

## 螺纹外露对外固定架钉道感染的影响

曹杰 吕辉照 赵枫 龚冰南

**【摘要】** 目的 观察螺纹外露对外固定钉道感染的影响。方法 回顾性分析2003年12月至2017年1月我院骨科收治的332例胫腓骨开放性骨折病人的临床资料,均采用单边外固定架临时固定。其中男220例,女112例;左侧177例,右侧155例;年龄为(33.4±2.6)岁(27~51岁)。按Gustilo分型:Ⅱ型79例,Ⅲ型253例。外固定架固定时间为(76.3±9.2)d(66~93d)。按螺纹是否外露,分为皮外组与皮内组,其中皮外组164例,皮内组168例。取出Schanz螺钉时,采集钉道浅表和深部的分泌物样本,并送细菌培养。记录钉道愈合情况、浅表和深部细菌培养结果及其类型。**结果** 皮内组钉道愈合等级(甲级:66例;乙级:99例;丙级:3例)优于皮外组(甲级:50例;乙级:90例;丙级:24例),差异有统计学意义( $\chi^2=19.456$ ,  $P=0.001$ )。皮外组浅表感染96例,皮内组浅表感染101例,差异无统计学意义( $\chi^2=0.086$ ,  $P=0.769$ )。皮外组深部感染21例,皮内组2例,两组比较差异有统计学意义( $\chi^2=17.362$ ,  $P=0.001$ )。皮外组与皮内组钉道感染均以金黄色葡萄球菌为主要菌种,两组间的细菌构成比比较,差异无统计学意义( $Z=-0.135$ ,  $P>0.05$ )。**结论** 螺纹外露会增加单边外固定深部感染概率,应尽量将螺纹置入皮下或选择短螺纹螺钉。

**【关键词】** 外固定架;钉道感染;螺纹外露

**Relationship between extracutaneous screw thread and external fixator pin tract infection.** CAO Jie, LYU Hui-zhao, ZHAO Feng, GONG Bing-nan. The Second Department of Orthopaedics, the 180th Hospital of Chinese PLA, Quanzhou 362000, China

Corresponding author: CAO Jie, E-mail: orange\_caojie@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the relationship between extracutaneous screw thread and external fixator pin tract infection. **Methods** From December 2003 to January 2017, 332 patients with tibiofibular fractures were treated with unilateral external fixators. The clinical data of the patients were retrospectively analyzed. There were 220 males and 112 females with age of (33.4±2.6) years old (27-51 years). There were 177 cases on left side, and 155 cases on right side. According to the Gustilo standard, there were 79 cases for type Ⅱ, and 253 cases for type Ⅲ. The fixation duration time was (76.3±9.2) days (66-93 days). All patients were divided into extracutaneous group (164 cases) and intracutaneous group (168 cases) according to whether the threads were exposed. When the Schanz screw was removed, the superficial and deep secretion samples were collected for bacterial culture. The healing of nail canal, superficial and deep bacterial culture results and types were recorded. **Results** The healing grade of nail canal in intradermal group (class A: 66 cases; class B: 99 cases; class C: 3 cases) was better than that in extracutaneous group (class A: 50 cases; class B: 90 cases; class C: 24 cases) ( $\chi^2=19.456$ ,  $P=0.001$ ). There was no significant difference in superficial infection between extracutaneous group (96 cases) and intradermal group (101 cases) ( $\chi^2=0.086$ ,  $P=0.769$ ). There were 21 cases of deep infection in extracutaneous group and 2 cases in intracutaneous group with significant difference ( $\chi^2=17.362$ ,  $P=0.001$ ). Staphylococcus aureus was the main strain of nail tract infection in both groups, and there was no significant difference in bacterial composition between the two groups ( $Z=-0.135$ ,  $P>0.05$ ). **Conclusion** Extracutaneous external fixator screw thread can increase the incidence of pin tract deep infection. It is beneficial to select screws with short thread, or place screw thread intracutaneously.

