

创伤 骨科核心知识

Trauma

CORE KNOWLEDGE
IN ORTHOPAEDICS



原著 Roy Sanders

主译 姜保国

 人民卫生出版社

全國 骨科核心知識

Thomson

骨科核心知識
THE ESSENTIALS OF ORTHOPEDICS



骨科
核心知識

骨科核心知識

创伤 骨科核心知识 Trauma

CORE KNOWLEDGE IN ORTHOPAEDICS

原 著
主 译
副主译
译 者

王天兵	徐海林	陈建海	党 育	张培训	杨 明
熊 建	殷晓峰	朱前拯	芦 浩	王艳华	郁 凯
寇玉辉	王维彬	韩 娜	王 静	王 瑾	张 丞
罗 伟	姜柏林	徐人杰	白 露	武京伟	周 靖
李堃源	韩大成	李恒超	邓 磊		



人民卫生出版社

Trauma: CORE KNOWLEDGE IN ORTHOPAEDICS

Roy Sanders

ISBN: 978 - 0 - 323 - 03424 - 1

Copyright © 2008 by Mosby. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by the Proprietor.

ISBN: 981 - 272 - 181 - 9/978 - 981 - 272 - 181 - 5

Copyright © 2009 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd. All rights reserved.

Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

3 Killiney Road

#08 - 01 Winsland House I

Singapore 239519

Tel: (65) 6349 - 0200

Fax: (65) 6733 - 1817

First Published 2009

2009 年初版

Printed in China by People's Medical Publishing House under special agreement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this law is subject to civil and criminal penalties.

本书中文简体版由人民卫生出版社与 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 合作出版。本版仅限在中国境内(不包括香港特别行政区及台湾)出版及销售。未经许可之出口,视为违反版权法,将受法律之制裁。

图书在版编目(CIP)数据

创伤 骨科核心知识/姜保国主译. —北京:人民卫生出版社,2009.7

ISBN 978 - 7 - 117 - 11801 - 9

I. 创… II. 姜… III. 骨损伤 - 诊疗 IV. R683

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 056547 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.hrhexam.com	执业护士、执业医师、 卫生资格考试培训

图字:01 - 2008 - 4642

创伤 骨科核心知识

主 译: 姜保国

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010 - 67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010 - 67605754 010 - 65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 889 × 1194 1/16 印张: 24.5

字 数: 989 千字

版 次: 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 11801 - 9/R · 11802

定 价: 78.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010 - 87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

敬 告

本书的作者、译者及出版者已尽力使书中的知识符合出版当时国内普遍接受的标准。但医学在不断地发展，随着科学研究的不断探索，各种诊断分析程序和临床治疗方案以及药物使用方法都在不断更新。强烈建议读者在使用本书涉及的诊疗仪器或药物时，认真研读使用说明，尤其对于新的产品更应如此。出版者拒绝对因参照本书任何内容而直接或间接导致的事故与损失负责。

需要特别声明的是，本书中提及的一些产品名称（包括注册的专利产品）仅仅是叙述的需要，并不代表作者推荐或倾向于使用这些产品；而对于那些未提及的产品，也仅仅是因为限于篇幅不能一一列举。

本着忠实于原著的精神，译者在翻译时尽量不对原著内容做删节。然而由于著者所在国与我国的国情不同，因此一些问题的处理原则与方法，尤其是涉及宗教信仰、民族政策、伦理道德或法律法规时，仅供读者了解，不能作为法律依据。读者在遇到实际问题时应根据国内相关法律法规和医疗标准进行适当处理。

参编人员名单

JEFFREY ANGLIN, MD, FACS

Professor and Chairman, Department of Orthopaedics, Indiana University, Indianapolis, IN

MICHAEL T. ARCHDEACON, MD, MSE

Associate Professor, University of Cincinnati, Cincinnati, OH; Director, Division of Musculoskeletal Traumatology, Associate Professor, University Hospital, Cincinnati, OH

BRIAN BADMAN, MD

Orthopaedic Surgeon, Department of Orthopaedic Surgery, Hendricks Regional Health, Danville, IN

CARLO BELLABARBA, MD

Associate Professor, Harborview Medical Center, University of Washington School of Medicine, Seattle, WA

BRETT R. BOLHOFNER, MD

Director of Orthopaedic Trauma, Bayfront Medical Center, St. Petersburg, FL

JOSEPH BORRELLI, JR., MD

Professor and Chairman, Department of Orthopaedic Surgery, University of Texas-Southwestern Medical Center, Dallas, TX

MICHAEL P. CLARE, MD

Director of Fellowship Education, Foot and Ankle Fellowship, Division of Foot and Ankle Surgery, Florida Orthopaedic Institute, Tampa, FL

CORY A. COLLINGE, MD

Staff Physician, John Peter Smith Orthopaedic Residency Program, Fort Worth, TX; Director of Orthopaedic Trauma, Harris Methodist Hospital, Fort Worth, TX

THOMAS G. DiPASQUALE, DO

Affiliate Assistant Professor, Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, University of South Florida, Tampa, FL; Clinical Associate Professor, Orthopaedics, Michigan State University, East Lansing, MI; Associate Director of Orthopaedic Trauma Service, Tampa General Hospital, Tampa, FL

A. SAMUEL FLEMISTER, JR., MD

Associate Professor of Orthopaedics, Department of Orthopaedic Surgery, University of Rochester School of Medicine, Rochester, NY

SETH I. GASSER, MD

Co-Director, Sports Medicine Department, Florida Orthopaedic Institute, Medical Director, Florida Orthopaedic Institute Surgery Center, Tampa, FL

GEORGE J. HAIDUKWYCH, MD

Orthopaedic Traumatologist, Florida Orthopaedic Institute, Tampa, FL

KEITH HEIER, MD

Chief, Department of Orthopaedics, Presbyterian Hospital of Plano, Plano, TX

DOLFI HERSCOVICI, JR., DO

Clinical Associate Professor, Orthopaedic Traumatologist, University of South Florida, Tampa, FL; Attending, Orthopaedic Trauma, Tampa General Hospital, Florida Orthopaedic Institute, Tampa, FL

ALFRED V. HESS, MD

Clinical Associate Professor, University of South Florida College of Medicine, Department of Surgery, Division of Plastic Surgery; Director, Division of Hand Surgery, Florida Orthopaedic Institute, Tampa, FL

ANTHONY F. INFANTE, JR., DO

Clinical Faculty Orthopedics, MSU School of Osteopathic Medicine, Michigan State University, East Lansing, MI; Orthopedic Trauma Faculty, Tampa General Hospital, Tampa, FL; AO Teaching Faculty, AO North America; Vice Chief of Staff, South Bay Hospital, Sun City Center, FL

ERIC M. LINDVALL, DO

Assistant Clinical Professor, University of California–San Francisco, Fresno Medical Education Program, Fresno, CA; Orthopaedic Traumatologist, Community Regional Medical Center–Fresno, Fresno, CA

