

Characteristics and Prevention of Bacterial Infection of Open Fractures at High Altitude

Haohao Sun¹ Xuebin Zhang^{2*}

1. Qinghai University, Xining, Qinghai, 810000, China

2. Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

The common and frequent open fractures caused by modern high-speed tools in orthopedic trauma have become increasingly severe with the development of the social economy, and the difficulty of treatment continues to increase. Once an open fracture wound is infected, the prognosis is mostly poor, affecting many patients. Therefore, to reduce the risk of infection, the preventive use of sensitive antibiotics has become a consensus among clinical workers. The aim of this study is to analyze the relevant infection data of open fracture patients in high-altitude areas of Qinghai, China, understand the characteristics of bacterial infection in open fracture wounds in Qinghai, and provide some assistance for the prevention and treatment of open fracture wound infections in the region in the future, with the aim of precise medication, reducing infections, and improving prognosis.

Keywords

high altitude area; open fracture; bacterial infection; drug susceptibility test

高海拔地区开放性骨折细菌感染特点及防治

孙浩浩¹ 张学斌^{2*}

1. 青海大学, 中国·青海 西宁 810000

2. 河北医科大学, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

创伤骨科常见且多发的因现代化高速工具而导致的开放性骨折, 随着社会经济的发展愈发严重, 治疗难度不断加大。开放性骨折伤口一旦感染, 预后大多不佳, 影响着许多的患者。因此, 为减少感染风险, 敏感抗生素的预防性使用已经是临床工作者的共识。本研究旨在通过对中国青海高海拔地区开放性骨折患者的相关感染资料进行整理分析, 了解青海高海拔地区开放性骨折创面细菌感染的特点, 为该地区此后开放性骨折创面感染的防治工作提供一些帮助, 以期精确用药、减少感染、改善预后。

关键词

高海拔地区; 开放性骨折; 细菌感染; 药敏试验

1 研究背景

创伤骨科常见且多发的因现代化高速工具而导致的开放性骨折, 随着社会经济的发展愈发严重, 治疗难度不断加大。开放性骨折通常因高能量损伤而引起, 感染几率较高, 这是因为皮肤或黏膜破裂导致骨组织和深层软组织暴露在外, 极易遭受污染。若感染后得不到及时处理和有效控制, 就会造成一系列严重的并发症, 如骨不连、创面不愈合、骨髓炎等。因此, 为减少感染风险, 敏感抗生素的预防性使用

已经是临床工作者的共识。

虽然关于开放性骨折伤口细菌感染特点及其药敏性已有诸多研究, 但其中绝大多数都是基于内地平原地区患者病例资料所得出的结论。同时, 根据本人临床工作学习中所接触的开放性骨折伤口感染资料发现, 青海高海拔地区开放性骨折伤口感染细菌特点与内地平原地区诸多研究中所报告的结果不尽相同。因此, 笔者大胆猜测: 因青海地处高原, 以氧含量为主的一系列区别造成了开放性骨折伤口细菌感染特点与内地平原地区的不同。因此, 笔者希望通过此研究了解高海拔地区开放性骨折患者伤口感染的细菌特点及其药敏性, 为此后高海拔地区开放性骨折患者的治疗提供一些帮助, 以期精确用药、减少感染、改善预后。

【作者简介】孙浩浩(1995-), 男, 中国安徽阜阳人, 硕士, 住院医师, 从事临床医学——骨科学研究。

【通讯作者】张学斌(1982-), 男, 满族, 博士, 主任医师, 副教授。

2 开放性骨折的定义与分类

开放性骨折, 即骨折与皮肤或黏膜同时发生破裂, 骨

折端与外界相通的骨折。为对患者进行针对性治疗，开放性骨折的评估和分类必不可少。目前被国内外临床医生广泛认可的开放性骨折分类系统为 Gustilo 和 Anderson 等人在 20

