 或 } >999) \times 10^9/L$	可说明出血、自身免疫疾病、恶性病、脾大、炎症或慢性感染
INR	0.9~1.1, 除非以下情况: 2~3: 预防和治疗 VTE, 组织心脏瓣膜, 瓣膜性心脏疾病, 房颤 2.5~3.5 心脏机械瓣	>5 或 低于参考范围	可降低治疗效果或增加内脏出血机会
PTT	22~35.0; 肝素的参考范围; 60~100 s	>50 s 或 低于参考范围	可降低治疗效果或增加内脏出血机会
A/C 比值	< 30 $\mu\text{g}/\text{mg}$	>30 $\mu\text{g}/\text{mg}$	微量白蛋白尿, 糖尿病合并心血管病的独立危险因素
肌酐清除率	女性: 75~115 mL/min 男性: 85~125 mL/min	超过或低于范围值	
血脂: LDL-C(空腹)	无 CVD, <100 有 CVD, <70	超过参考范围值	可能需要药物治疗和饮食改变
血脂: HDL-C(空腹)	女性: >50 男性: >40	超过参考范围值	可能需要药物治疗和饮食改变
三酰甘油(空腹)	<150	超过参考范围值	可能需要药物治疗和饮食改变
成人生命体征: 心率	60~100 次/分	超过或低于参考范围	可说明许多器官情况或继发于药物治疗、疼痛或感染
成人生命体征: 呼吸	12~20 次/分	超过或低于参考范围	可说明许多器官情况或继发于药物、疼痛或感染
成人生命体征: 血压	收缩压 90~130 mmHg 舒张压 60~90 mmHg	>180/110 mmHg 需要立即被关注	血压增高伴随着 CV 事件和死亡率增加

A/C 比值: 尿白蛋白/肌酐; CV: 心血管; CVD: 心血管疾病; PTT: 部分凝血酶原时间; VTE: 静脉血栓; WBC: 白细胞计数。

这些结果来自于以下资源: Joslin Diabetes Center and Joslin Clinic: Clinical Guidelines for Adults with Diabetes, 10/20/2006; American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes—2007. Diabetes Care 2007; 30: S5–41; Ansell J, Hirsh H, Poller L, et al. The pharmacology and management of the vitamin K antagonists: The Seventh ACCP Conference on Antithrombotic and Thrombotic Therapy. Chest 2004; 126: 204S–233S.

糖尿病患者的围手术期处理

现在存在着一种倾向,即外科医师认为,一旦患者麻醉,就进入相对稳定状态,直至手术结束。然而,外科手术会对身体造成急性创伤,这将引起患者对这一系列正进行的生理改变产生反应,应在术前做好准备以进行应对。尽管处于麻醉状态,身体仍可对于引起创伤的外科手术产生反应,通过一系列神经内分泌改变而促进机体生存。

缺血会引起液体在血管内外空间发生分流以维持心脏和血压。这是一个需要消耗储存在体内的能量的激活过程。外科手术时或手术后一段时间,来自于肌肉和肝脏的糖原分解的葡萄糖水平可以降低,引起肌肉组织分解,保证必需的葡萄糖和蛋白质供应以满足组织愈合过程。一旦外科恢复开始,肌肉的分解将停止,组织能够重新得到补充。

在糖尿病患者,外科手术启动了生物学资源的改变,尤其是当液体明显丢失时。能量被驱动以对抗循环受损,与之相伴的是为创面修复提供底物的分解代谢,但是此过程中肌肉组织减少。最终,一旦创面愈合,分解代谢就被合成代谢取代。正如以前讨论的,手术时的胰岛素缺乏可以促发这种分解代谢,因此,手术中应该监测血糖以防止高度应激状态下的蛋白质分解。

缺氧、低血压和疼痛都是强力的下丘脑刺激因子。因此,手术中的并发症可以促发糖尿病患者神经内分泌事件,引起严重低血压。一旦外科手术切开开始,额外的下丘脑刺激便可产生,导致自主神经的激活和垂体激素的释放。结果,去甲肾上腺素进入血液循环,引起儿茶酚胺类释放,后者具有降低胰岛素和增加胰高血糖素的作用。手术时,胰岛素水平是下降的,非糖尿病患者逐渐反应并使之升高;然而在糖尿病患者,他们胰岛素释放并升高的能力受损,将引起较长时间的高血糖和发生前面讨论过的相关反应。