**【Key words】** External fixator; Pin tract infection; Screw thread, extracutaneous

外固定架钉道感染在临床上比较常见,临床上主要通过钉道护理和改进螺钉材料来预防钉道感染<sup>[1]</sup>。

外固定架置钉时螺纹可能位于皮外,也可能位于皮内,螺纹外露与否对钉道感染产生影响,尚无相关文献报道。我院自2003年12月至2017年1月采用单边外固定架临时固定治疗胫腓骨开放性骨折332例,现对病例资料进行回顾性分析,探讨螺纹外露对钉道感染的影响。

## 资料与方法

### 一、纳入与排除标准

纳入标准:①符合胫腓骨开放性骨折的诊断标准;②具有单边外固定架固定指征;③Schanz 螺钉进钉点皮肤完整。

排除标准:①Schanz 螺钉进钉点皮肤损伤,包括擦挫伤、裂伤等;②合并大面积肌肉坏死,无保肢的指征;③合并严重血管损伤,无保肢的指征。

### 二、一般资料

回顾性分析 2003 年 12 月至 2017 年 1 月我院骨科共收治的胫腓骨开放性骨折病人 332 例,均采用单边外固定架临时固定。其中男 220 例,女 112 例;左侧 177 例,右侧 155 例;年龄为(33.4±2.6)岁(27~51 岁)。受伤原因:摔伤 120 例,高处坠落伤 42 例,车祸伤 135 例,机器伤 35 例。按 Gustilo 分型:Ⅱ型 79 例,Ⅲ型 253 例。清创与手术时间为(182.4±27.9) min(62~214 min)。伤口闭合方式:二期缝合 62 例,植皮覆盖 50 例,皮瓣转移 220 例。外固定架固定时间为(76.3±9.2) d(66~93 d)。合并症:糖尿病 12 例,营养不良 7 例。合并伤:颅脑损伤 8 例,血气胸 2 例,肋骨骨折 11 例,空肠破裂 1 例,锁骨骨折 4 例,肱骨骨折 12 例,尺桡骨骨折 6 例,骨盆骨折 1 例,股骨骨折 2 例。

按螺钉的螺纹是否外露皮外,分为皮外组与皮内组,其中皮外组 164 例,皮内组 168 例,两组年龄、性别、侧别、外固定时间、Gustilo 分型、清创与手术时间、伤口闭合方式及合并症比较,差异均无统计学意义,具有可比性,见表 1。

### 三、治疗方法

手术在全麻或腰硬联合麻醉下进行。清创伤口污染及坏死组织后,采用创口脉冲冲洗系统(WZ-WDS-01,宁波五洲医疗器械有限公司)反复进行伤口冲洗。复位骨折后,选择单边组合式外固定架(常州奥斯迈医疗器械有限公司)进行临时固定,其中外固定 Schanz 螺钉直径 4.5 mm,材料为符合国际标

化组织(international organization for standardization, ISO)5832-1 的不锈钢。外固定架置入胫骨前内侧,分别在距离骨折端 2 cm 以上的胫骨远近端皮肤完整处,作长约 0.5 cm 纵行切口,钝性分离筋膜及皮下组织直达骨面,插入适当的钻头套筒,用直径 3.2 mm 钻头进行胫骨骨皮质钻孔,注意需钻透对侧骨皮质。取出钻头,通过套筒拧入已选好的 Schanz 螺钉,螺纹需到达对侧骨皮质,根据术中需要确定螺纹外露与否。同样方法分别在骨折远近端各置入 2 枚螺钉,2 枚螺钉距离约 3~5 cm。安装钉夹和连接棒,确认位置满意后,锁紧钉夹。伤口处理完毕后,针眼处无菌纱布覆盖。术后按常规预防感染治疗,每日酒精消毒针眼,无菌敷料敷盖。开放创面愈合后,拆除外固定架,更换为钢板或髓内钉内固定。