世纪 80 年代提出的 Gustilo-Anderson 分级体系（表 1）。

这种分类系统是目前临床工作中应用最广泛的一种方法，治疗和预后评估的开展通常也是以此种方法作为参考的。

表 1 Gustilo-Anderson 分类评定表

类型	伤口	污染程度	软组织损伤	骨损伤
I	<1cm	清洁	轻	简单，轻度粉碎
II	>1cm	中度	中度，部分肌肉损伤，无皮肤撕脱	中度粉碎
III	有广泛软组织损伤包括皮肤或皮瓣的撕裂伤，多段骨折，污染严重，损伤超过8小时，以及任何需要修复血管的损伤，分为以下3种亚型：			
A	一般>10cm	重度	严重，有碾压	多为粉碎，但软组织可覆盖骨折端
B	一般>10cm	重度	软组织严重缺失，骨髓外露，需要软组织重建	骨折覆盖差，多样化，可能存在中度到严重的粉碎
C	一般>10cm	重度	非常严重的软组织缺失并伴有需要修复的血管损伤或关节开放脱位	骨折覆盖差，多样化，可能存在中度到严重的粉碎

3 开放性骨折感染的发病因素与注意事项

由于伤口与外界相通，细菌感染和异物留存通常不可避免地伴随着开放性骨折，所以患者感染几率相对较高。术后开放性骨折伤口发生感染的机理比较复杂，根据国内外相关研究结论，目前比较公认的术后感染危险因素是：患者自身基础条件（年龄 70 岁以上，合并糖尿病、高血压、冠心病等基础性疾病），受伤至手术时间 8h 以上，开放性骨折，多处骨折，手术时间 3h 以上，术后留置引流管 5 天以上，住院 14 天以上。因此针对以上危险因素，开放性骨折的一般治疗原则如下：

3.1 急行清创

开放性骨折极易遭受污染，因为损伤破坏了由人体皮肤及浅层软组织等组成的免疫屏障，使得深层肌肉和骨骼组织暴露在外。因此，一定要争取在 6~8h 内进行清创手术，早期、有效、彻底的清创是预防伤口感染最基本的措施。然而，许多患者在入院时已受伤 6~8h 以上，软组织损伤污染严重，单次清创根本无法彻底清除所有失活坏死组织。因此，要想彻底清洁骨折断端、软组织和皮肤创口，一定要争取在 12h 内进行反复、多次、彻底的清创。减少开放性骨折伤口感染的几率，改善骨折愈合，是早期彻底清创的重要作用。

3.2 固定物的合理选用

开放性骨折固定物一般可分为内固定和外固定两种。至于选择哪种固定方式，则要根据患者的伤情、部位、受污染程度、全身状况等，综合考虑。即使是严格的无菌操作，术后感染仍可能存在。因此，合理地选择固定物，防止固定物表面形成有机分子膜成为细菌滋生的宿主，可以有效地减少感染发生的几率。一般来说，近关节部位的开放性骨折多用钢板固定；上肢开放性骨折多用钢板固定；下肢开放性骨折多用髓内钉固定；外固定支架固定则多用于污染严重，伴有明显的骨缺损，多节开放性骨折（在 Gustilo-Anderson 分类系统中的 III B、III C 型）。尤其在对已经感染细菌的患者治疗过程中，更需要注意合理使用固定物。需要认识到内固定物可以增加感染的几率，也会使患者的细菌感染进一步扩散。而外固定物则在不对软组织形成明显损害的前提下，可以帮助医生及时观察患者的局部恢复情况。因此，固定物

的合理选择对开放性骨折患者起到不可忽视的预防感染和促进骨折愈合的作用。

3.3 抗生素的预防性使用

在开放性骨折的治疗中，预防性使用抗生素的积极作用已被国内外研究机构证实，是一种取得广泛共识的常用措施。但抗生素的使用应遵循以下原则：首先，必须严格遵守抗生素的基本使用原则，防止抗菌药物的滥用，避免过量用药给患者器官组织带来不良影响。其次，尽早用药，伤后最好在 3h 内开始用药，6h 以上则其预防作用大大降低。然后，最开始选择全身、足量、短效、广谱的抗生素，同时应对损伤部位不同、骨折特点不同、损伤程度不同等最易发生的致病菌，进行经验性的选择抗生素。最后，应进一步调整为敏感抗生素的使用，根据患者伤口细菌学培养和耐药性试验的结果而定。同时需要注意，对于抗菌药物长期使用的患者，真菌感染的可能性不容忽视。此外，已经证实联合使用含抗生素的骨水泥联珠，可降低感染率，起到辅助治疗作用。