低氧张力也影响着创面的愈合,这是由于糖尿病相关的大血管和微血管病变所致。一项研究证实,手术中吸入 80% 的氧和手术后 2 小时吸入 60% 的氧可以减少腹部手术创面的感染^[27]。然而,尚没有前瞻性的数据来证明这种方法可减少糖尿病患者手术后感染的危险性。

最后,可以减轻与手术有关的心脏危险因素。钽灌注试验证明 β -受体阻滞剂可治疗异常的高危患者,例如围手术期使用比索洛尔和阿替洛尔。这可以使手术

后的死亡率和心肌梗死率明显下降^[28,29]。而且,这种作用可以持续到手术后的 6 个月。

结论

从百分率计算的结果来看,糖尿病患者相对于非糖尿病患者需做更多手术,这与疾病的并发症有关。糖尿病患者手术前的准备包括血糖得到满意控制以确保手术过程中人体所需的能量。进而,应该在手术前评估心血管危险因素,以使外科手术的致残率和死亡率的风险降至最低。理想情况下,糖尿病患者手术前应该进行充分准备,以最大限度地降低手术风险。这些患者的外科手术由于需要血糖控制满意而难以平衡。另外,外科医师必须牢记,让患者做手术是开始了复杂的过程,如手术后创面愈合下降,感染风险增加以及长时间的组织分解代谢。通过仔细的围手术期监测,降低需行手术的糖尿病患者的相关风险是完全可能的。

致谢

作者感谢 Emily 和 Jeremy Cook 对于表 2.2 所做出的贡献。

(许樟荣 译)

参考文献

1. Wild S, Roglic G, Green A, et al. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 2004;27(5):1047-1053.
2. Gregg EW, Sorlie P, Paulose-Ram R, et al. Prevalence of lower-extremity disease in the US adult population >40 years of age with and without diabetes: 1999-2000 national health and nutrition examination survey. *Diabetes Care* 2004;27(7):1591-1597.
3. Healthcare Cost and Utilization Project (HCUP), Nationwide Inpatient Sample, 2001, 2002. Available at: <http://www.hcup-us.ahrq.gov>.
4. Apelqvist J, Ragnarson-Tennvall G, Persson U, Larson J. Diabetic foot ulcers in a multidisciplinary setting: an economic analysis of primary healing and healing with amputation. *J Intern Med* 1994;235:463-471.
5. Ramsey SD, Newton K, Blough D, et al. Incidence, outcomes, and cost of foot ulcers in patients with diabetes. *Diabetes Care* 1999;22(3):382-387.
6. American Diabetes Association Consensus Statement. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care* 2006;29:S4-42.
7. Garber AJ, Moghissi ES, Bransome ED Jr, et al. American College of Endocrinology position statement on inpatient diabetes and metabolic control. *Endocr Pract* 2004;10:77-82.
8. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive therapy of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993;329:977-986.
9. Rassias AJ, Marrin CA, Arruda J, et al. Insulin infusion improves neutrophil function in diabetic cardiac surgery patients. *Anesth Analg* 1999;88(5): 1011-1016.
10. Golden SH, Peart-Vigilance C, Kao WH, et al. Perioperative glycemic control and the risk of infectious complications in a cohort of adults with diabetes. *Diabetes Care* 1999;22(9):1408-1414.