FRANK A. LIPORACE, MD

Assistant Professor, Department of Orthopaedics–University of Medicine and Dentistry of New Jersey–New Jersey Medical School, Newark, NJ

MARK A. MIGHELL, MD

Instructor of Surgery, Uniformed Services, University of the Health Sciences, F. Edward Hebert School of Medicine, Bethesda, MD; Co-Director, Division of Shoulder and Elbow Surgery, Florida Orthopaedic Institute, Tampa, FL

WILLIAM M. RICCI, MD

Associate Professor, Orthopaedic Surgery; Chief, Orthopaedic Trauma; Director, Clinical Operations, Washington University Orthopaedics, St. Louis, MO; Attending Orthopaedic Surgeon, Barnes-Jewish Hospital, St. Louis, MO

H. CLAUDE SAGI, MD

Clinical Assistant Professor of Orthopaedics, University of South Florida; Director of Research, Orthopaedic Trauma Service, Florida Orthopaedic Institute, Tampa General Hospital, Tampa, FL

ROY SANDERS, MD

Chief, Department of Orthopaedics, Tampa General Hospital, Tampa, FL; Director, Orthopaedic Trauma Services, Florida Orthopaedic Institute, Tampa, FL

JULIA M. SCADUTO, ARNP

Florida Orthopaedic Institute, Tampa General Hospital, Tampa, FL

STEVEN SIEGAL, MD

Fellow, Division of Shoulder and Elbow Surgery, Florida Orthopaedic Institute, Tampa, FL

MICHAEL SIRKIN, MD

Chief, Orthopaedic Trauma Service, North Jersey Orthopaedic Institute; Assistant Professor, University of Medicine and Dentistry of New Jersey–New Jersey Medical School, Newark, NJ

STEVEN D. STEINLAUF, MD

Orthopaedic Surgeon, Orthopaedic Associates of South Broward; Chief of Orthopaedics, Memorial Regional Hospital; Foot and Ankle Surgeon, Cleveland Clinic, Weston, FL

NAZEEM VIRANI, MD

Research Fellow, Florida Orthopaedic Institute Research Foundation, Tampa, FL

KEITH WATSON, MD

Tarrant County Clinical Instructor, John Peter Smith Orthopaedic Surgery Residency Program, Fort Worth, TX; Harris Methodist Hospital, Fort Worth, TX

JEFF D. YACH, MD, FRCSC

Assistant Professor of Orthopaedic Surgery, Queen's University at Kingston, Kingston, Ontario, Canada; Orthopaedic Trauma Service Chief, Kingston General Hospital, Kingston, Ontario, Canada; Chief, Orthopaedic Trauma Service, Kingston General Hospital, Kingston, Ontario, Canada

计量单位换算表

本书为反映其英文原版之风格,并且避免反复换算带来不必要的计算错误,保留了部分英制计量单位。鉴于我国推广使用法定计量单位之要求,现将这些单位与法定计量单位的换算关系列表如下。本表仅供参考。

英制单位 (符号)	法定计量单位 (符号)	换算关系
埃 (Å)	米 (m)	$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$
盎司 (常衡) (oz)	克 (g)	$1 \text{ oz} = 28.35 \text{ g}$
盎司 (药衡) (oz)	克 (g)	$1 \text{ oz} = 31.10 \text{ g}$
盎司 (美液) (oz)	升 (L)	$1 \text{ oz} = 0.02957 \text{ L}$
盎司 (英液) (oz)	升 (L)	$1 \text{ oz} = 0.02841 \text{ L}$
磅 (lb)	克 (g)	$1 \text{ lb} = 453.59 \text{ g}$
标准大气压 (atm)	帕 (Pa)	$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$
达因 (dyn)	牛 (N)	$1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$
打兰 (美液) (dr)	升 (L)	$1 \text{ dr} = 0.0037 \text{ L}$
打兰 (英液) (dr)	升 (L)	$1 \text{ dr} = 0.00355 \text{ L}$
当量 (Eq)	摩尔 (mol)	$1 \text{ Eq} = 1 \text{ mol}$ (1 价离子)
当量 (Eq)	摩尔 (mol)	$1 \text{ Eq} = 0.5 \text{ mol}$ (2 价离子)
当量 (Eq)	摩尔 (mol)	$1 \text{ Eq} = 1/3 \text{ mol}$ (3 价离子)
尔格 (erg)	焦 (J)	$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$
辐透 (ph)	勒 (lx)	$1 \text{ ph} = 10^4 \text{ lx}$
格令 (gr)	克 (g)	$1 \text{ gr} = 0.064799 \text{ g}$
毫米汞柱 (mmHg)	帕 (Pa)	$1 \text{ mmHg} = 133.322 \text{ Pa}$
华氏度 (°F)	开/摄氏度 (K/°C)	$1 \text{ °F} = 5/9 \text{ K (°C)}^*$
加仑 (美) (gal)	升 (L)	$1 \text{ gal} = 3.785 \text{ L}$
加仑 (英) (gal)	升 (L)	$1 \text{ gal} = 4.546 \text{ L}$
居里 (Ci)	贝可 (Bq)	$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$
卡 (Cal)	焦 (J)	$1 \text{ Cal} = 4.18 \text{ J}$
夸特 (qr)	千克 (kg)	$1 \text{ qr} = 12.70 \text{ kg}$
夸脱 (美) (qt)	升 (L)	$1 \text{ qt} = 0.946 \text{ L}$
夸脱 (英) (qt)	升 (L)	$1 \text{ qt} = 1.137 \text{ L}$
拉德 (rad)	戈 (Gy)	$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$
雷姆 (rem)	希 (Sv)	$1 \text{ rem} = 10^{-2} \text{ Sv}$
厘米水柱 (cmH ₂ O)	帕 (Pa)	$1 \text{ cmH}_2\text{O} = 98 \text{ Pa}$
哩 (mi)	米 (m)	$1 \text{ mi} = 1609 \text{ m}$
伦琴 (R)	库每千克 (C/kg)	$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$
码 (yd)	米 (m)	$1 \text{ yd} = 0.914 \text{ m}$
品脱 (美) (pt)	升 (L)	$1 \text{ pt} = 0.473 \text{ L}$
品脱 (英) (pt)	升 (L)	$1 \text{ pt} = 0.568 \text{ L}$
蒲式耳 (美) (bu)	升 (L)	$1 \text{ bu} = 35.24 \text{ L}$
蒲式耳 (英) (bu)	升 (L)	$1 \text{ bu} = 36.37 \text{ L}$
英尺 (ft)	米 (m)	$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$
英寸 (in)	米 (m)	$1 \text{ in} = 0.0254 \text{ m}$

