

负压封闭引流结合吻合血管腓骨骨皮瓣移植 治疗胫骨骨髓炎伴骨缺损 32 例

何雨生¹ 陈良荣² 刘俊¹ 陈耀武¹ 胡明山¹ 李承杰¹ 刘小仁¹ 陈贝¹

[摘要] 目的:探讨负压封闭引流(VSD)结合吻合血管腓骨骨皮瓣移植治疗胫骨骨髓炎伴骨缺损的临床效果。方法:选择 2016 年 1 月至 2018 年 1 月收治的 32 例胫骨骨髓炎伴骨缺损患者作为研究对象,给予 VSD 结合吻合血管腓骨骨皮瓣移植治疗,术后规律随访,观察患者的骨折、软组织、骨髓炎、骨缺损愈合情况及患肢功能恢复情况。结果:32 例患者手术时间(219.75 ± 34.51)min,住院时间为(29.17 ± 5.29)d。32 例患者接受 12~24 个月的随访,平均随访时间(15.27 ± 3.18)个月。30 例患者于术后 4 周窦道愈合,愈合率达 93.75%,2 例未愈合患者经窦道二次清除后愈合。32 例患者移植骨皮瓣全部存活,存活率为 100%。X 线片显示移植腓骨均于 4~6 个月愈合,平均愈合时间(4.83 ± 1.07)个月;12~19 个月后,腓骨均胫骨化,平均胫骨化时间为(14.93 ± 2.77)个月。末次随访评估骨折愈合效果显示:优 23 例,良 6 例,可 3 例,优良率为 90.63%。Enneking 评分为(25.07 ± 3.51)分,其中,优 17 例(26~30 分),良 12 例(21~25 分),可 2 例(16~20 分),差 1 例(≤ 15 分),优良率 90.63%。患肢功能恢复到正常功能的 81%~97%,平均 $91.25\% \pm 5.13\%$ 。结论:采用 VSD 结合吻合血管腓骨骨皮瓣移植治疗胫骨骨髓炎伴骨缺损效果良好,无严重并发症,是一种有效的治疗方法。

[关键词] 负压封闭引流;带血管蒂腓骨骨皮瓣移植;胫骨骨髓炎;骨缺损

[中图分类号] R681.8 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2020)03-0056-04

骨髓炎是由各种致病有机体所引发的涉及骨组织或骨髓的炎症性疾病^[1]。胫骨是开放性骨髓与骨感染发生最为常见的一个部位,胫骨骨髓炎复发率较高,是目前亟待解决的一个骨外科疑难病种^[2,3]。采用带血管蒂的腓骨皮瓣移植,能够为骨骼生长与代谢提供所需血液供应,促进骨块形成^[4]。负压封闭引流(VSD)能够彻底清创、加快创面愈合。本研究通过本院 30 例患者的临床实践探讨 VSD 结合带血管蒂腓骨皮瓣移植治疗方案对于胫骨骨髓炎伴骨缺损的治疗效果,现报告如下。

1 临床资料

选择本院 2016 年 1 月至 2018 年 1 月收治的 32 例胫骨骨髓炎伴骨缺损患者作为研究对象,男 21 例,女 11 例;年龄 20~60 岁,平均(39.74 ± 8.21)岁;骨髓炎病程 3~7 个月,平均(5.27 ± 1.33)个月。致伤原因:车祸伤 11 例,高处坠落伤 9 例,机械伤 8 例,重物砸伤 4 例;13 例第二度开放性骨折,19 例第三度开放

性骨折。Gustilo-Anderson 分型为Ⅱ型 8 例,ⅢA 型 17 例,ⅢB 型 7 例。Cierny-Mader 骨髓炎分型包括Ⅲ型 14 例,Ⅳ型 18 例。骨缺损部位包括胫骨上段 11 例,中段 14 例,下段 7 例。骨缺损长度为 5~10 cm,平均(7.19 ± 2.05)cm,合并皮肤软组织缺损 23 例,缺损面积 5 cm×3 cm~8 cm×10 cm。腓骨皮瓣面积 7 cm×5 cm~10 cm×12 cm,腓骨切取长度 7~12 cm。合并基础疾病 9 例。