11. Furnary AP, Zerr KJ, Grunkemeier GL, et al. Continuous intravenous insulin infusion reduces the incidence of deep sternal wound infection in diabetic patients after cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 1999;67:352-362.
12. Pomposelli JJ, Baxter JK III, Babineau TJ, et al. Early postoperative glucose control predicts nosocomial infection rate in diabetic patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1998;22:77-81.
13. Bagdade JD, Stewart M, Walters E. Impaired granulocyte adherence: a reversible defect in host defense in patients with poorly controlled diabetes. *Diabetes* 1978;27:677-681.
14. Shaw JE, Boulton AJ. The pathogenesis of diabetic foot problems: an overview. *Diabetes* 1997;46(Suppl 2):S58-61.
15. Doxey DL, Ng MC, Dill RE, et al. Platelet-derived growth factor levels in wounds of diabetic rats. *Life Sci* 1995;57:1111-1123.
16. Lerman OZ, Galiano RD, Armour M, et al. Cellular dysfunction in the diabetic fibroblast: impairment in migration, vascular endothelial growth factor production, and response to hypoxia. *Am J Pathol* 2003;162(1):303-312.
17. Werner S, Breiden M, Hubner G, et al. Induction of keratinocyte growth factor expression is reduced and delayed during wound healing in the genetically diabetic mouse. *J Invest Dermatol* 1994;103:469-473.
18. Mansbridge JN, Liu K, Pinney RE, et al. Growth factors secreted by fibroblasts: role in healing diabetic foot ulcers. *Diabetes Obes Metab* 1999;1:265-279.
19. Takehara K. Growth regulation of skin fibroblasts. *J Dermatol Sci* 2000;24(Suppl 1):S70-77.
20. Kosinski EJ, Pippin JJ, Kozak GP. Preoperative evaluation of the diabetic patient. In: Kozak GP, ed. *Management of diabetic foot problems*. Philadelphia: Saunders; 1984:133-143.
21. Mahar LJ, Steen PA, Tinker JH, et al. Perioperative myocardial infarction in patients with coronary artery disease with and without aorta-coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978;76:533.
22. Tinker JH. Perioperative myocardial infarction. *Semin Anesth* 1982;3:253.
23. Tarhan S, Moffitt EA, Taylor WF. Myocardial infarction after general anesthesia. *JAMA* 1972;220:1451.
24. Goldman L, Caldera DL, Nossbaum SR, et al. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *N Engl J Med* 1977;297:845.
25. Hood DB, Weaver FA, Papnicolaou G, et al. Cardiac evaluation of the diabetic patient prior to peripheral vascular surgery. *Ann Vasc Surg* 1996;10:330-335.
26. Rümelin A, Nietgen M, Pirlich PT, et al. Postoperative pattern of various hormonal and metabolic variables. *Curr Med Res Opin* 1999;67:353-360.
27. Greif R, Ake O, Horn HP, et al. Supplemental perioperative oxygen to reduce the incidence of surgical-wound infection. *N Engl J Med* 2000;342:161-167.
28. Poldermans D, Boersma E, Bax JJ, et al. The effect of bisoprolol on perioperative mortality and MI in high-risk patients undergoing vascular surgery. Dutch echocardiographic cardiac risk evaluation applying stress echocardiography study group. *N Engl J Med* 1999;341:1789-1794.
29. Mangano DT, Layug EL, Wallace A, Tateo I. Effect of atenolol on mortality and cardiovascular morbidity after noncardiac surgery. *N Engl J Med* 1996;335:1713-1720.

核医学成像在糖尿病足中的实用性

引言

病程长的糖尿病患者常伴有神经病变和免疫系统损伤,这使得临床医学处理和医学影像的各个方面将毫无例外地面临挑战。临床上典型的神经病变患者,无论他们是否伴有自主神经病变,都易患隐匿性的损伤。基于以上现状,糖尿病患者通常受累于损伤,这些损伤导致感染或者创伤愈合并发症,因而提高了糖尿病患者的致残率和死亡率。在最初应用于诊断领域时,核医学成像能证实显著的临床和生理学信息。用这种最常用的技术手段可记录重要的身体细微变化,诸如血液流入器官或肢体,骨反应如关节病、挫伤或骨折,以及感染导致的血白细胞蓄积。不管患病种类如何,核医学成像的原理总是相同的,但它对诊断患有结构性异常、急性关节病以及感染并存时的患者尤为有效。

历史性回顾

1896年,亨利·贝克勒尔(Henri Becquerel)首先发现了放射现象。他的助手玛丽·居里从中受到启发,通过研究和分析铀及其副产物,分离出钋和镭。1903年,贝克勒尔、玛丽·居里和皮埃尔·居里分享了这一领域的诺贝尔物理学奖。1911年,由于对铀及其衰变产物放射性的研究,玛丽·居里再次获得诺贝尔化学奖。对镭的研究发现了它的治疗特性,这为今天的核医学成像应用于临床医学和治疗学奠定了基础。