* 此为温差度量的换算。对于温度而言可按下式换算: 摄氏度 = 5/9 (华氏度 - 32)。

目 录

第1章 筋膜室综合征与开放性骨折	1
Michael Sirkin, MD	
第2章 多重创伤的思考	16
Jeff D. Yach, MD, FRCSC	
第3章 肱骨近端骨折	29
Mark A. Mighell, MD; Brian Badman, MD; and Nazeem Virani, MD	
第4章 肩胛骨骨折	49
Dolfi Herscovici, Jr., DO; and Julia M. Scaduto, ARNP	
第5章 锁骨骨折	60
Cory A. Collinge, MD, and Keith Watson, MD	
第6章 肱骨干骨折	69
Anthony F. Infante, Jr., DO, and Eric M. Lindvall, DO	
第7章 肱骨远端骨折	77
Michael T. Archdeacon, MD, MSE	
第8章 尺骨鹰嘴骨折和复杂的近端尺桡关节骨折脱位	89
Mark A. Mighell, MD, and Steven Siegal, MD	
第9章 前臂骨干骨折	104
Frank A. Liporace, MD	
第10章 桡骨远端骨折	120
Alfred V. Hess, MD	
第11章 脊柱骨折	142
Carlo Bellabarba, MD	
第12章 骨盆骨折	184
H. Claude Sagi, MD	
第13章 髌臼骨折	206
Thomas G. DiPasquale, DO	
第14章 股骨近端骨折	224
George J. Haidukewych, MD	
第15章 股骨干骨折	233
William M. Ricci, MD	
第16章 股骨远端骨折	249
Brett R. Bolhofner, MD	
第17章 膝关节脱位	263
Seth I. Gasser, MD	
第18章 胫骨平台和胫骨近端骨折	277
Eric M. Lindvall, DO	

第 19 章 胫骨干骨折	289
Jeffrey Anglen, MD, FACS	
第 20 章 Pilon 骨折	304
Joseph Borrelli, Jr., MD	
第 21 章 踝关节骨折与脱位	310
Keith Heier, MD, and Cory A. Collinge, MD	
第 22 章 距骨骨折	335
Eric M. Lindvall, DO	
第 23 章 跟骨骨折	341
Michael P. Clare, MD	
第 24 章 中足和前足骨折	354
A. Samuel Flemister, Jr., MD	
第 25 章 电刺激和超声在骨折愈合中的作用	369
Steven D. Steinlauf, MD	
索引	379

第 1 章

骨筋膜室综合征与开放性骨折

Michael Sirkin, MD

开放性骨折

分级

- ◆ 最常采用的开放性骨折分型分级系统是由 Gustilo 和 Anderson 提出的^[1]。尽管它在观察者之间只有中到低的可靠度(60%一致),但它仍然是应用最广泛的方案^[2-4]。
- ◆ 最初的分级在损伤时的急诊清创过程中便确定下来。最终的分级则要在清创术和闭合伤口后在手术室(OR)内完成,或许在几天或几次清创术以后^[3-5]。因为需要皮瓣覆盖伤口,所以,最初被定为Ⅲ-A型的骨折而后被重新评定为Ⅲ-B型并不少见。软组织的情况和状态是骨折分级中最重要的决定因素。

I 型

- ◆ I型开放性骨折是指带有皮肤损伤,伤口长度小于1cm,而且通常是由锋利的骨折端所造成的自内向外的损伤。并且带有轻微的肌肉挫伤,骨折模式是典型的单纯横断或斜断。在这些骨折中,感染率与闭合性骨折的情况类似。

II 型

- ◆ 在II型骨折中,开放性伤口在1~10cm之间,可能只有轻微的骨膜剥脱和轻度污染。也可能还有轻中度的粉碎性骨折成分。骨折模式是典型的短缩横断或斜断,伴有轻微的粉碎性骨折。

III 型

- ◆ 在III型骨折中,软组织有显著的挤压和损伤。伤口长度大于10cm并伴有广泛的骨膜剥脱和污染。骨折模式可能更复杂,合并有明显的粉碎性骨折。
 - ◇ 不是所有伤口小于10cm的骨折都被化分为II型。当伴有严重的软组织损伤或者污染时,应该将其确切地分为III型。所有开放性节段骨折都应被定为III型。

◇ 从1984年开始,根据血管的状态和伤口是否需皮瓣覆盖,III型骨折的分类已经被进一步划分^[6]。

III-A

- ◆ III-A型开放性骨折有足够的骨覆盖,而且创伤性伤口不需要皮瓣覆盖。

III-B

- ◆ 需要皮瓣覆盖,III型开放性骨折由A型转变为B型。典型的B型骨折是有更多的软组织压伤以及组织或骨缺损。它们常常被严重污染。
 - ◇ 覆盖选择可以包括旋转皮瓣,比如腿上的腓肠肌或比目鱼肌肌瓣。游离组织的转移可以用作肌瓣,比如背直肌、背阔肌或筋膜皮瓣(fasciocutaneous flap)。

III-C

- ◆ III-C型骨折是伴有血管损伤并且需要修复血管的开放性骨折。肌肉组织缺血可能是由于血管损伤所致。
 - ◇ 由于污染的程度,农业性损伤(farm injury)也被认为是III-C型损伤。
 - ◇ 农业性损伤和显著缺血的损伤两者都有较大的感染厌氧菌的危险。所以抗生素预防应该针对这些细菌类型。
 - ◇ 据报道,这种类型的骨折有很高的截肢率而且在一些病例中达到了50%^[6,7]。

最初的评估和治疗

- ◆ 开放性骨折经常是由高速或高能量的损伤所致,比如机动车事故,从高处跌落,或者行人被汽车撞到。无论何种原因所导致的骨折,都必须小心以免遗漏可能危及生命或肢体的相关损伤。护理应该整合一般的创伤或外科治疗(trauma or surgical service)。大多数情况下,在最初的24小时,这些患者应该被送到创伤中心,以避免遗漏任何其他非骨外科损伤。
- ◆ 在可能的情况下,最初的评估应该包括一个完整的病史。

可能对治疗产生影响的损伤的原因、位置以及时间都应该调查清楚。任何患者的并发症都应该被查明,尤其是那些影响患者治愈或预防感染(比如,糖尿病或者 HIV 感染状态)能力的并发症。吸烟、酗酒、无家可归、工作情况以及工人的赔偿,这一切都会影响结局而应该被认真考虑,尤其对那些严重的分级高的开放性损伤的患者^[8-12]。