### 四、评价指标

#### (一)钉道愈合情况

根据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)《外科手术部位感染的预防指南(2017)》<sup>[2]</sup>,将钉道愈合情况分为 3 个等级。甲级:愈合优良,组织无不良反应。乙级:愈合欠佳,愈合处有炎症反应,如红肿、硬结、血肿、积液等但未化脓。丙级:切口有脓性分泌物。

#### (二)钉道浅表感染

取出 Schanz 螺钉前,术野常规消毒铺无菌巾,取出螺钉后,立即用无菌拭子提取钉道浅表组织内的分泌物样本,送细菌培养,记录细菌菌种类型。

#### (三)钉道深部感染

在浅表分泌物提取结束后,局部再次消毒铺无菌巾,用 20 ml 注射器针头深入钉道直达骨隧道,抽取部分骨隧道内容物,送细菌培养,并记录细菌菌种类型。

### 五、统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计软件包(IBM 公司,美国)进行统计分析,计量资料采用均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )的形式表示,组间年龄、外固定时间、清创与手术时间的比较采用独立样本 *t* 检验,性别、侧别、Gustilo 分型、

表 1 皮外组与皮内组一般资料比较

组别	例数	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	性别(例)		侧别(例)		外固定时间 ( $\bar{x}\pm s$ , d)	Gustilo 分型(例)			伤口闭合方式(例)			合并症(例)		清创与手术时间 ( $\bar{x}\pm s$ , min)
			男	女	左	右		Ⅱ型	Ⅲ型	二期缝合	植皮	皮瓣转移	糖尿病	营养不良		
皮外组	164	33.7±2.4	105	59	89	75	78.6±7.3	37	127	28	23	113	5	4	184.1±25.5	
皮内组	168	32.9±3.0	115	53	88	80	74.1±11.8	42	126	34	27	107	7	3	179.3±28.3	
<i>t</i> ( $\chi^2$ )值	-	5.390	0.104	0.517	2.010	2.198				0.012			1.333	1.333	4.022	
<i>P</i> 值	-	0.821	0.747	0.472	0.401	0.138				0.994			0.248	0.248	0.654	

伤口闭合方式、合并症、愈合等级、感染例数的比较采用 $\chi^2$ 检验,两组间细菌构成比采用秩和检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、钉道愈合情况比较

皮内组钉道愈合等级优于皮外组,差异有统计学意义( $\chi^2=19.435, P=0.001$ ),见表2。

组别	例数	甲级	乙级	丙级
皮外组	164	50	90	24
皮内组	168	66	99	3
$\chi^2$ 值	-	19.435		
P值	-	0.001		

### 二、钉道感染情况比较

皮外组浅表感染96例(占58.5%),皮内组浅表感染101例(占60.1%),差异无统计学意义( $\chi^2=0.086, P=0.769$ )。所有浅表感染均通过换药痊愈。皮外组深部感染21例(占12.8%),皮内组深部感染2例(占1.2%),差异有统计学意义( $\chi^2=17.362, P=0.001$ )。皮外组1例深部耐甲氧西林金黄色葡萄球菌感染,经抗感染、换药等治疗后感染控制不佳,予二期行清创术后痊愈;皮外组与皮内组其余感染病例均通过抗感染及换药等治疗后痊愈。外固定螺钉螺纹外露与内置感染情况如图1所示。

### 三、钉道感染与Gustilo分型的关系

Gustilo II型浅表感染21例,Gustilo III型浅表感染176例,差异有统计学意义( $\chi^2=34.685, P=0.001$ );

Gustilo II型病人未出现深部感染,Gustilo III型深部感染23例。

### 四、感染细菌学分析

皮外组与皮内组钉道感染均以金黄色葡萄球菌为主要菌种,分别占84.5%与82.5%,而且两组间的细菌构成比比较,差异无统计学意义( $Z=-0.135, P > 0.05$ ),见表3。