虽然核医学成像技术的出现可追溯到20世纪初期,但直到1951年,Benedict Cassen才发明出第一台同位素成像扫描仪——线性扫描机。1952年,Hal

Anger发明了第一台闪烁照相机——Anger照相机,这就是现在相机系统的原型。随着时间的推移,它在肌肉骨骼成像方面的发展应用于病理学特别分型的研究。到了20世纪80年代,计算机断层扫描成像技术的发展使核医学进入到了断层成像的时代,单光子发射计算机断层成像(SPECT)系统成为核医学成像发展的前沿。这种断层成像技术最初应用于脑和心脏成像的研究,现在SPECT可应用于全身各个器官系统,本章后面的部分会举例说明这种成像技术。

尽管核医学技术可有助于各个器官系统的研究,但受益最大的可能还是肌肉骨骼系统的成像。核医学成像有助于下肢新生物(软组织和骨)、高凝状态如镰状细胞贫血、深静脉血栓、骨折、挫伤以及包括骨和关节感染在内的一系列关节病的研究。核医学成像可用于放射性标记白细胞和抗体显像,这极大地帮助了感染的诊断,尤其是在下肢急慢性炎症方面。治疗后核医学成像复查可检查出是否发生无痛性或亚临床感染。复杂的足踝部畸形诸如夏柯足合并溃疡和感染,给外科手术带来了严峻的挑战,辅助成像技术如核医学成像有助于清晰显示这些肢体的受侵害状况。对这种成像模式性能的科学综述和对常用放射性标记的成像技术的解读将阐明核医学成像对鉴别糖尿病的下肢并发症,包括夏柯足和软组织或骨的感染的临床实用性。

科学原理

核医学成像的临床价值在于它提供的可视性数据。放射性核素(放射性同位素)衰变产生放射性标记物发射能量,从而产生胶片成像。就像电子能使胶片感光一样,放射性核素通过发射 γ 、 α 或 β 射线,用几乎相同的方式使胶片感光。与X线片在胶片上产生

正像(黑背景白图像)不同,放射性核素发射出能量产生负像(白背景黑图像)。成像原理是非常简单的。X线片是将组织放于胶片前,放射照相是X线发射出所有能量,将胶片曝光成黑色,或X线穿透组织,组织吸收能量,致使很少的能量曝光胶片。能够吸收能量的组织,如骨、肌肉、肌腱,使得小部分能量传递到胶片上,产生一系列从白色到暗灰色不同的色度。像肌肉、肌腱、脂肪、皮肤这些软组织,吸收较少的能量,只是阻断一小部分X线能量,使得胶片上形成不同色度灰度的像。放射性核素产生图像时,能量从组织内发射出来,待离开肢体或器官时,能量已消耗,随后使胶片感光。核医学成像方法就是将核素植入组织或者感兴趣的区域。因此,同位素连接化合物,化合物携带同位素到靶向器官或组织。放射性化合物(放射标记的化合物)是指同位素连接化合物,化合物携带同位素到靶向目标,同位素的主要能量传递给靶向器官或组织,这就是化合物放射性标记术。化合物与骨有一种自然的亲和力,使得同位素在骨组织聚集并产生图像。常规骨扫描就是使用放射性锝亚甲基二磷酸盐(Tc-MDP),这是一个很好的例子。骨羟基磷灰石晶体摄取亚甲基二磷酸盐,使得亚甲基二磷酸盐固定在晶体组织内。同位素锝也与晶体组织结合,在其生理半衰期内持续释放能量。不同的成像流程是化合物与同位素在不同的靶器官的特异性结合。每一种放射性化合物都有其既定的聚集比例,因此,成像方案也是千变万化。同位素的不同取决于其放出的能量和生理半衰期,因此,不同患者使用不同的剂量,以达到放射剂量最小化的目的。