3.4 创口封闭

以直接缝合、植皮或覆盖皮瓣为主的开放性骨折创口封闭治疗，也是避免术后创面细菌感染的重要措施。但何时采取封闭措施，采取何种封闭手段，目前在临床上还存在较大争议。在国内，临床医生普遍更倾向于以下两种观点：对开放性骨折（在 Gustilo-Anderson 分级体系中，一般是 I、II 型骨折），或骨折创面坏死组织和污染物已经被清除得比较彻底，可以进行一期闭合；对开放性骨折污染较重（在 Gustilo-Anderson 分级体系中，一般是 III 型骨折），或怀疑骨折创面已经形成坏死组织并伴有明显的挫伤，二期封闭是较为安全有效的措施。对于开放性骨折中皮肤组织缺损严重的伤口，清创固定骨折后创面覆盖的常用方法包括植皮、局部皮瓣转移和游离皮瓣转移，需要根据创面的大小、部位和需要的组织类型，选择合适的治疗方法。但需要注意的是，无论选择何种创口闭合方案，都应遵循以下基本原则：一是在治疗开放性骨折时，仍应以“尽早闭合创口，开放性骨折转为闭合性骨折”为基本原则；二是在质疑创口封闭方案时，本着“疑罪从有”的原则敞开创面；三是在选择创口封闭方案时，要综合考虑患者的创面情况、基础状况，尤其是手术人员的临床经验和技术水平等方面的影响。

3.5 截肢

严重的开放性骨折通常伴有严重的皮肤、骨骼、血管和神经损伤，作为清创最彻底的极端治疗手段——截肢，很多时候它可以挽救患者的生命。因此，需要一个客观的评分标准来帮助作出更准确的判断，然而目前中国还没有统一的量化评定标准。但无论怎样，笔者始终认为截肢手术应遵循以下基本原则：首先，生命的挽救是第一位的，对于开放性骨折严重、血运无法重建或恢复、为防止坏死组织产生的毒素被人体吸收而危及生命的患者，必须考虑截肢的可能性。其次，要达到最合适的截肢水平，需要尽可能保留存活的软组织，截肢平面原则上越低越好。然后，截肢还应考虑患者此后安装假肢和日常生活。最后，截肢必须在与患者及其家属协商后，视患者的病情进行治疗。

4 青海高海拔地区开放性骨折伤口感染的细菌特点

革兰氏阴性菌、革兰氏阳性菌和真菌是开放性骨折术后伤口感染的主要致病菌。虽然对开放性骨折术后伤口细菌感染的特点及其耐药性已有诸多研究，但其中绝大多数是根据内地平原地区患者病例资料得出的结论，而青海等高海拔地区的相关研究却不甚多。在对青海高海拔地区开放性骨折术后伤口感染细菌特点的研究中，根据本人收集到的患者资料进行分析得出：在48名细菌培养阳性患者中，分离出病原菌78株，50株为革兰氏阴性细菌（占比64.1%），26株为革兰氏阳性细菌（占比33.3%），2株为真菌（占比2.6%），其中18名为两种或两种以上细菌混合感染患者（占比37.5%）。在革兰氏阴性细菌中，占前三位的是：阴沟肠杆菌10株（占比12.8%），鲍曼不动杆菌8株（占比10.3%），大肠埃希杆菌8株（占比10.3%）。在革兰氏阳性细菌中，占前三位的是：表皮葡萄球菌10株（占比12.8%），金黄色葡萄球菌8株（占比10.3%），粪肠球菌4株（占比5.1%）。