菌种	皮外组		皮内组	
	例	构成比(%)	例	构成比(%)
金黄色葡萄球菌	99	84.5	85	82.5
大肠埃希菌	10	8.5	8	7.7
阴沟肠杆菌	4	3.4	5	4.8
肠球菌属	1	0.9	2	2.0
不动杆菌属	1	0.9	1	1.0
铜绿假单胞菌	1	0.9	1	1.0
其他菌种	1	0.9	1	1.0
合计	117	100	103	100

## 讨 论

钉道感染是外固定支架固定的主要并发症之一,Jennison等<sup>[3]</sup>认为钉道感染可人为分为3个阶段,①炎症期:螺钉或外固定针由于材料刺激、皮肤压迫或摩擦导致皮肤激惹,可引起皮肤的急性炎症反应;②细菌定植期:细菌定植后可表现为钉道处皮肤红肿疼痛、渗液增加,细菌培养常呈阳性;③钉道感染期:细菌可侵入深层组织或骨组织,除有以上两个阶段的表现外,还伴随全身感染症状或螺钉的松动,大量流脓,细菌菌量明显增加。国内外针对钉道

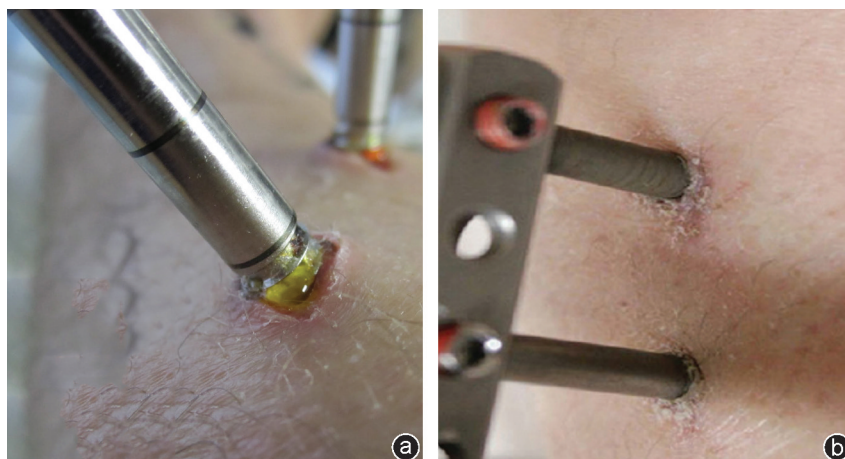


图1 外固定螺钉螺纹外露与内置 a:外固定螺钉螺纹外露皮外,钉道少许分泌物,周围组织轻度炎性反应;b:外固定螺钉螺纹内置于皮下,周围组织无明显炎性反应



感染的研究,主要集中在外固定螺钉的材料、涂层或护理干预对感染的影响<sup>[4,5]</sup>。临床上因个体差异、病情需要或医生的个人习惯,Schanz 螺钉的螺纹可能位于皮内或皮外,而螺纹外露是否对钉道感染有影响尚无文献报道。

### 一、螺纹外露对钉道愈合的影响

Lagerquist 等<sup>[6]</sup>认为异物会延长创伤愈合的炎症阶段、延迟创口收缩和上皮形成,是创伤愈合的物理屏障,也可能是感染的源头。Britten 等<sup>[7]</sup>对 Ilizarov 矫形病人进行观察,发现外固定钉道的炎性刺激常见,但大部分不会造成严重后果。Ozkan 等<sup>[8]</sup>也对美国的 2013 例 Ilizarov 外固定病人进行长期随访,发现钉道不良愈合率约为 19%~23%。但 Britten 等<sup>[7]</sup>和 Ozkan 等<sup>[8]</sup>的研究对象均为光滑的外固定针,外固定的 Schanz 螺钉对钉道皮肤的刺激是否类似尚不明确。