纳入标准:所有患者均经病史、感染因素、临床表现、实验室检查、影像学检查等确诊为骨髓炎;创面皮肤无感染;病历资料完整。

排除标准:凝血功能障碍;肝肾功能异常;血液系统疾病;合并有糖尿病、甲状腺功能亢进等影响骨折或创面愈合的疾病;有相关手术禁忌证;对所使用药物过敏;沟通障碍或有精神疾病史;病历资料不全;不能接受规律随访。

2 方法

2.1 清创与 VSD 治疗

入院后所有患者均取窦道内分泌物进行细菌培养与药敏试验,根据培养结果合理选择敏感抗生素进行治疗,完善术前检查,于急诊或入院第 2 天进行病灶清创术。

基金项目:郴州市第一人民医院科研基金项目(XY201839)

¹ 湖南省郴州市第一人民医院肢体手足显微外科

(湖南 郴州,423000)

² 湖南省郴州市湘南学院附属医院门诊部

1) 彻底清创: 先清除增生性瘢痕与炎性肉芽组织, 再依次用生理盐水、双氧水与碘伏消毒液反复冲洗创面, 用骨凿或咬骨钳清除骨缺氧处死骨与硬化骨, 电钻打通封闭的骨髓腔, 将脓液排出, 最后再用生理盐水、双氧水与碘伏消毒液依次反复冲洗创面。为彻底清除, 还可以取出内固定物, 改用外固定稳定骨折部位。

2) 负压引流: 清创结束后, 观察创腔大小与形状, 将 VSD 泡沫修剪或拼接为与其大小与形状相应的泡沫块, 并填充创腔, 安装进出水口引流管, 缝线固定泡沫与创腔周围皮肤, 酒精纱布擦净创口周围皮肤, 干燥, 再用聚胺甲酸乙酯薄膜封闭创面、泡沫与引流管, 膜大小以距创面边缘 3~4 cm 为宜, 连接负压吸引装置, 开始负压引流, 负压大小 40~60 kPa, 每日用生理盐水灌注冲洗引流管, 灌注冲洗量控制在 3 000~5 000 mL, 冲洗时注意观察引流液颜色、性状、量及肢体肿胀消退情况。引流液转清后, 逐渐减少灌注冲洗量与引流速度, 持续负压引流 7~10 d。

3) 抗生素治疗: 根据药敏结果选择合适的抗生素进行静脉滴注治疗, 灌注冲洗液加用相应的抗生素。定时观察管道是否阻塞、贴膜是否漏气等情况。根据创面愈合情况适时拆除或更换 VSD, 每次灌注周期结束后都要拆除 VSD, 提取分泌物送细菌培养室与药敏实验室, 根据实验结果及时更换敏感抗生素。当创面清洁、无红肿、发热与脓性分泌物时, 可更换 VSD 继续进行负压引流灌注冲洗, 输入液体与冲洗液中继续添加相应的敏感抗生素。

4) 骨皮瓣移植时机选择: 当细菌培养结果转为阴性时, 继续抗生素治疗 1 周, 在第 2 次 VSD 治疗周期结束后, 即可准备进行骨皮瓣移植。第 2 次 VSD 治疗周期后细菌培养结果仍为阳性, 可拆除 VSD, 查看创面愈合情况, 决定是否继续进行 VSD 引流, 创面无红肿、脓性分泌物, 则可以准备进行骨皮瓣移植。创面若仍有坏死组织或脓性分泌物, 则需要继续进行细菌培养、药物试验、清除、VSD 引流与敏感抗生素治疗, 直至创面周围不再有红肿与脓性分泌物, 即可准备骨皮瓣移植。

2.2 吻合血管蒂腓骨骨皮瓣移植

医疗组分为两组, 一组进行供区手术, 一组进行受区准备。

2.2.1 供区皮瓣切取 1) 腓骨皮瓣设计: 选择小腿腓骨头至外踝连线作为轴线, 于该线偏后侧采用超声多普勒探查协助, 明确皮动脉浅出点, 并确定腓骨头下方 15~20 cm 处皮动脉浅出点作为轴心, 按照超出皮肤缺损大小的 15%~20% 原则设计骨皮瓣。