骨和软组织成像

从目前的实际情况来看,肌肉骨骼成像技术主要使用放射性锝。放射性锝($^{99\text{m}}\text{Tc}$)半衰期很短,只有6小时,它可快速地标记生理性质与其相对应的化合物。这些复合物基本上是没活性的,不会产生过敏反应,相比于那些使用碘或者其他造影剂的成像模式,这是一个巨大的优势。放射性锝是一种不稳定的同位素,它的生理半衰期很短(放射性锝的甲基使其具有不稳定性,衰变很快,因此生理半衰期很短)。放射性锝发射出140 kV的低能 γ 射线,这是患者接受的最小的放射剂量。放射性锝的这些特质使其成为具有高质量成像特性的快速有效的同位素。放射性锝成像尤其适用于以下疾病的鉴别,包括:关节炎变化、无血管性坏死、撕脱骨折、引起骨髓扩张的疾病(例如镰状细胞病

和骨内肿瘤)、糖尿病性坏疽、纤维性结构不良、反射性交感神经营养不良、肥大型骨关节病、赘生物以及代谢异常。软组织或骨内任何部位的充血在放射性锝扫描中都呈高摄取区域。由骨折(手术导致的或外伤性的)、肥大型骨不连或已治愈的骨髓炎导致的骨性损伤在最初损伤后超过一年的持续性骨再塑中仍将出现充血(图3.1)。因此,对这些研究进行适当的解释说明需要彻底了解病史。单独的放射性锝可定位于人体多个器官系统,因此,只有同位素标记的化合物才能特异性地定位靶向。化合物决定哪些组织或器官系统可视化。简言之,化合物把同位素定位于靶向组织或器官,然后,同位素释放出辐射能量产生图像。值得注意的是,这些化合物经过血管内壁开始分类,许多已由肾脏系统清除(肾小管过滤和肾小球过滤)。因此,使用放射性锝的骨扫描需要高水合作用清除背景活性,来提高靶向组织或器官与背景的比例。为了达到这一目的,在注射与回流后,患者需要在2小时内喝32盎司(0.9 kg)的液体用于第三期的扫描。在严重的外周血管疾病和肾血管损伤中,放射性化合物延迟传递,这降低了图像上靶向组织或器官与背景的比例。图3.1显示一个38岁的正常人,他的肾血管功能正常。图3.2和图3.5与之相反,糖尿病患者伴有多系统损伤(包括慢性肾衰),在第三期骨扫描图像中增加了背景辐射,降低了图像分辨率。

应用放射性锝($^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$)的三相骨扫描,可以通过比较其成像特征来鉴别蜂窝织炎、脓肿以及骨髓炎。蜂窝织炎在第一期呈高密度影,在整个第二期及

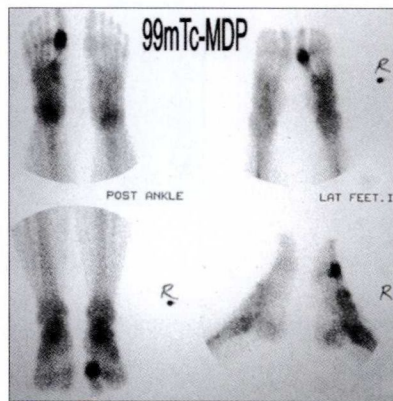


图3.1 $^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$ 扫描显示第一跖趾关节硅胶植入术后一年滑膜炎。三期扫描证实植入物的局限性充血。但不能判断是否发生感染。前足小骨易于鉴别,可在多矩形面中成像,有助于区分骨与相邻的软组织。

第三期呈低密度影。软组织脓肿则在第一、二期核素高摄取,如果没有病理上的骨累及,在第三期核素低摄取。三相骨扫描的第三期显示同位素的骨吸收,有助于区分软组织和病理骨组织。第二期及第三期的斜位成像通常能够有效地区分软组织结构和线样骨脓肿。相反的,骨髓炎在三期成像上表现为局部摄取的增加。需要特别强调的是由于无法区分局部增强的充血影像结构的病因学,仅凭 ^{99m}Tc -MDP 的三期骨扫描成像是不能诊断骨髓炎的。最后的诊断需要进一步的影像检查确定活检部位来保证诊断的正确性。虽然骨扫描对许多具有充血病理过程的疾病敏感,但是缺乏特异性,因此,只能作为筛查的一种手段。