本研究中,螺纹置于皮内时钉道丙级不良愈合率为 1.8% (3/168),这与 Ozkan 等<sup>[8]</sup>的研究相似。Warne 等<sup>[9]</sup>在对公山羊骨折外固定研究中发现,相同曲面的固定针对骨和软组织的生物刺激效应相似,所导致的组织坏死和炎性刺激也相似。笔者认为螺纹置入皮下时,与皮肤接触的螺杆和克氏针的曲面相似,所造成的组织损伤和刺激类似。螺纹外露时钉道丙级不良愈合率为 14.6% (24/164),远高于皮内组,螺纹外置不利于钉道的愈合,这可能是由于螺纹随着肢体的活动,对钉道周围皮肤组织形成反复的切割损伤,导致局部皮肤坏死或出血,使局部组织持续处于炎症期和增殖期,抑制了组织的愈合。炎性刺激所产生的肉芽组织、血循环较差,对细菌定植的抵抗能力差,可能为钉道感染埋下隐患<sup>[10]</sup>。所以笔者认为采用 Schanz 螺钉进行外固定时,应尽量将螺纹置入皮下或选择短螺纹的螺钉,避免螺纹对钉道周围组织的干扰。

### 二、螺纹外露对钉道感染的影响

国内外对外固定钉道感染率的报道差异较大。Cavusoglu 等<sup>[11]</sup>报道 1999 年至 2008 年英国的外固定感染率为 46.3%,但该研究中钉道感染不是以细菌学检查为标准,而是以钉道红肿热痛等炎性反应为标准,该感染率值得商榷。Cam 等<sup>[12]</sup>对外固定架固定后可疑感染的病例进行细菌学检查,感染确诊率仅为 20.1%,但未区分是浅表还是深部感染。

本研究的总体浅表感染率为 59.3% (197/332),高于文献报道。在部分钉道甲级愈合的病例中也检出细菌,而且所有确诊为浅表感染的病例均通过抗

感染治疗及换药后痊愈,未造成严重后果。原因可能是由于钉道局部刺激,在金属与皮肤组织周围形成环形腔隙,腔隙内的炎性组织或渗出物容易导致细菌的定植,但在机体免疫力正常的情况下,定植的细菌需要达到一定的数量才会致病。同时笔者在该研究中发现螺纹置于皮外和皮内时,浅表感染率分别为 58.5% 和 60.1%,两者差异无统计学意义。推测与螺纹置于皮外形成的螺旋钉道相比,虽然螺纹置入皮内形成的光滑钉道有助于保护周围皮肤组织,但在浅表区域的保护作用较弱,无法阻挡细菌的定植,但可能有助于减少浅表区域定植的细菌数量,进而降低深部感染的概率。上述推测通过深部感染率的研究获得部分印证。皮外组深部感染率达到 12.8%,而皮内组则仅有 1.2%,原因除了浅表区域细菌数量不同,可能还与螺纹外露时与周围软组织形成的螺旋腔隙宽度较大,深部组织通过该腔隙与外界接触提升感染概率有关。而且由于肢体的活动,外露的螺纹与皮肤组织反复切割,可能导致钉道周围皮肤组织的坏死及继发的炎症、渗出,局部抗感染能力下降,这也更加容易导致细菌向深部转移。所以选择 Schanz 螺钉时应尽量选择短螺纹螺钉,螺钉尽量没入皮下层,减少螺纹对皮肤组织的切割。同时,在围手术期应提高对螺纹外露病人的钉道感染护理级别,加强钉道的抗感染护理,必要时可以使用抗生素类隔离药膏保护钉道。

本研究中发现,Gustilo III 型的浅表感染率和深部感染率均明显高于 Gustilo II 型骨折,这与 Elniel 等<sup>[13]</sup>的研究结论相似。Elniel 发现 Gustilo III 型的外固定钉道感染率为 52%~79%,而 Gustilo II 型和 I 型的钉道感染率仅为 17%~30% 和 1%~3%,文献中观点认为创伤时的组织损伤及坏死程度决定局部血液循环情况,血液循环的破坏导致伤口抗感染能力下降。由于肌肉组织具有丰富的血循环,可以有效抵御细菌向深部组织侵袭,所以 Schanz 螺钉由肌肉丰富的小腿外侧入路可能也是不错的选择,但需要更多数据研究进一步支持。