2) 切取腓骨皮瓣: 按照设计线切开皮瓣后侧切口, 于深筋膜下掀开皮瓣, 间断缝合皮数针瓣皮下组织与

深筋膜, 解剖至比目鱼肌与腓骨长、短肌间隙处, 显露腓动脉与腓静脉, 保护腓骨营养支与皮动脉穿支, 游离切断所需长度腓骨后, 保留 1 cm 腓骨内侧肌袖, 于皮瓣远端与皮瓣蒂部分别切断并标记腓动脉与腓静脉, 取下骨皮瓣, 充分止血并关闭供区, 若创面关闭张力较大时, 需进行创面游离植皮。腓骨切取长度要超过实际骨缺损长度 2~4 cm。

2.2.2 受区准备 1) 创面处理: 经 VSD 引流后, 髓腔被打通, 需再次清除创面肉芽组织与死骨、硬化骨, 直至骨面有渗血。生理盐水、双氧水与碘伏反复冲洗消毒后, 碘伏溶液浸泡 10 min, 并将所用器械浸泡 10 min。更换手套后, 测量皮肤、软组织与骨缺损情况, 凿取骨槽, 解剖并游离受区需吻合的胫前血管, 解剖至炎症区域外 10 cm 左右, 拆除 VSD 引流时的外固定或内固定。

2) 移植与固定: 腓骨修整后, 移植到受区胫骨缺损骨槽内, 保持胫骨对胫骨上段缺损时, 需将胫骨近端髓腔扩髓 2~3 cm, 远端前侧骨皮质开槽, 将腓骨瓣近端植入胫骨近端骨髓腔, 1 枚螺钉固定, 腓骨远端则经骨槽嵌入胫骨远端骨髓腔内, 1 枚螺钉加钢丝固定。胫骨中段缺损时, 因髓腔较细且腓骨皮瓣无法直接植入, 两端均需进行开槽嵌入。胫骨下段缺损时, 需先对胫骨远端髓腔进行扩髓, 近端前侧骨皮质开槽后, 将腓骨皮瓣远端植入胫骨远端骨髓腔内, 近端则经骨槽嵌入胫骨近端骨髓腔内, 1 枚螺钉固定。所有患者螺钉固定后均加外固定架跨整个受区进行固定。

3) 吻合血管: 显微镜下吻合腓动静脉与胫前动静脉, 一条腓静脉与较粗的一条胫前静脉吻合, 另一条腓静脉则与大隐静脉吻合。若胫前血管穿出骨间膜处有损伤与粘连导致无法吻合时, 可吻合骨皮瓣近端腓动静脉与受区腓动静脉, 再吻合骨皮瓣远端腓动脉与胫前动脉远端。吻合结束后, 检查吻合口通畅性, 保证皮瓣血液循环良好, 缝合修复创面, 于皮瓣边缘植皮片进行引流, 观察皮瓣血液循环情况。

2.3 术后处理

术后抬高患肢, 术后 3 周内避免下地负重, 常规镇静、镇痛治疗; 常规扩充血容量、抗血管痉挛、抗凝、保温治疗 1 周, 以疏通微循环; 静脉滴注 2~3 周敏感抗生素; 2 周后拆线; 严密监测皮瓣颜色、皮温与肿胀情况。术后 3 个月, 每 2 周患肢接受 1 次正侧位 X 线检查; 术后 4~12 个月, 每个月接受 1 次 X 线检查; 术后 13~24 个月, 每 2 个月接受 1 次 X 线检查; 观察骨折愈合情况, 并嘱其适当进行负重功能锻炼, 术后 3~6 个月愈合后, 取出外固定架, 保护下负重行走。