- ◆ 除了密切观察损伤的肢端,还应该仔细检查神经和血管,包括踝臂指数,尤其对于那些肢端可能有循环受损、脉搏减弱或者高损伤系数的外伤(比如,膝关节脱位或者胫骨平台中部的骨折)。应该行完整的肌肉骨骼检查以免遗漏其他的损伤,尤其对于足、手和脊柱。任何有触痛的身体区域都应该拍片子,而对于无意识或插管的患者应该选择每一处有挫伤的部位。对于有多处损伤的患者,在第二次和第三次检查后再做出评估是必要的,以避免遗漏损伤^[13-15]。最常被遗漏的损伤^[16]发生在损伤最严重的患者中^[17]。这些方法将减少但不能避免遗漏损伤。
- ◆ 所有的损伤都应最先在急诊室(ED)里评估,并用无菌的敷料覆盖。直到患者进入手术室之前,敷料都应该留在原处。避免对创伤伤口的多次评估。如果最初的敷料是由一名低级的护理人员放置的,应避免其他更高级别的人员进行再评估。
- ◆ 应该用衬垫得当的夹板在无菌敷料的外面固定患肢。当患者在急诊室时,不按常规施行探查、冲洗和清创。在急诊室时也不按常规进行创伤伤口处的细菌培养。尽管细菌培养近 80% 是阳性^[1,18,19],但是当前推荐是预防性应用抗生素,但是晚期感染经常会包括不同的微生物^[20,21]。
- ◆ 应该尽可能早地预防性使用抗生素以降低感染的风险^[1,18]。
- ◆ 必须要确定破伤风免疫状态,而且以下情况要预防接种:
 - ◇ 如果距上次加强免疫 5 年以上,患者需要注射破伤风疫苗(Td)。
 - ◇ 如果距上次加强免疫 10 年以上,患者需要注射破伤风疫苗和人破伤风免疫球蛋白(human tetanus immunoglobulin, HTIG)。
 - ◇ 如果是 5 年以上且伤口已经感染破伤风杆菌,患者也应该接种 HTIG。

抗生素

- ◆ 在送往医院的同时,几乎所有的开放性骨折都被污染了。最常见的微生物是凝固酶阳性的葡萄球菌。在较高能量损伤或那些伴有较严重污染的伤口中,可能存在革兰阴性菌。厌氧菌可能存在于缺血性伤口或那些由于农业性损伤所致的伤口中^[18,19]。抗生素的选择应该考虑这些微生物来预防由其引起的感染^[22]。
- ◆ 在低等级(I型和II型)开放性骨折中,抗生素的使用应该涵盖革兰阳性和革兰阴性。应使用第一代头孢菌素,比如头孢唑林。首剂给予 2g 的负荷量,随后每 8 小时 1g 的维持量。环丙沙星已经被证明对这些低等级开放性骨折是有效的。最初剂量是 400mg/12h 静脉给药,手术清创术后

是 500mg/12h 口服给药^[23]。

- ◆ 对于较高等级的骨折(III-A 和 III-B),治疗的医生必须注意革兰阴性菌。必须使用氨基糖苷类以预防感染^[6]。庆大霉素,一天一次,这已经被证明是一种有效而安全的定量用法^[24]。这种定量方法具有较安全和有效的潜在优势。庆大霉素杀菌的有效性与其达到的最高峰值有关,而相关的中毒性肾损害与其持续的低水平有关。通过每天一次较高剂量的定量用药,这两方面都得到了优化。
- ◆ 对于 III-C 型的骨折(肢体伴有血管损伤和农业性损伤),更有可能出现厌氧菌感染。除了使用头孢唑林和庆大霉素以外,还必须使用青霉素 G 溶液每 4 小时 400 万单位。
- ◆ 以往抗生素治疗的持续时间是 7~10 天^[1]。推荐这个治疗时间很可能是拟合伤口愈合的持续时间(simulate the duration of wound healing)。尽管没有一个确定的持续用药时间,但对于非复杂性的 I 级或 II 级骨折现在推荐治疗时间是伤口闭合以后 24~48 小时。对于 III 级骨折,应该在确定的伤口闭合以后的 48~72 小时^[18,25]。

手术清创术

- ◆ 清创术的时机是有些争议的。尽管没有研究显示开放性骨折的延迟清创会有不利的结局,但是也没有研究曾把延迟手术作为治疗流程的一部分而观察过。一些研究表明 6 小时以内的开放性骨折的治疗与 6 小时以上(但通常在最初的 24 小时内)相比,感染率是没有差别的^[26-31]。然而这些研究的结论还是推荐早期清创,关于这个课题还需要更多的证据。在那些由于患者或制度的因素而推迟手术的病例中,还没有负面结果的报道。一项研究显示清创术被推迟 5 小时以上,感染率会增加^[32]。即使在这个问题上有着相当的争议,护理的标准治疗还是对紧急的开放性骨折立刻进行清创。
- ◆ 必须清除所有的坏死或被严重污染的组织。为了进行有效的清创,必须扩大创伤伤口。为了评估所有的肌肉和骨,必须充分暴露伤口。如果有两块分离的创伤伤口,最有利的是“连接两点”。这是保证对损伤区域的一个完整评估。如果不这样做,就会遗漏坏死或污染组织,而这些组织必须要被清除以预防感染。
- ◆ 一个彻底的清创术应该从外面开始直到骨骼。由皮肤边缘开始,然后是筋膜和肌肉,最后清洁和清理骨。
- ◆ 在表皮组织下的筋膜通常受到破坏,如果其失活或被污染,可以被清除出去。与一个被普遍支持的观念相反,开放性骨折不会降低筋膜室的压力,而如果观察到在筋膜下有过度肿胀,那么可能应进行预防性筋膜切开术。
- ◆ 肌肉活性的评估是通过它的收缩力(contractility)、肌韧性(consistency)、颜色(color)和出血量(the capacity to bleed)(4Cs)。应该清除所有无活性的肌肉和异物。
- ◆ 在大多数病例中,对骨的评估是从观察骨端开始的。有时候,为了更好地检查,要把骨折端转移到伤口外面。这便于外科医生发现在骨髓腔内或骨后方肉眼可见的污染。尽管需要全面的检查,但是应该注意尽可能使额外的骨膜

剥脱量最少。过度的骨膜剥脱将导致无血管骨,这会降低骨折愈合的能力。

伤口的冲洗

- ◆ 冲洗的主要目的是将伤口中的细菌数量减少到人体可以杀灭的水平。未能充分地清创或减少细菌数量可导致感染^[19]。目前使用冲洗液的常用量是3个3 L袋子,但有时可能有必要使用更多的量。更新型的用于辅助清创和冲洗的设备正在研究中,而且很有成功的希望^[33]。

添加剂

- ◆ 向冲洗溶液中加入添加剂已经受到质疑。与其他添加剂如橄榄油皂(castile soap)相比,添加到冲洗液里的抗生素,例如杆菌肽和多链丝霉素,只带来很小的效果,而且可能增加伤口并发症的发生率^[34]。这些添加剂总的重要作用很可能是作为一种去除污染的清洁剂。

输送方式

- ◆ 伤口冲洗有很多不同的方法。关节镜管下重力自流(gravity feed with arthroscopy tubing)、低压冲洗(球形注射器)以及高压冲洗是典型使用的方法。全部都是灌注大量液体以便减少伤口的细菌数量。高压冲洗对于清除污垢、碎屑和细菌是最有效的(尤其是在延时大于或等于3小时之后),但是可能会损伤骨^[35]。在早期,可能延迟骨折愈合,但对骨折愈合的过程来说,没有有害的影响^[36,37]。另外,多次冲洗可阻碍骨折愈合^[38]。在有显著污染的骨折中,现在推荐使用高压脉冲冲洗,因为骨折愈合将只会在早期被延迟。在那些骨折愈合在早期将被延迟和有轻微污染的病例中,球形注射器将同样有效^[37,39]。对使用高压灌注会将微粒碎屑推入伤口深处的担忧还没有被证实^[39]。