5 开放性骨折术后感染的诊治

伤口分泌物或穿刺液的细菌培养是开放性骨折术后伤口感染的诊断“金标准”，但因其检测所需时间较长、容易产生污染，不利于患者的早期诊断。因此，为早期诊断患者伤口是否发生感染，白细胞计数（WBC）增加、血沉（ESR）增加、C反应蛋白（CRP）增加、降钙素原（PCT）增加是比较有价值的参考指标。但因其都缺乏特异性，故需临床医生结合患者的具体病情变化（如体温升高、伤口红肿及分泌物等）综合判断。

开放性骨折伤口术后感染一经诊断需立刻采取治疗措施，防止感染扩散加重患者病情。现阶段，彻底清创+真空封闭引流（VSD）+抗感染治疗是一种国内医生治疗开放性骨折术后感染的常用方法。具体操作如下：开放性骨折术

后感染创面彻底清创，VSD修剪后按稍小于创面或创腔大小填充，创缘周围正常皮肤与VSD材料进行间断缝合，最后生物透膜封闭于材料上方。从正常皮肤上戳出引流管，用负压接入引流瓶，24小时不间断地将引流液从负压处引出，5~7天后视患者病情变化决定是否拆除或更换VSD。同时根据细菌培养结果和药敏试验进行全身抗感染治疗，对细菌培养阴性患者可选用覆盖球菌的广谱抗生素。最后，视创面愈合情况进行第二阶段的治疗，如植皮、皮瓣转移等。此外，VSD使得创面处于相对隔离的负压状态，抗厌氧菌感染的治疗极其重要；每天吸出的渗出物中含有大量可产生负氮平衡的蛋白质，也需要注意营养物质的补充；由于毛囊和皮肤的细菌逐渐向皮肤表面移动而影响VSD的透氧和透湿性能，生物透膜也需要定期更换或消毒。

6 结语

开放性骨折伤口一旦感染，预后大多不佳，影响着许多的患者。目前临床上已有很多针对开放性骨折术后伤口感染病原菌及其耐药性的研究，但其中绝大多数是基于内地平原地区的患者病例资料得出的结论，对青海等高海拔地区的相关研究却不甚多。因此，笔者希望通过此次研究，为后续高海拔地区开放性骨折患者的治疗提供一些帮助，以期精确用药、减少感染、改善预后。

参考文献

- [1] 王倩倩.淄博市第七人民医院开放性骨折手术患者的细菌感染调查研究[D].青岛:青岛大学,2019.
- [2] 覃永保.新鲜开放性骨折感染前后创面细菌学及药敏性的研究[D].南宁:广西医科大学,2017.
- [3] 白博,桑宏勋,吴子祥,等.四肢骨折内固定术后手术部位感染危险因素[J].中国感染控制杂志,2017,16(4):334-337.
- [4] 芦永华,黄新玲,何文英,等.四肢骨折手术部位感染危险因素多中心调查[J].中国感染控制杂志,2016,15(6):393-396.
- [5] 余斌.开放性骨折治疗进展[J].国际骨科学杂志,2013,34(1):6-10.
- [6] 薄占东,罗富,劳山,等.开放性骨折治疗进展[J].中华损伤与修复杂志(电子版),2013,8(2):198-201.
- [7] 金国华,赵胜春,陈欣,等.开放性骨折患者术后伤口感染的细菌学特点及对抗菌药物的耐药性分析[J].中华医院感染学杂志,2017,27(6):1321-1324.
- [8] 谢承成,陈南,吴迪.开放性骨折术后创面感染的病原菌及耐药性分析[J].实用骨科杂志,2018,24(8):682-686.
- [9] 杨平林,贺西京,李浩鹏,等.清创术后持续灌注加负压封闭吸引引流治疗顽固性软组织及骨与关节感染的临床应用[J].中国骨伤,2010,23(1):1-4.
- [10] 王海峰,许玲聪,马琴飞,等.开放性胫腓骨骨折术后感染的病原菌分布及VSD联合外固定架治疗的临床疗效分析[J].中华医院感染学杂志,2017,27(6):1333-1336.