2.4 治疗效果评估标准

采用 Johnner-Wruhs 胫骨干骨折疗效判断标准评

估疗效^[4]:优为患肢等长,成角 $<5^{\circ}$,膝关节伸屈活动差 $<15^{\circ}$,踝关节跖屈背伸各差为 $1^{\circ}\sim 5^{\circ}$,X线片检查显示解剖复位或成角 $<5^{\circ}$;良为患肢缩短 $<1\text{ cm}$,成角 $<10^{\circ}$,膝关节伸屈各差 $16^{\circ}\sim 30^{\circ}$,踝关节跖屈背伸各差 $6^{\circ}\sim 10^{\circ}$,X线显示侧移位骨折面 $<1/4$,重叠 $<1\text{ cm}$,成角 $<10^{\circ}$;可为患肢缩短 $1\sim 2\text{ cm}$,成角 $<15^{\circ}$,膝关节活动差 $31^{\circ}\sim 45^{\circ}$,踝跖屈背伸各差 $11^{\circ}\sim 15^{\circ}$,X线显示侧移位骨折面 $<1/2$,重叠 $<2\text{ cm}$,成角 $>15^{\circ}$;差为未达到上述要求者。末次随访时进行评估。

肢体功能评估采用 Enneking 评价系统^[5],包括肢体疼痛、活动功能、自我感觉、支具使用、行走能力与步态改变 6 个项目,每项采用 6 级评分法,每项得分 0~5 分,满分 30 分,累积积分除以 30 分,即为肢体功能达到正常肢体功能的百分比。

窦道愈合标准^[6]:局部无感染、血肿或坏死组织,再生与修复过程迅速,伤口修复主要为纤维组织。皮瓣愈合标准:局部软组织肿胀消退、皮肤温暖、血运良好,切口皮缘有良好愈合,无坏死,缝线可于术后 14 d 内拆除。移植腓骨愈合标准:连接处骨痂明显,缝隙模糊或消失,移植的腓骨增粗。

3 结果

32 例患者手术时间为 197~273 min,平均 $(219.75\pm 34.51)\text{ min}$;术中出血量为 486~692 mL,平均 $(521.48\pm 187.33)\text{ mL}$;抗生素使用时间为 16~20 d,平均 $(18.31\pm 1.14)\text{ d}$;住院时间为 23~38 d,平均 $(29.17\pm 5.29)\text{ d}$ 。

32 例患者均未失访,均接受了 12~24 个月的随访,平均随访时间为 (15.27 ± 3.18) 个月。30 例患者均于术后 4 周后窦道愈合,愈合率达 93.75%,2 例未愈合患者经窦道二次清除后愈合。

32 例患者移植骨皮瓣全部存活,存活率为 100%,29 例患者皮瓣颜色恢复正常,弹性、血运良好,皮肤温暖,皮瓣均 I 期存活,另 3 例患者中有 2 例患者皮瓣周围有轻度坏死状,经植皮后 II 期存活;1 例患者有静脉危象,经常规抗凝解痉治疗后消失。所有患者均无继发感染或遗留感染。

X 线片显示移植腓骨均于 4~6 个月愈合,平均愈合时间 (4.83 ± 1.07) 个月;12~19 个月后,腓骨均胫骨化,平均胫骨化时间为 (14.93 ± 2.77) 个月;外固定架佩戴时间为 6~11 个月,平均 (8.54 ± 2.13) 个月。1 例患者外固定架拆除后 1 个月,在负重行走练习时,患侧小腿无端有肿胀与疼痛情况,X 线显示再生区有应力性骨折,保守治疗 2 个月后愈合。

末次随访评估骨折愈合效果显示:优 23 例,良 6 例,可 3 例,优良率为 90.63%,3 例患者有不同程度马蹄足畸形,行走有跛行。Enneking 评分为 $(25.07\pm$

3.51)分,其中优 17 例(26~30 分),良 12 例(21~25 分),可 2 例(16~20 分),差 1 例(≤ 15 分),优良率为 90.63%。患肢功能恢复到正常功能的 81%~95%,平均 91%。

术后有 7 例患者发生钉道感染,经钉道局部护理与口服抗生素后愈合,未发生需更换外固定针的病例。无其他严重并发症发生。

4 讨论

胫骨骨髓炎是胫骨开放性骨折、骨折固定手术后的一种常见并发症,手术治疗是主要根治方法,但由于存在死骨或硬化骨,在清除病灶后,骨髓容易形成死腔,进而造成长段骨缺损,由于该疾病病程较长、病情复杂、并发症多,迁延难愈,复发率、手术失败率与感染复发率都较高,是目前创伤骨科中的一个难题^[7,8]。本研究采用 VSD 结合吻合血管蒂腓骨骨皮瓣移植进行治疗,效果良好。