固定

- ◆ 即便不是全部,也是在大部分的开放性骨折中,是需要骨折固定的。它起到的作用是减少进一步的软组织损伤并保证骨与软组织的愈合。当开放性骨折固定时,疼痛就会减轻而活动度会增加。另外,骨折固定能保证最佳的伤口护理。
- ◆ 最初,在开放性骨折中,曾认为内固定术为禁忌。过去的理论认为只能以外固定术来治疗开放性骨折^[1]。随着抗生素的常规应用,软组织的仔细处理以及对损伤有更深入的理解,如果能正确应用指征,内固定术是可以被安全施行的。
- ◆ 固定的方法一些是保护软组织的,而一些不是。一般来说,石膏夹板和模具以及钢板被认为不能保护软组织,然而髓内钉和外固定被认为对软组织的损伤小。
 - ◇ 尽管在最初的评估之后,石膏或者纤维玻璃夹板是被强制用来固定开放性骨折的,但是它们不能用于开放性骨折处理的最终护理(definitive care)。它们不便于进行软组织处理,而且也不能充分地固定骨以达到必需的治疗目标。

- ◇ 在入院当天,大多数开放性骨折,应该避免用钢板固定。尽管晚期钢板固定术是安全的,尤其对于关节损伤,比如胫骨平台或累及胫距关节面的胫骨远端(pilon),但是在早期必须避免应用。一般而言,钢板的应用会增加软组织的分离、剥脱以及骨碎块的失活,所有这些都将增加感染率。对于开放性关节损伤,有理由进行一段时间的外固定,而对于骨干的骨折,可选择其他更好的方法,例如髓内钉。在大多数的病例中,前臂^[40-42]、肱骨^[43,44]以及踝的骨折都可以用钢板治疗,而不增加软组织的额外损伤,并且不增加任何感染率。
- ◇ 髓内钉固定术已经成为下肢开放性骨干骨折治疗的主要方式。这种治疗方法的感染、畸形愈合、不愈合的发生率低。患者很快恢复功能,而且在大多数病例中,髓内固定对于这些损伤的治疗要优于钢板或外固定^[45-48]。
- ◇ 外固定不仅在严重的关节骨折,而且在骨干骨折中都非常有用。骨干外固定的几条适应证包括:
 1. 在伤口极度污染的情况下,髓内插钉术会妨碍再次查看骨后方,或者当骨髓腔内有污染时阻碍清创。如果在骨的后方有广泛的肌肉损伤,外固定术是有益的。在这些病例中,固定器可以在二次清创时被切开并能重新检查骨髓腔以及进行进一步的清洁或清创。随后的手术中,可用髓内插钉术替代外固定术,并作为最终的手术治疗^[49,50]。
 2. 患有多重骨损伤(multiple orthopedic injury)的患者由于开放性骨折且身体状态非常虚弱以至于不能耐受髓内插钉术治疗,而外固定术施行起来能耐受、安全、有效。
 3. 伴有骨干骨折的关节周围合并损伤使髓内插钉术变得困难,因此,外固定术的作用无论是作为一种临时性措施,还是最终的治疗措施而变得很重要了。

术后的伤口处理

一期闭合

- ◆ 在开放性骨折中,如果清创术是由一名有经验的创伤外科医生完成的,并且他清除了全部的坏死组织和污染物,那么就可以施行一期伤口愈合。如果担心有较多的坏死组织或者污染物未被全部清除的可能,那么一期闭合是不可取的。
- ◆ 如果在术后早期的任何时候,存在任何伤口愈合不良的迹象,比如持续引流出液体、蜂窝组织炎或者化脓,这时患者应该被立即送回手术室中。

二期闭合

- ◆ 当处理有持续污染的伤口时,或者在初次清创后,怀疑有坏死组织形成时,伴有明显挫伤成分的骨折,二期伤口闭合可能是更安全且更有效的措施。延期闭合对于缺少经

验的外科医生或者对于面临为复杂性创伤伤口进行清创的专家也可能是有利的。

- ◆ 在清创术以及最终创伤闭合处理之前,处理创伤伤口有很多可行的方法。
 - ◇ 皮肤边缘的松弛复位而起到生物敷料的作用。必须注意不要对皮肤边缘施加张力,因为这会增加皮肤坏死的风险。皮肤残端的回缩会增加用于伤口治疗的游离组织的转移率。一些人支持使用橡胶圈来阻止皮肤边缘的回缩。

抗生素缓释系统(antibiotic bead pouch)

- ◆ 已经证实,在清创术时使用抗生素缓释系统,可以降低开放性骨折的感染率。将万古霉素和庆大霉素或妥布霉素与聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)混合并使其干结于聚丙烯纺织纤维或者钢丝上。一旦变硬,将抗生素缓释系统放置在伤口内之后,如有可能,可闭合皮肤或者用Ioban®单(3M公司)覆盖伤口。随着时间的推移,抗生素从PMMA中浸出并进入到开放性骨折所致的出血中。这种含有高浓度抗生素的血肿将使细菌的数量下降。另外它会防止组织分离。
- ◆ 进行最终的伤口闭合可选择用或不用抗生素缓释系统。对于无需骨移植的创伤,常规不植入抗生素缓释系统。正如Mescale所描述的那样,如果由于骨的缺失而计划进行骨移植的创伤,那么抗生素缓释系统就可用作占位物。最重要的是,要对抗生素缓释系统周围所形成的膜施压,因为已经发现这其中含有骨原细胞。

低压辅助下的伤口闭合

- ◆ 低压辅助闭合(vacuum-assisted closure,VAC)在开放性骨折中是一项有效的措施。它的使用使感染发生率降低,并减少因覆盖伤口而使用肌瓣。它能够促进肉芽组织的形成,这样可能就只需要移植皮肤。仍需要软组织覆盖时,VAC可降低所需皮瓣的面积。例如,直肌或筋膜皮瓣可用来代替阔肌瓣^[51,52]。

开放性伤口

- ◆ 当有大面积的挤压伤,以及由于非常原因所致的污染物存留在伤口中时,最好的方法是在一段时间内,使伤口保持完全开放。这样能够防止气性坏疽的发生,并使那些可能会滞留在伤口中的刺激物排出。

软组织覆盖

- ◆ 不同的皮瓣皆可用于开放性骨折的软组织覆盖。使用何种皮瓣取决于覆盖面积的大小以及需要的组织类型。
- ◆ 是否使用旋转皮瓣,或者是否需要游离组织的转移,取决于残余组织的面积,缺损的大小和外科医生的水平。经典教学中提到,近端胫骨由腓肠肌覆盖,中端胫骨由比目鱼肌覆盖,远端胫骨需要游离皮瓣,这些已经受到了下肢评估方案(lower extremity assessment project,LEAP)研究的挑战,该研究显示,游离皮瓣在各种胫骨的开放性骨折中皆表现较好^[53]。无论如何,旋转皮瓣在许多创伤中心被广

