

开放性骨折手术部位感染的研究

Surgical site infections in open fractures

李筱轶(LI Xiao-yi), 高伟(GAO Wei) 综述 冯忠军(FENG Zhong-jun) 审校

(河北医科大学第三医院, 河北 石家庄 050051)

(The Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China)

[关键词] 骨折; 开放性骨折; 手术部位感染; 医院感染; 切口感染

[中图分类号] R683 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9638(2010)04-0297-04

手术部位感染是开放性骨折的常见并发症,也是开放性骨折治疗的主要问题之一,如果出现深部感染,可造成骨折延期愈合或不愈合^[1]、慢性骨髓炎^[2]等后果,严重时致肢体残废,甚至危及生命^[3]。近年由于抗菌药物的滥用以及肾上腺糖皮质激素、免疫抑制剂等的广泛应用,细菌对抗菌药物产生多重耐药性,医院感染率增高,给临床治疗带来很大的不利^[4]。因此,许多学者对开放性骨折手术部位感染的原因及防治等方面进行了大量的研究,现综述如下。

1 开放性骨折术后感染的危险因素

开放性骨折定义为皮肤、软组织损伤,使骨折端与外界环境相通。存在的已污染的伤口给骨折术后带来了感染的风险。其中包括:(1)患者本身的因

素:营养、免疫状况、自身基础疾病的影响,远处有无感染灶,软组织创伤的程度,创面的污染程度等,还有研究显示吸烟^[5]使术后发生感染的风险增加;(2)医源性因素:创伤的急救、皮肤与伤口的处理、手术部位、备皮时间和方式^[6]、手术技巧、植入物、手术室环境、预防性抗菌药物的应用等。

开放性骨折与闭合性骨折的根本区别在于覆盖于骨折部位的皮肤或黏膜破裂,骨折处与外界相通,从而使其病理变化更加复杂,治疗更加困难。最常用的开放性骨折分型方法是 Gustilo 分型^[7]。Gustilo 分型是 Gustilo 与 Anderson 建立,由 Gustilo 修正的开放性骨折的分型方法。Gustilo 所建议的分型对伤口大小、污染程度、软组织损伤和骨折伤的特点进行了综合评估,具有较高的概括性,其与感染以及其他并发症的相关关系已得到证明^[8]。见表 1。

表 1 Gustilo 开放性骨折分型与感染率

类型	伤口	污染程度	软组织损伤	骨损伤	感染率
I	<1 cm	清洁	轻	简单,轻度粉碎	0%~2%
II	>1 cm	中度	中度,部分肌肉损伤严重,有碾压	中度粉碎	2%~5%
III A	一般>10 cm	重度	皮肤严重缺损	多粉碎,可能需软组织覆盖	5%~10%
III B	一般>10 cm	重度	皮肤严重缺损	外露严重,常需软组织覆盖	10%~50%
III C	一般>10 cm	重度	血管伤必须修复	骨折外露严重,常需软组织覆盖	25%~50%

2 开放性骨折手术部位感染的细菌学研究

开放性骨折手术部位细菌的污染主要是在医院

环境中获得。一般将创伤患者在入院后 48 h 发生的感染称为医院感染。20 世纪 60 年代以前,外科感染病原菌首推金黄色葡萄球菌和化脓性链球菌;70 年代以后,革兰阳性(G⁺)球菌逐渐被革兰阴性

[收稿日期] 2009-12-03

[作者简介] 李筱轶(1974-),女(汉族),山西省大同市人,主管检验师,主要从事医院感染管理研究。

[通讯作者] 李筱轶 E-mail:larissa9999@sina.com

(G⁻)杆菌所替代,表现为病原菌菌种上的变化。以往是由于外源性的致病微生物感染了宿主而引起感染,而目前的感染多由内源性正常菌群或来自周围环境中的非致病菌侵犯了抵抗力低下的宿主而引起^[9]。Gustilo 等报道开放性骨折创面在来院时至少 70%有细菌感染,污染细菌主要为 G⁻ 菌。G⁻ 杆菌的耐药性广泛,耐药机制复杂。所以,对骨科创伤患者的感染菌及耐药情况进行检测具有重大意义。