### 三、螺纹外露对细菌菌种的影响

与开放性外伤相似的是,本研究中皮内组与皮外组感染的主要菌种为金黄色葡萄球菌,分别占 82.5% 与 84.5%。虽然大部分感染均能通过抗感染治疗和换药痊愈,未出现严重后果,但皮内组仍出现 1 例耐甲氧西林金黄色葡萄球菌感染,通过复杂的手术处理后痊愈。所以笔者认为,在取出外固定螺钉时,如发现钉道周围有明显的炎性反应肉芽,不应

简单归结为螺钉异物反应,建议常规行深部和浅部细菌培养,避免深部感染的严重后果,尤其对螺纹外露的病例应更为重视。

综上所述,外固定时螺钉的螺纹外露,会影响钉道周围组织的愈合,而且增加深部感染的概率,临床上应尽量将螺纹置入皮下或选择短螺纹螺钉。但本研究也存在不足,未对螺纹造成的钉道形态进行研究,也未进行钉道内定植细菌菌落总数检验,对其与深部感染的相关机制尚不完全明确,需进一步深入研究。

### 参 考 文 献

- [1] Qu H, Knabe C, Radin S, et al. Percutaneous external fixator pins with bactericidal micron-thin sol-gel films for the prevention of pin tract infection[J]. *Biomaterials*, 2015, 62: 95-105.
- [2] Sway A, Solomkin JS, Pittet D, et al. Methodology and background for the world health organization global guidelines on the prevention of surgical site infection[J]. *Surg Infect (Larchmt)*, 2018, 19(1): 33-39.
- [3] Jennison T, McNally M, Pandit H. Prevention of infection in external fixator pin sites[J]. *Acta Biomater*, 2014, 10(2): 595-603.
- [4] Villatte G, Massard C, Descamps S, et al. Photoactive TiO<sub>2</sub> antibacterial coating on surgical external fixation pins for clinical application[J]. *Int J Nanomedicine*, 2015, 10(1): 3367-3375.
- [5] Shirai T, Tsuchiya H, Shimizu T. Prevention of pin tract infection with titanium-copper alloys[J]. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 2009, 91(1): 373-380.
- [6] Lagerquist D, Dabrowski M, Dock C, et al. Care of external fixator pin sites[J]. *Am J Crit Care*, 2012, 21(4): 288-292.
- [7] Britten S, Ghooz A, Duffield B, et al. Ilizarov fixator pin site care: the role of crusts in the prevention of infection[J]. *Injury*, 2013, 44(10): 1275-1278.
- [8] Ozkan C, Dogramaci Y, Kalaci A, et al. Results of using Ilizarov distraction osteogenesis technique for the treatment of cubitus varus deformities in adults[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2010, 130(4): 489-495.
- [9] Warne WJ, Brooks D, Carpenter L, et al. External fixator pin tract infection model in the caprine (goat) tibia: a randomized, prospective, blinded study[J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2004, 33(9): 447-451.
- [10] Ogbemudia AO, Bafor A, Edomwonyi E, et al. Prevalence of pin tract infection: the role of combined silver sulphadiazine and chlorhexidine dressing[J]. *Niger J Clin Pract*, 2010, 13(3): 268-271.
- [11] Cavusoglu AT, Er MS, Inal S, et al. Pin site care during circular external fixation using two different protocols[J]. *J Orthop Trauma*, 2009, 23(10): 724-730.
- [12] Cam R, Korkmaz FD. The effect of long-term care and follow-up on complications in patients with external fixators[J]. *Int J Nurs Pract*, 2014, 20(1): 89-96.
- [13] Elniel AR, Giannoudis PV. Open fractures of the lower extremity: Current management and clinical outcomes[J]. *EFORT Open Rev*, 2018, 3(5): 316-325.

(收稿日期: 2018-08-16)

(本文编辑: 龚哲妮)