泛使用。

- ◆ 伤口闭合和软组织转移的时机应当尽早。尽管一些作者推荐立即皮瓣覆盖^[54-56],但是大部分外科医生仍然是在清创创伤伤口并且没有坏死组织之后进行皮瓣覆盖。一些研究显示,早期皮瓣覆盖会更好因其感染率较低^[56,57],尽管不总是这样^[58]。一条很好的原则就是,越早越好。在5~10天之后,皮瓣与较高的感染发生率相关^[59],然而,有证据表明VAC的使用能够改变这一时间进程^[60]。
- ◆ 近几年的一个发展趋势是,很多外科医生使用较少的游离皮瓣并且较多地采用延迟闭合和皮肤移植。这主要是得益于较先进的软组织处理技术以及VAC的应用^[52]。

骨筋膜室综合征

- ◆ 骨筋膜室综合征是在一个封闭的空间内由于压力升高而产生的一种状态,如果不加以治疗,会导致肌肉和细胞的死亡以及肢体的丧失。
- ◆ 骨筋膜室综合征出现在开放性和闭合性骨折中。几乎所有类型骨折都与骨筋膜室综合征相关^[61]。
- ◆ 骨筋膜室综合征最常见的部位是腿的前部和后深部的骨筋膜室,以及前臂的掌侧骨筋膜室^[62]。其他常见位置是小腿、前臂和大腿的其他骨筋膜室^[63]。
- ◆ 骨折是骨筋膜室综合征最常见的相关风险因素,其中胫骨是最多发的部位。年轻人更易出现与骨折相关的骨筋膜室综合征。其次常见的相关因素是软组织损伤和出血障碍或抗凝剂的使用^[62]。

病因

骨筋膜室综合征的病理生理学

- ◆ 正常组织压应当在0~4mmHg。组织灌注缘于舒张压和组织压之间的压差。血流顺着压力梯度使组织得到灌注。当组织压大于等于舒张压时,就无有效的组织灌注了。
- ◆ 典型情况下,缺血在4小时之内是可逆的。在4~6小时之后,结果就不能确定了,而在8小时之后会发生不可逆的损伤^[64]。
- ◆ 骨筋膜室综合征可能产生于过紧的敷料或模具。最初安装时留有空间的环状模具,可能由于损伤后的肢体肿胀而变紧。最初干燥的敷料在受到出血浸泡以后,也会由于血液的风干而变紧。其他来自外部而致使紧缩的因素还可能包括烧伤,这将使皮肤伸展无力而发生紧缩。
- ◆ 骨筋膜室内容积的增加可能由于骨筋膜室内的出血所致,这将增加压力。典型的出血原因包括骨折、血管和软组织损伤。
- ◆ 其他骨筋膜室内的容积增加可能由于损伤或创伤之后继发的肌肉肿胀。这种肌肉损伤可能与骨折相关,但并非是所有情形。烧伤、蛇咬^[65]、压伤,或者枪伤可以导致足够的损害而引发骨筋膜室综合征,而无骨折发生^[66]。
- ◆ 除了出血导致的压力增加,动脉损伤有可能在实施血管形

成术之后引起骨筋膜室综合征。缺血会破坏基底细胞膜,致使渗漏。随着血流的恢复,会发生水肿,结果使骨筋膜室内的压力上升。

诊断

主观评估

- ◆ 骨筋膜室综合征的临床表现被经典地表述成“5P”:疼痛(pain)、苍白(pallor)、瘫痪(paralysis)、无脉(pulselessness)、感觉异常(paresthesia)。这些对确立诊断骨筋膜室综合征并不可靠,而当已经存在缺血损伤时,这些体征与确诊骨筋膜室综合征的更具有有一致性。在大多数病例中已存在缺血损伤时,有效的治疗或解压皆为时已晚。
- ◆ 可触及的脉搏通常是存在的,除非发生动脉的损伤。在没有动脉损伤的情形下,骨筋膜室压有必要高于收缩血压,以阻止血液的涌入。
- ◆ 知觉变化和麻痹出现在缺血至少1个小时以后。
- ◆ 疼痛是所有临床体征中最早也是最重要的症状。尤其在受累的骨筋膜室处,常见与损伤不成比例的疼痛以及被动拉伸痛。不成比例的疼痛可能很难识别,但可被用作被动拉伸痛的一个补充。另一个略为可靠的、用以确定疼痛是否合适的方法是将肢端抬高。如果疼痛是由肿胀导致的,那么抬高肢端应该会减轻疼痛,否则,由骨筋膜室综合征引起的疼痛则会加剧。

临床体征的用途

- ◆ 尚未确定临床发现与良好的阴性预测值的相关性。换句话说,在没有临床体征的情形下,患者患骨筋膜室综合征的几率很小。
- ◆ 要知道这是以一个正常知觉检查为前提的。事实表明,伴有知觉改变症状的患者,如果吸毒、头部创伤、酗酒,或像精神分裂症那样的潜在疾病存在,可能其症状会被掩盖^[67]。
- ◆ 此外,当患者有了阳性临床发现时,这些发现的诊断敏感度很弱,因此往往需要其他测量手段来用于确定诊断,比如测量骨筋膜室压。

客观评估

- ◆ 客观评估之所以必要,是因为临床发现的敏感度弱,需要没有头部损伤或其他原因引起的知觉改变的神志清醒患者的配合。因此,较为客观的方法是测量骨筋膜室的压力。
- ◆ 测定骨筋膜室压力有几种方法,但是现今所有最为可行的方法是在骨筋膜室放入一枚针并测量其相应的室压。
 - ◇ 入针法最早是由 Whitesides 等人^[68]所描述的,并最早说明了使用标准医院用品测量室压的简便方法。尽管事实上要两个人,需要静脉内(IV)置管、测压计和三通阀。然而,当需要迅速而频繁地实施时,它甚至变成了一个便捷的操作。

- ◇ 由 Stryker® (Kalamazoo, MI) 生产的手动装置是很有用的,并试图让室压的测量在医院内变得更加简单和普遍。这个装置是自主式的,使用一次性的操作包,其中包括针和传感器装置。
- ◇ 除了以上的方法之外,动脉导管也可用来测量骨筋膜室内的压力。这种方法最初是用于动脉导管和监控器频繁使用的地方,比如像在手术室和重症监护病房中。
- ◆ 比较以上三种方法的准确性^[69]。其中最准确的方法就是使用裂隙导管来进行动脉测压, Stryker® 的监测方法也是准确的,而 Whitesides 的方法在患者护理方面缺乏准确性。边孔针或者裂隙导管要比直针更为准确,而后者容易高估压力。
- ◆ McQueen 推荐进行持续监测,为了减少骨筋膜室综合征的延期诊断和减压。在较早减压的患者中不会留下长期后遗症^[70]。持续监测或许并不是在所有的情况下都可以实现,但是在可行的时候应当予以考虑。
- ◆ 正在测试的非侵袭技术,如超声波^[71]和近红外线^[72],可能在未来实现。
- ◆ Heckman^[73]指明了骨筋膜室压并不均衡。最靠近骨折或损伤区域显示的压力最高,测量应在这些区域的5cm之内进行。此外,如果临床高度怀疑,而压力值不能证明骨筋膜室综合征时,应当在近端和远端确定压力最大的区域重复测量。前室和后方深室以及其他有临床症状的筋膜室都应该测量。
- ◆ Hargens 等人^[74]证明了筋膜室压大于30mmHg就会导致显著的肌肉坏死。Whitesides 等人^[75]指出骨筋膜室综合征更多地依赖于室压和血液舒张压之间的关系。其他人也已经证实了室压与舒张压之间的压力差是最重要的因素。压力差越小,对组织造成的伤害就越大。
- ◆ 目前推荐认为,当出现临床体征且室压与舒张压相差在20~30mmHg以内时,即存在骨筋膜室综合征^[64,76-78]。