目前以金黄色葡萄球菌为代表的 G⁺ 球菌对青霉素的耐药率已较高,这是由于耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)及耐甲氧西林凝固酶阴性葡萄球菌(MRCNS)逐年增多的缘故。目前治疗 MRSA 感染的首选药物为万古霉素^[10]。据报道^[11],近年来第三代头孢菌素、氟喹诺酮类广谱抗菌药物在骨科的广泛使用,更使骨科患者的感染复杂化,G⁻ 杆菌感染有增高趋势。不动杆菌属、铜绿假单胞菌也呈逐年增多趋势,尤其以多重耐药不动杆菌属为著。这些菌株对哌拉西林、阿米卡星耐药率较高,但对头孢他啶、亚胺培南较敏感;对于这类菌株的感染,应尽早采集标本作细菌培养及药敏分析,有针对性地进行治疗^[12]。

有研究表明^[13],医院急诊室、病房、手术室、清创间及其内放置的器具以及医务人员手、呼出气体、病房及换药室地面、床单、水池及拖把、抢救车及清创车均含有除肠杆菌科的肠炎沙门菌及志贺菌之外的各类 G⁺、G⁻ 细菌,尤其以床单、医务人员手、空气、换药室地面含菌数量最高,而且患者接触它们的机会最多。开放性骨折部位在入院后不断受到以 G⁻ 菌为主的细菌污染,这种细菌污染主要是在医院环境获得。这些细菌广泛存在于急诊抢救室及手术室的潮湿环境中,当存在某种适当途径使这些细菌与开放性骨折创面相接触时,便可造成对创面的污染,这些细菌具有极强的抗药性,从而增加开放性骨折手术部位愈合的难度。张伯松等^[14]认为,开放性骨折创伤感染存在分泌物时,常见菌种为铜绿假单胞菌等革兰阴性杆菌。另外,G⁺ 菌在开放性骨折手术部位感染中仍占有很大的比例,其中枯草芽孢杆菌一般对人体无致病性。

一项前瞻性研究显示^[15],在急诊室刷洗伤口前、手术室刷洗伤口前、清创术中、清创后、伤口闭合前的伤口细菌培养阳性率分别为 72%、78%、37%、13%、19%;随着入院时间的延长,G⁺ 菌所占比例逐渐降低,G⁻ 菌所占比例越来越高,最高可达 87%,其中以铜绿假单胞菌增加最为显著。此项研究表明,

清创术切除的坏死及污染组织中的细菌数量与手术部位感染无明确关系,而伤口闭合前细菌数量 >10⁴CFU/g 的伤口具有显著增高的感染率。说明伤口闭合前细菌数量的多少,与感染发生有密切关系。

许多学者在肯定开放性骨折损伤严重程度是感染发生的首要因素的同时,又对开放性骨折创面细菌数量与手术部位感染之间的关系进行了研究。Daniel 等认为,清创术切除的创伤组织中,若细菌数量 >10⁵CFU/g,则手术部位的感染率显著增高。D'Souza 的研究发现^[16],清创处理前、后创面细菌培养在检测胫骨开放性骨折感染中有重要作用,清创前的细菌培养有更好的灵敏度,而清创后的细菌培养有较好的特异性。

张伯松的研究显示^[15],在 Gustilo 分型中只有 III A 型开放性骨折创伤部位闭合前组织内细菌数量与感染发生之间有最为明确的相关关系。同时这项研究也显示与开放性骨折手术部位感染相关的因素依次为:全身严重合并伤、Gustilo 分型、骨折固定方法、伤口闭合时组织内细菌数量和下肢骨折。说明开放性骨折的分型与预后的关系不仅取决于创伤面的大小以及软组织损伤的程度,而且与其细菌种类及细菌数量有密切的关系,以 III A 型开放性骨折尤为显著。由于全身和局部创伤的严重程度是决定手术部位感染的最基本因素,故在组织损伤较轻的 I、II 型和组织损伤非常严重的 III B 型开放性骨折的感染发生过程中细菌因素没能突出地表现。