通常我们不会讨论骨髓炎和化脓性关节炎在常规骨扫描形态上的区别,然而我们知道这两种疾病不仅在临床上具有各自的特征,而且在 NMI 上的表现也是截然不同的。化脓性关节炎有可能区分受累的关节和外周结构完全不同的软组织,甚至与关节周边邻近的组织。尽管最初图像的化脓性关节炎与骨髓炎相同,但随着疾病的发展,两种疾病的图像则是截然不同的。就骨髓炎来说,受累的骨会产生一个高 ^{99m}Tc -MDP 的摄取图像,这一图像表现在临

床痊愈后还会存在很长时间。有经验表明,由于骨的重塑,这种高摄取图像会在临床痊愈后存在一年以上(MSJ)。相反,化脓性关节炎一旦达到临床愈合就会恢复到基线,一旦化脓性关节炎炎症消除,骨组织及其软组织则无残余充血,从而不伴有第三期同位素的摄取(图 3.2A~D)。

三期骨扫描对研究骨愈合也是非常有用的,任何引起骨重塑的状况都会在三期扫描的三个时段产生同位素高摄入区,由于相应的充血在骨损伤如骨折(医源性、病理性或外伤性),挫伤或错位将产生三个时段同位素摄取。 ^{99m}Tc -MD 扫描在对骨的延期愈合和不愈合进行分析时非常重要,在肥大或萎缩性不愈合病例中将产生特有的摄入模式。

感染图像

了解核医学白细胞成像中较常用同位素的物理特性是很重要的,因为这决定了放射性标记物的图像特性。表 3.1 概述了在感染性影像中最常用的同位素,下面将对在感染性影像中最常用的同位素进行综述。

自从 20 世纪 50 年代起,核医学成像技术就已经

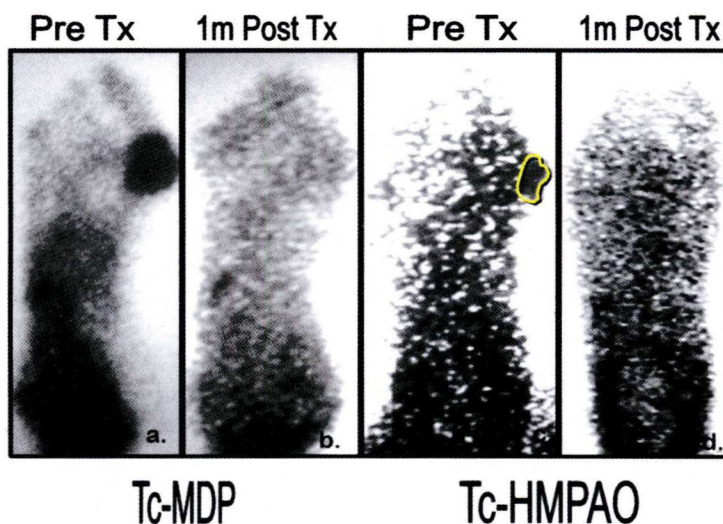


图 3.2 这是一例糖尿病患者在邦宁畸形部位患有长期溃疡并开始有急性红、热、肿和压痛,并排比较 Tc-MDP 三期和 Tc-HMPAO 化脓性关节炎的图像。(A)第一跖趾关节部位的阳性 Tc-MDP 三期扫描图像,在清创手术和抗生素治疗前表现为近端趾骨基和第一跖骨头区域活性增加,斜位显示第一跖趾关节远离第二跖趾关节,从而排除了相关关节的受累, ^{99m}Tc -MDP 图像的特点在此分辨率下足以使小的跖骨分开。(B)治疗后 ^{99m}Tc -MDP 图像证实了无残余的骨重塑,支持化脓性关节炎的临床愈合。(C)为清创术和抗生素治疗前 ^{99m}Tc -HMPAO 图像,显示出兴趣区的外部轮廓,其活性区域小于在 ^{99m}Tc -MDP 图像上所示较小,提示只有局部内侧隆起受累, ^{99m}Tc -HMPAO 图像靶区背景比值较 Tc-MDP 的图像为低。(D)使用口服抗生素治疗 4 周,停药 3 周后 ^{99m}Tc -HMPAO 图像,在延迟缝合前培养证实第一跖骨头无感染存在。