彻底清创是骨感染治疗的重要前提,是降低复发率的关键手段。清创时需要将感染病灶当作低度恶性肿瘤进行处理,将难以控制的骨感染转化为可修复的骨缺损。清创关键就在于彻底清除所有感染导致的坏死与失活组织^[9]。本研究中,在初次清创后采用 VSD 覆盖创面:1)能够促进创面细菌清除,引流深部液化组织与分泌物,尽量使引流区实现零积聚效果,防止感染扩散与毒素吸收;2)创面封闭负压能够促进创面区域形成一个低氧微酸环境,进而抑制创面细菌生长繁殖;3)负压环境有助于降低小血管后负荷,增加创面区血流量,提高血液系统防御与抗感染能力;4)有助于增强创缘组织真皮浅层血管内皮细胞与成纤维细胞增殖,提高微血管密度,促进创面肉芽组织生长与细胞增殖,为段组织瓣移植提供良好基础^[10-11]。此外,有研究显示,VSD 还对于创面愈合过程中 P 物质的表达及内源性表皮生长因子的表达也有重要的影响,还可促进创面血管内皮细胞的增殖及相关蛋白产物的合成,有助于创面愈合;可促进细胞内信使释放,加快细胞因子表达与细胞增殖,其封闭环境还能够促进创面修复细胞增殖,抑制其凋亡^[12],这些作用机制使 VSD 成为目前治疗慢性骨髓炎、控制局部感染的一种重要方法。本研究采用 VSD 治疗后,显著减少了骨皮瓣移植时的清创工作量,髓腔恢复良好,无死腔,坏死部位引流彻底,血液循环恢复较好,细菌培养阴性,大量肉芽组织形成,为后续骨皮瓣移植提供了良好的条件,且对于术后感染控制有积极的效果,本研究所有患者均未发生骨髓复发感染或遗留感染,感染病灶清除彻底。

腓骨骨皮瓣移植有以下优势:1)腓骨形态笔直,支撑力度较强,可供移植的长度充足,可切取的长度达到 20~26 cm,也是唯一能够携带骨髓与骺端关节面供区

的移植。2)腓骨血供较为多源性,包括来自于骨膜的节段性供血与滋养动脉的骨内供血,从不同部位截取骨皮瓣都不会导致骨段出现缺血性坏死,可以对腓骨进行多种形状的三维立体塑形,形成多种用途的腓骨瓣,应用灵活性强。3)腓骨不需要直接负重,移植后不会对供区产生明显的影响。4)腓骨是一种以皮质骨为主特有的三角形结构长段管状骨,支撑作用、抗弯曲作用较好^[13-14]。带血管腓骨骨皮瓣移植相较于传统植骨,能够保持骨细胞活性与生物力学特性,可一次性重建修复骨缺损与软组织缺损,从而缩短治疗周期,且强度、愈合速度、应力反应都要强于无血供的骨移植,经应力作用后骨膜可逐渐增粗,最终呈现胫骨化并代替原来胫骨的强度^[15]。

临床上使用的带血管腓骨皮瓣移植修复胫骨缺损是将腓动脉远端结扎后,吻合近端与受区胫前或腓动脉,再吻合腓静脉与 1~2 根浅静脉。带血管腓骨皮瓣移植完整保留了移植骨成活的骨细胞、破骨细胞与骨母细胞,使移植骨愈合过程与普通的骨折愈合过程相似,植骨与创面修复均为 1 期完成,减少了手术次数。吻合血管后,局部移植的腓骨骨皮瓣血运良好,血液供养丰富,能够修复重建骨髓炎骨缺损,抗感染能力更强,降低了术后感染风险,且不会引发排异反应。而不带血管蒂的腓骨移植则只是骨质断端间的骨细胞爬行与替代的过程,带血管蒂移植则不需要这一漫长的爬行替代过程,直接转化为骨折愈合过程,因此,骨折愈合能力更强^[16-17]。本研究中所有患者均实现了移植腓骨的胫骨化,骨折愈合优良率与患肢功能恢复优良率均达到了 90.63%,且无严重并发症发生,无复发,表明 VSD 联合吻合血管蒂腓骨皮瓣移植在临床疗效与安全性上均有较好表现。