3 开放性骨折手术部位感染的防治

3.1 清创术是减少开放性骨折手术部位细菌污染的有效措施 彻底的清创术一直被公认是预防感染的根本措施。许多学者^[7-8]将彻底的清创术置于预防开放性骨折手术部位感染措施的首位。碎屑和血凝块被冲去后,去除所有坏死皮肤、筋膜、肌腱,此时最普遍犯的错误就是在初始清创时低估肌肉的损伤程度。

开放性骨折的软组织损伤污染严重,有些病例在就诊时已经是伤后 6~8 h 以上^[17],一次清创不能完全清除所有的坏死和失活组织,需在 48~72 h 内反复多次清创才能得到一个干净的创口。加之软组织缺失多,肢体肿胀等原因,故这些病例不具有一期闭合的条件,患者需要在 24~48 h 间重复清创,直到没有坏死组织出现。

3.2 合理选择内固定,防止在固定物表面形成细菌生物被膜,降低感染率 内固定本身并不是导致感染的因素,解剖对位良好的骨固定可恢复血管、神经和肌肉的排列结构,降低炎症反应,改善静脉回流,增强局部血管再生,减少死腔,从而在一定程度上降低感染率。Ⅱ型或ⅢA型开放性骨折伴有更严重的软组织剥脱,如果不应用间接复位技术,而用开放复位或钢板固定,将导致软组织的进一步剥离和骨坏死,增加感染的风险。在内固定术后感染进行清创手术时,都发现致病菌在无生命活力的金属内固定物表面形成一层生物膜^[18],主要成分是多糖蛋白复合物,其具有黏附性而使细菌黏附在其内外表面,使抗菌药物难以透过该生物膜达到有效杀菌浓度而对细菌起保护作用,这一层多糖蛋白质复合物被称为细菌生物被膜。目前认为生物医学材料相关感染迁延不愈的主要原因是细菌黏附于材料表面形成生物被膜所致^[19]。生物被膜可以保护细菌抵御抗菌药物的杀伤和逃逸宿主的免疫,并且常规方法细菌培养阳性率低。成熟生物被膜从外到内包括主体生物被膜层、连接层、条件层、基质层。其中,细菌自身产生胞外多聚物,包括胞外多糖和糖蛋白,包裹在细菌菌落外,在细菌形成生物被膜结构、免疫逃避和毒力发挥中起重要作用。有研究表明^[20],藻酸盐单克隆抗体和裂解酶可以降低铜绿假单胞菌的黏附性,从而阻碍生物被膜的形成;同时,通过调控与藻酸盐合成酶和裂解酶相关的基因,也可影响生物被膜的形成;生物医学材料的质地及表面物理、化学性质与其相关感染的发生有密切关系,例如某些材料表面不平,会促使凝固酶阴性葡萄球菌、不动杆菌属细菌、铜绿假单胞菌等细菌的黏附,从而形成生物被膜。因此,通过化学手段,例如表面化学接枝、偶合接枝、化学浸渍;或物理方法,例如高能辐射线、紫外线照射、材料表面涂层^[21];或生物手段,例如生物表面修饰工程等方法来处理生物医学材料表面,能降低细菌的黏附性,从而预防细菌生物被膜形成。生物被膜开始形成的 72 h 内,由于未形成稳态,对各种抗菌药物相对比较敏感,治疗效果较好,这就提示我们在感染初期,可应用抗菌药物来阻止或破坏生物被膜的形成。目前许多研究已证明^[22-23],将小剂量大环内酯类抗生素与对感染菌敏感的抗菌药物合用防止细菌生物被膜相关感染可提高后者的疗效。如大环内酯类抗生素(罗红霉素、克拉霉素、阿奇霉素)与氟喹诺酮类药物联合应用可抑制生物被膜形成,从而提高氟喹诺酮类药物对生物被膜的渗透性和对被膜

内细菌的杀菌活性,但对于已形成稳态的生物被膜却不能起到很好的清除作用。

3.3 延迟闭合伤口,有效预防手术部位感染 所有伤口都应该开放,包括那些筋膜切开术产生的切口,如果皮肤周围的张力不高,可以缝合扩大的手术切口。可选择猪皮或合成的生物敷料覆盖创面,这些敷料的应用同皮肤移植是相同的,可以让伤口边缘清晰,一直无菌覆盖到下一次清创,可避免医院感染的发生。对那些伴有严重软组织损伤的Ⅱ型和Ⅲ型开放性骨折,延迟一期闭合伤口有明显的优越性。经过反复多次清创后,一旦软组织伤口清洁,在损伤后 5~7 d 闭合伤口,可以通过一些基本的延迟缝合、皮肤移植、原位皮瓣或者游离皮瓣移植来完成。如果治疗成功,便将污染的开放性骨折转变成清洁的闭合骨折,从而可大大降低手术部位感染概率。