治疗

- ◆ 关于急性骨筋膜室综合征的治疗,即降低骨筋膜室内的压力以实现组织的再灌注。
- ◆ 如果是由于外部的挤压物引起的骨筋膜室综合征而且还没有发生明显的肌肉损伤,那么去除紧缩的绷带或石膏即可减轻压力。如果及早通过简单地去除引起压力升高的敷料可逆转骨筋膜室综合征的发生。
- ◆ 如果是由于室内压力升高引起骨筋膜室综合征,那么切开皮肤与筋膜后,组织灌注必将会重新建立。切开筋膜可降低室压并增加与舒张压的压差,从而恢复组织的灌注与氧合。
 - ◇ 必须充分切开皮肤及其下的筋膜。如果其没有被充分切开,皮肤就会明显地阻碍压力下降^[79]。
- ◆ 早期减压已经被证实能有效地降低长期后遗症^[70,80]和减少赔偿风险^[81]。
- ◆ 发生胫骨骨筋膜室综合征的患者应该通过迅速减压来治疗,然后行稳定的内固定术^[82]。有一些证据支持这样一

个事实,在胫骨骨折中骨筋膜室综合征可延长其愈合的时间^[83]。

前臂

- ◆ 前臂中有3个骨筋膜室:浅层屈肌、深层屈肌以及伸肌室。前臂的骨筋膜室的开放开始于掌侧屈肌室的开放。
- ◆ 典型地,浅层和深层屈肌室可以通过单个切口而被开放。这种方法使用的皮肤切口起自近端到肘前窝然后穿过腕管延伸至掌侧^[75]。皮肤切口从内侧开始到肱二头肌肌腱并穿过肘横纹。它沿着肱桡肌的内缘从前臂的桡侧向下延伸并继续沿着尺侧纹横过手掌(图1-1)。

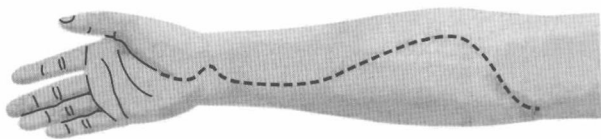


图1-1 典型地,浅层和深层屈肌室可以通过单个切口而被开放。这种方法被 Henry 描述过,使用的皮肤切口起自近端到肘前窝然后延伸至掌侧横过腕管。(引自 Browner, et al: Skeletal trauma, ed 3, Philadelphia, 2002, W. B. Saunders, Fig. 12-20.)

- ◆ 浅层骨筋膜室上面的筋膜很容易被辨认并且切开。重要的是,切开每一块深层室屈肌的筋膜是为了对掌侧前臂进行充分减压。
- ◆ 在完全松解屈肌之后,应该重新测定伸肌室内的压力,如果升高,则用背侧 Thompson 法来切开。使用的是从外侧髌到腕中线的直行切口,在确认腕短伸肌与指总伸肌之间的间隔后,行筋膜切开术。

小腿

- ◆ 小腿有4个骨筋膜室:后侧浅层和深层、前侧以及外侧室。
- ◆ 在大多数合并有小腿创伤的情况下,4个骨筋膜室必须被全部开放。有限的筋膜切开术几乎是没有意义的。
- ◆ 开放这些骨筋膜室可使用腓骨上面、位于正中的单切口^[84]或者用更经典的双切口筋膜切开术。
- ◆ 当行单切口筋膜切开术时,切口是从腓骨头沿腓骨延伸至踝。辨认前侧和外侧室之间的肌间隔,然后切开筋膜大概距肌间隔前侧1cm与后侧1cm。在外侧室后方的浅层后室容易辨认,并将其开放。外侧室向前回缩,而浅层后室向外回缩接触到深层后室。沿着腓骨后面的骨间膜触到深层后室,然后切开这个膜以开放此骨筋膜室。
- ◆ 双切口可替代性地被用于开放这4个骨筋膜室。第一个切口位于外侧并在前侧和外侧的骨筋膜室之间的中线上。在辨认清分隔他们的隔膜后,这两个骨筋膜室可被轻易地开放。第二个切口距胫骨远端三分之一后中缘的后侧1~2cm。在腓肠肌、比目鱼肌复合体上的筋膜要被切开,而在小腿远端三分之一里的深层骨筋膜室就暴露出来了。为了充分开放深层骨筋膜室,比目鱼肌桥(soleus bridge)必

须从胫骨后分离下来。这需要暴露覆盖在指伸肌上的筋膜以及深层后室。在切开这个之后,筋膜切开术就完成了。

大腿

- ◆ 大腿内有3个骨筋膜室:前侧、后侧以及内收肌室。典型的,只需开放前侧与后侧室。在开放了这两个骨筋膜室后,内收肌室的压力一般将不再升高或再需要开放。
- ◆ 室压的测量将确定哪些骨筋膜室受累,而且应该在开放前侧与外侧室之后进行。
- ◆ 使用外侧单切口来开放前侧和后侧室。髂胫束要断开,而骨外侧肌上的筋膜要被切开超过它的长度。然后肌间隔就能被分开从而开放后室。

术后护理

- ◆ 有几种可行的用于筋膜切开术后伤口护理的方法。可以使用含有三溴酚铋的无菌敷料或者类似的覆盖物,直到肿胀已经消退,而能进行延期的I期愈合或者分层皮片移植术。VAC敷料已经普遍地用于减少达到伤口闭合的必要时间^[85]。另一技术是使用管圈作为阻止皮肤断端回缩的工具并通过随后将其拉紧而实现伤口闭合。