吻合血管蒂腓骨皮瓣移植术的缺陷在于手术时间较长,术中出血量较大,对于术者的显微外科操作技术要求高,在手术过程中要注意以下事项:1)清创彻底,骨髓炎病灶要做到彻底清创,凿通上下骨髓腔。2)腓骨骨皮瓣切取时,要注意保留腓骨 1.0~2.0 cm 甚至更大的肌袖,保护腓骨营养支与皮瓣穿支,肌袖内有独立的血管网,血液供应丰富,能够增加腓骨局部营养,提高病灶氧含量与抗生素浓度,增加免疫细胞数量,有助于抗感染治疗;同时,还能够消灭死腔,保护弓形动脉,降低再感染与血管栓塞风险。3)切取腓骨段时,要尽量保持骨膜完整,保护骨膜血管与血管蒂,保留 1.0~2.0 cm 的骨膜,能够有效保护血管蒂。4)保证血管吻合质量,吻合腓骨瓣近端动脉与胫前动脉近端或受区腓动脉,并吻合远端与胫动脉远端,尽量将腓动静脉近远端与受区胫前动静脉近远端一并吻合,在保证血供的同时,保留受区胫前动脉,降低受区损伤。5)术中、术

后严密监测皮瓣颜色、血运情况,及时处理血管危象,避免危及骨皮瓣成活。6)术前完善相关检查,确保胫前后动脉无异常;术前制订完美的手术方案,合理预估术中所需输血量等情况。7)做好细菌培养与药敏试验,确保使用的抗生素均为敏感抗生素。8)选择合适的固定方式,胫骨骨缺损部位在骨皮瓣移植后尽量使用外固定架固定或者解剖钢板固定,既能提高术后肢体稳定性,促进患者早期功能锻炼,还能够降低内固定物对于病灶的影响,降低感染风险^[18-19]。

综上所述,手术清创与 VSD 相结合,使胫骨髓炎感染病灶清除彻底,在此基础上合理选择手术时间,保证腓骨骨皮瓣切取时血供良好、面积合适,熟练掌握显微外科操作技术,高质量移植骨皮瓣并吻合血管,做好外固定,对于 VSD 结合吻合血管蒂腓骨骨皮瓣移植治疗胫骨骨髓炎伴骨缺损的临床效果提升有显著的作用。

参考文献

- [1] WANG X, WANG Z, FU J, et al. Induced membrane technique for the treatment of chronic hematogenous tibia osteomyelitis[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2017, 18(1):33-39.
- [2] 张震,魏屹东,季明华,等. 胫骨慢性骨髓炎治疗进展[J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(2):54-57.
- [3] 孙劲,付纳新,刘沛,等. 吻合血管腓骨皮瓣移植与万古霉素硫酸钙填塞治疗慢性胫骨骨髓炎并骨缺损[J]. 实用医学杂志, 2017, 33(3):95-98.
- [4] 陈时高,孙军锁,景斗星,等. 带血管蒂的腓骨瓣移植和 Ilizarov 外固定骨牵引术治疗胫骨骨缺损骨不连的比较[J]. 骨科, 2016, 7(6):412-416.
- [5] ENNEKING W F, DUNHAM W, GEBHARDT M C, et al. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system[J]. Clin Orthop Relat Res, 1993, 286:241-246.
- [6] 周益,谭金海. 带血管蒂腓骨骨皮瓣移植联合负压封闭引流治疗胫骨长段骨缺失的临床应用 [J]. 临床外科杂志, 2017, 25(3):222-225.
- [7] 毕军伟,李盛华,刘红喜. 骨外固定技术在慢性胫骨骨髓炎治疗中的研究进展[J]. 甘肃医药, 2016, 35(2):102-105.
- [8] 郭仕强. 骨搬运技术治疗慢性胫骨骨髓炎伴长段骨缺损临床效果[J]. 创伤外科杂志, 2017, 19(7):544-545.
- [9] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组,中华医学会骨科学分会外固定与肢体重建学组,中国医师协会创伤外科医师分会创伤感染专家委员会,等. 中国骨折内固定术后感染诊断与治疗专家共识(2018 版)[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(11):929-936.