3.4 规范抗菌药物的使用,最大限度发挥其抗感染作用 抗菌药物的使用极大地降低了开放性骨折的感染率^[24]。自 1940 年青霉素应用于临床以来,目前已发明数千种抗菌药物,用于临床的已有 100 多种。尽管细菌对抗菌药物的耐药性普遍存在,但其仍然是目前控制感染最有效的方法。抗菌药物的预防性治疗在开放性骨折患者中十分常见,也十分必要。开放性骨折患者抗菌药物的应用应注意以下方面问题^[25]:(1)严格遵守抗菌药物应用的基本原则,杜绝抗菌药物的滥用。(2)预防性治疗应尽早使用,伤后 3 h 内开始用药最好,超过 6 h 则失去预防作用;宜采取全身、足量、短程(24 h 内,3~4 个剂量)广谱抗菌药物。(3)开始应根据不同伤情、不同伤类、不同受伤部位等创伤感染病原菌学的特点,针对最有可能的病原菌,参考当前的耐药状况,尽可能选用有效的抗菌药物,随后应进一步根据病原菌的药敏试验结果,选择敏感的抗菌药物。(4)长期使用抗菌药物者,应注意行真菌培养。笔者认为目前抗菌药物的使用普遍存在 2 个严重问题:一是病原学送检率低,不到 50%;二是很大一部分抗菌药物的使用并未参照药敏试验结果用药。不合理的抗菌药物使用,不仅会增加细菌耐药的发生,而且易导致人体内共生菌的失调,增加内源性感染和真菌感染的机会。

总之,开放性骨折手术部位感染不仅与损伤严重程度有关,而且与伤口闭合前创伤部位细菌数量密切相关。彻底的清创术是预防感染的根本措施。此外,必要的细菌学监测也是预防开放性骨折术后感染的一种有效手段。了解创伤患者伤口感染的主

要病原菌及耐药特点,有助于临床医生制定合理有效的用药方案,对控制患者创面感染的发生和发展有着重要的意义。

[参 考 文 献]