参考文献

1. Gustilo RB, Anderson JT: Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses, *J Bone Joint Surg Am* 58:453-458, 1976.
- Classic Article: 673 open long-bone fractures treated from 1955 to 1968. Infection rate was 12% from 1955 to 1960 and 5% from 1961 to 1968. In a prospective study from 1969 to 1973, 352 patients were managed by a protocol consisting of irrigation and debridement and antibiotics for 3 days postoperatively. In grade I and II fractures, the infection rate was 2.5%, and grade III fractures were 9%.
2. Brumback RJ, Jones AL: Interobserver agreement in the classification of open fractures of the tibia: the results of a survey of two hundred and forty-five orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Am* 76:1162-1166, 1994.
- This study tested the reliability of the Gustilo and Anderson open-fracture classification. The level of agreement for the classification of each fracture was determined according to the largest percentage of observers who chose a single classification type. The average agreement among the observers for all 12 fractures was 60%. The overall agreement for each fracture ranged from 42% to 94%. The respondents were divided into groups based on their level of experience. The more the experience the surgeon had, the more the agreement there was.
3. Faraj AA: The reliability of the pre-operative classification of open tibial fractures in children a proposal for a new classification, *Acta Orthop Belg* 68:49-55, 2002.
4. Horn BD, Rettig ME: Interobserver reliability in the Gustilo and Anderson classification of open fractures, *J Orthop Trauma* 7:357-360, 1993.
- This study tries to assess the interobserver reliability of the Gustilo and Anderson classification. Agreement was determined by

kappa analysis, which demonstrated only moderate agreement. This seems to indicate that, although useful, the Gustilo and Anderson open-fracture classification system does have limitations; studies and treatment recommendations based on it should be interpreted with caution.

5. Gustilo RB, Anderson JT: JSBS classics. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses, *J Bone Joint Surg Am* 84-A:682, 2002.

6. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN: Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures, *J Trauma* 24:742-746, 1984.

This study looks at 87 type III open fractures and creates a new classification system in these injuries with massive soft-tissue injuries. The authors felt the current designation of type III was too inclusive. They created three sub types: Type III-A—Adequate soft-tissue coverage of a fractured bone despite extensive soft-tissue laceration or flaps or high-energy trauma irrespective of the size of the wound. Type III-B—Extensive soft-tissue injury loss with periosteal stripping and bone exposure. This is usually associated with massive contamination. Type III-C—Open fracture associated with arterial injury requiring repair. Wound sepsis in the three subtypes were: type III-A, 4%; III-B, 52%; and III-C, 42%; whereas amputation rates were, respectively, 0%, 16%, and 42%. The bacterial pathogens in infected open fractures have changed dramatically over the years. In the present series (1976 to 1979), 77% of infections were a result of gram-negative bacteria, compared with 24% previously (1961 to 1975). A change of antibiotic therapy from a first-generation cephalosporin alone to a combination of a cephalosporin and an aminoglycoside or a third-generation cephalosporin, is currently indicated in type III open fractures.

7. Gustilo RB, Gruninger RP, Davis T: Classification of type III (severe) open fractures relative to treatment and results, *Orthopedics* 10:1781-1788, 1987.

8. MacKenzie EJ, Bosse MJ, Kellam JF, et al: Early predictors of long-term work disability after major limb trauma, *J Trauma* 61:688-694, 2006.

9. Mackenzie EJ, Bosse MJ: Factors influencing outcome following limb-threatening lower limb trauma: lessons learned from the Lower Extremity Assessment Project (LEAP), *J Am Acad Orthop Surg* 14:S205-S210, 2006.

The lower extremity assessment project (LEAP) is a multicenter study of severe lower extremity trauma in the U.S. civilian population. At 2- and 7-year follow-ups, the LEAP study found no difference in functional outcome between patients who underwent either limb salvage surgery or amputation. However, outcomes on average were poor for both groups. This study and others provide evidence of wide-ranging variations in outcome following major limb trauma, with a substantial proportion of patients experiencing long-term disability. In addition, outcomes often are more affected by the patient's economic, social, and personal resources than by the initial treatment of the injury, specifically, amputation or reconstruction and level of amputation. A conceptual framework for examining outcomes after injury may be used to identify opportunities for interventions that would improve outcomes. Because of essential differences between the civilian and military populations, the findings of the LEAP study may correlate only roughly with combat casualty outcomes.

10. MacKenzie EJ, Bosse MJ, Kellam JF, et al: Characterization of

patients with high-energy lower extremity trauma, *J Orthop Trauma* 14:455-466, 2000.

This prospective study of 601 patients reports the demographic, socioeconomic, behavioral, social, and vocational characteristics of patients enrolled in a study to examine outcomes after high-energy lower extremity trauma (HELET) and to compare them with the general population; to determine whether characteristics of patients undergoing limb salvage versus amputation after HELET are significantly different from each other. Patients were followed up for 24 months post-injury. Characteristics of patients undergoing limb salvage versus amputation are also compared. Most patients were male (77%), white (72%), and between the ages of 20 and 45 years (71%). Seventy percent graduated from high school (compared with 86% nationally; $p < 0.05$). One fourth lived in households with incomes below the federal poverty line, compared with 16% nationally ($p < 0.05$). The percentage with no health insurance (38%) was also higher than in the general population (20%; $p < 0.05$). The percentage of heavy drinkers was over two times higher than reported nationally ($p < 0.01$). Study patients were slightly more neurotic and extroverted and less open to new experiences. When patient characteristics were compared for those undergoing amputation versus limb salvage, no significant differences were found among any of the variables ($p > 0.05$). In conclusion, LEAP patients differ in important ways from the general population. However, the decision to amputate versus reconstruct does not appear to be significantly influenced by patient characteristics.

11. Castillo RC, Bosse MJ, MacKenzie EJ, et al: Impact of smoking on fracture healing and risk of complications in limb-threatening open tibia fractures, *J Orthop Trauma* 19:151-157, 2005.

This study looked at the role of smoking in complications in patients with open tibia fractures. After adjusting for covariates, current and previous smokers were 37% ($p = 0.01$) and 32% ($p = 0.04$) less likely to achieve union than nonsmokers, respectively. Current smokers were more than twice as likely to develop an infection ($p = 0.05$) and 3.7 times as likely to develop osteomyelitis ($p = 0.01$). Previous smokers were 2.8 times as likely to develop osteomyelitis ($p = 0.07$) but were at no greater risk for other types of infection. Conclusion: Smoking places the patient at risk for increased time to union and complications. Previous smoking history also appears to increase the risk of osteomyelitis and increased time to union. The results highlight the need for orthopaedic surgeons to encourage their patients to enter a smoking cessation programs.

12. MacKenzie EJ, Bosse MJ, Kellam JF, et al: Factors influencing the decision to amputate or reconstruct after high-energy lower extremity trauma, *J Trauma* 52:641-649, 2002.

Factors thought to influence the decision for limb salvage include injury severity, physiologic reserve of the patient, and characteristics of the patient and his or her support system. Data collected at enrollment relevant to the decision-making process included injury characteristics and its treatment and the nature and severity of other injuries. Logistic regression and stepwise modeling were used to determine the effect of each covariate on the variable salvage/amputation. Of 527 patients included in the analysis, 408 left the hospital with a salvaged limb. Of the 119 amputations performed, 55 were immediate and 64 were delayed. The multivariate analysis confirmed the bivariate analysis: All injury characteristics remained significant predictors of limb status with the exception of bone loss, and soft-tissue injury and absence of plantar sensation were the most important factors in accounting for model validity. Soft-tissue injury severity has the greatest