- [1] Michael J, Patzakis M D, Charalampos G, *et al.* Chronic posttraumatic osteomyelitis and infected nonunion of the tibia: current management concepts[J]. *Acad Orthop Surg*, 2005, 13(6):417 - 427.
- [2] Kocaoglu M, Eralp L, Rashid H, *et al.* Reconstruction of segmental bone defects due to chronic osteomyelitis with use of an external fixator and an intramedullary nail[J]. *J Bone Joint Surgery (Am)*, 2006, 88(10):2137 - 2145.
- [3] Herwaldt L A, Cullen J J, Scholz D, *et al.* A prospective study of outcomes, healthcare resource utilization, and costs associated with postoperative nosocomial infections[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2006, 27(12):1291 - 1298.
- [4] Broex E C, van Asselt A D, Bruggeman C A, *et al.* Surgical site infections; how high are the costs? [J]. *J Hosp Infect*, 2009, 72(3):193 - 201.
- [5] Thangarajah T, Prasad P S, Narayan B. Surgical site infections following open reduction and internal fixation of ankle fractures[J]. *Open Orthop J*, 2009, 22(3):56 - 60.
- [6] 兰庆芳, 丁永清, 孟世春. 不同方式备皮对骨科手术的影响[J]. *护理学杂志*, 2002, 17(5):365 - 366.
- [7] Gustilo R B, Merkow R L, Telpelman D. The management of open fractures[J]. *J Bone Joint Surg*, 1990, 72(2):299 - 304.
- [8] Okike K, Bhattacharyya T. Trends in the management of open fractures. A critical analysis [J]. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2006, 88(12):2739 - 2748.
- [9] 杨春梅, 王智良, 赵新红. 骨科慢性感染的细菌学分析及耐药性检测[J]. *中国矫形外科杂志*, 2005, 13(14):1060 - 1062.
- [10] 魏全珍, 钟馥霞, 刘丽华, 等. 超广谱 β -内酰胺酶细菌检测及耐药性分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2006, 16(2):221 - 223.
- [11] 常东, 蒋伟, 黄志纽, 等. 病原菌结构及耐药性的变化趋势[J]. *解放军医学杂志*, 2006, 31(1):12 - 14.
- [12] 王化芬, 王晓军, 于茜, 等. 骨科感染病原菌谱与抗菌谱 3 年报告[J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15(4):313 - 315.
- [13] 纪素玲, 程驰, 李耀胜, 等. 开放性骨折感染创面细菌 875 株分析[J]. *实用骨科杂志*, 2003, 9(2):133 - 136.
- [14] 张伯松, 翟桂华, 张亚莲, 等. 开放性骨折创面的细菌学研究[J]. *中华医院感染学杂志*, 1999, 9(3):143 - 145.
- [15] 张伯松, 翟桂华, 张亚莲, 等. 开放性骨折的细菌学调查及抗生素选择[J]. *中华外科杂志*, 1998, 36(S1):30 - 31.
- [16] D'Souza A, Rajagopalan N, Amaravati R S. The use of qualitative cultures for detecting infection in open tibial fractures[J]. *J Orthop Surg*, 2008, 16(2):175 - 178.
- [17] Ashford R U, Mehta J A, Cripps R. Delayed presentation is no barrier to satisfactory outcome in the management of open tibial fractures[J]. *Injury*, 2004, 35(4):411 - 416.
- [18] 郑旭欣, 赵瑞平. 骨折内固定术后迟发性感染 11 例治疗体会[J]. *临床骨科杂志*, 2005, 8(3):233 - 234.
- [19] 王睿. 细菌生物被膜的产生与临床意义[J]. *中华医学杂志*, 2004, 84(22):1915 - 1916.
- [20] Gallant C V, Daniels C, Leung J M, *et al.* Common betalactamases inhibit bacterial biofilm formation[J]. *Mol Microbiol*, 2005, 58(4):1012 - 1024.
- [21] 袁媛, 余璐, 马元辉, 等. 316L 不锈钢支架表面药物涂层的初步研究[J]. *华东理工大学学报(自然科学版)*, 2005, 31(3):382 - 385.
- [22] 刘皈阳, 张梅, 王睿, 等. 大环内酯类抗菌药物对加替沙星透过细菌生物被膜的影响[J]. *中华医院感染学杂志*, 2005, 15(7):725 - 727.
- [23] 张文元, 杨亚冬, 唐靓, 等. 克拉霉素和环丙沙星合用对铜绿假单胞菌生物被膜的影响[J]. *现代医药卫生*, 2005, 21(3):254 - 255.
- [24] Hausor C J, Adams C A, Eachempati S R, *et al.* Council of the surgical infection society. Surgical infection society guideline: prophylactic antibiotic use in open fractures: an evidence-based guideline[J]. *Surg Infect*, 2006, 7(4):379 - 405.
- [25] 连勇, 周俊祥, 康亚娟. 抗生素在开放性骨折中的合理应用[J]. *中国医药指南·医药学刊*, 2005, 1(3):31 - 32.

(上接第 290 页)

医务人员对洗手重要性的认识,普及正确的洗手方法,加强手卫生监测与质量控制,从而提高医务人员手卫生行为的依从性。

[参 考 文 献]

- [1] 牟玉英, 王新, 李君. 不同病区医护手监测调查与分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2003, 13(5):440 - 441.
- [2] 韩黎, 郭燕红, 朱士俊, 等. 医务人员接触患者后手卫生执行情况的调查分析[J]. *中华医院管理杂志*, 2006, 22(4):230 - 232.
- [3] 徐光琴, 胡春泉, 廖蓉, 等. 黔南地区执业医师、护士清洁洗手状况问卷调查[J]. *中国感染控制杂志*, 2007, 7(4):275 - 277.
- [4] 朱立红, 沈元, 张申, 等. 临床医护人员手卫生研究进展[J]. *中国感染控制杂志*, 2009, 8(1):65 - 68.