·临床研究论著·

封闭加压窦道造影技术在窦道型慢性创面中的临床应用价值

张秀珍[1] 鲁香月[1] 李义昌[2] 朱亚萍[1] 钟晓娟[1] 翟延荣[1]

【摘要】 **目的** 探讨封闭加压窦道造影技术在窦道型慢性创面中的临床应用价值。**方法** 纳入2022年5月至2025年5月我院创面修复科收治的40例窦道型慢性难愈性创面患者，其中男21例，女19例，年龄(56.43±15.30)岁(23～93岁)。患者窦道先后行传统窦道造影技术(传统造影组)及封闭加压窦道造影技术(封闭加压造影组)，利用Mimics 17.0 CT图像测量软件对两次检查图像进行三维重建，分别获得窦道长度及窦道体积。完善检查后窦道内注射亚甲兰并切开，测得窦道的实际长度。比较传统造影组及封闭加压造影组获得的窦道长度与实际长度的偏差率，以及窦道体积的差异。**结果** 传统造影组测得的窦道长度为27.20(15.00，33.88) mm，封闭加压造影组测得的窦道长度为36.45(25.98，47.98) mm，切开后测得的实际窦道长度为36.50(28.13，49.50) mm；传统造影组的长度偏差率为21.77%，显影体积为2.70(1.45，3.48) cm^3，封闭加压造影组的长度偏差率为3.18%，显影体积为3.30(2.50，4.70) cm^3，组间差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 封闭加压窦道造影技术在窦道型慢性创面的临床检查中能更清楚的显示创面的全程及内部结构，有利于窦道型慢性创面的早期临床诊断，且操作简单，值得临床推广及应用。

【关键词】 创面修复；窦道型慢性创面；计算机断层扫描；造影剂；封闭加压

Clinical application of closed pressurized sinus tract radiography in chronic wounds with sinus truct.

Zhang Xiuzhen[1], Lu Xiangyue[1], Li Yichang[2], Zhu Yaping[1], Zhong Xiaojuan[1], Zhai Yanrong[1]. [1]Department of Wound Repair, Wuzhong People's Hospital of Suzhou, Suzhou 215128, China; [2]Department of Radiology, Wuzhong People's Hospital of Suzhou, Suzhou 215128, China

Corresponding author: Zhai Yanrong, E-mail: zhaiyanrong1885@126.com

【**Abstract**】 **Objective** To explore the application value of closed pressurized sinus tract radiography in chronic wounds with sinus tract. **Methods** A total of 40 patients with sinus tract chronic refractory wounds, who were admitted to the Department of Wound Repair in our hospital between May 2022 and May 2025 were enrolled in this study. The cohort included 21 males and 19 females, with age of (56.43±15.30) years (23-93 years). All patients underwent both conventional sinus tract radiography (conventional group) and closed pressurized sinus tract radiography (closed pressurized group). The Mimics 17.0 CT image measurement software was used to perform three-dimensional reconstruction of the images obtained from both examinations, allowing for the measurement of sinus tract length and volume. Following the imaging studies, methylene blue was injected into the sinus tract, which was then surgically opened to measure the actual length of the tract. The deviation rate between the sinus tract lengths obtained from the conventional group and the closed pressurized group relative to the actual length, as well as the differences in sinus tract volume, were compared. **Results** The sinus tract length measured in the conventional group was 27.20 (15.00, 33.88) mm, compared to 36.45 (25.98, 47.98) mm in the closed pressurized group. The actual length measured after surgical incision was 36.50 (28.13, 49.50) mm. The length deviation rate was 21.77% in the conventional group and the opacified volume was 2.70 (1.45, 3.48) cm^3. In the closed-pressure group, the length deviation rate was 3.18%, and the opacified volume was 3.30 (2.50, 4.70) cm^3. These differences were statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** Closed pressurized sinus tract radiography provides superior visualization of the entire course and internal architecture of chronic wounds with sinus tract. This technique facilitates early clinical diagnosis, and due to its

DOI：10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.009

基金项目：江苏省苏州市科技计划项目(SYW2024059)；苏州市吴中区东吴卫生人才科研项目(DWWS2025012)；苏州市吴中人民医院院内项目(2022yjky16)

作者单位：1. 苏州市吴中人民医院创面修复科，江苏苏州 215128；2. 苏州市吴中人民医院放射科，江苏苏州 215128

通信作者：翟延荣，E-mail：zhaiyanrong1885@126.com

straightforward nature, is worthy of broader clinical adoption and application.

【Key words】 Wound repair; Chronic wound with sinus tract; Computed tomography; Contrast media; Closed pressurization

随着疾病谱的变化及全球人口老龄化，各类慢性难愈性创面的发生率逐年增加[1-3]，并成为一个重大的公共卫生问题[4]，给患者的健康、经济、心理均带来沉重的负担[5]。窦道型慢性创面是其中一个特殊类型，目前尚无一个明确的定义，其发病机制复杂，多由于深部组织感染坏死所致[6]，但因只有一个盲管开口于体表，故坏死组织引流不畅，创面反复感染并伴细菌生物膜形成[7]，使得创面迁延不愈。为了解窦道型慢性创面内部结构以及与周围局部组织间的解剖关系，临床常通过传统窦道造影技术了解窦道深度、方向、有无分支或异物，以及与周围组织的关系[8-9]，但常因窦口较大或过小与注射器无法紧密接合，注射造影剂时极易发生造影剂外溢，同时无法加压注射而不能显示较深、较长、较细的窦道全程[10]。针对传统窦道造影技术存在的问题，我们课题组设计了一种封闭加压环（专利号：ZL 2024 2 0796285.3），利用半透膜封闭加压技术对窦道型慢性创面进行探查，以期为窦道型慢性创面的诊断提供新的思路和方法。

资料与方法

一、纳入与排除标准

纳入标准：①年龄≥18岁；②病程超过30天，符合慢性难愈性创面诊断标准[2]；③创面开口于体表，并向深部走形者；④同意参加研究者。

排除标准：①创面与体腔相通者；②创面为急性感染者；③抗凝及凝血功能异常者；④有认知障碍无法配合者。

二、一般资料

将2022年5月至2025年5月我院创面修复科收治的40例窦道型慢性创面患者纳入本研究。其中男21例，女19例，年龄（56.43±15.30）岁（23～93岁）。本研究已经通过我院伦理委员会批准（审批号：伦2022yjky16），全部研究对象均充分行使知情权并签署同意书。

三、主要材料与设备

30%碘海醇注射液（扬子江药业集团有限公司）、封闭加压环（专利号：ZL 2024 2 0796285.3）、一次性使用医用透明贴膜[荣科（苏州）医疗科技有限公司]、一次性使用静脉输液针（江苏康友医用器械有限公司）、亚甲兰针（20 mg/支，江苏济川制药有限公司）、Definition AS+64排128层CT（德国西门子有限公司）、电子压力表SW-512C（中国深达威科技股份有限公司）。

四、研究方法

患者入院后由创面治疗师对窦道型慢性创面使用探针进行初诊，测量并记录窦道口直径、最大测量深度，存在分支的可能；后由同一创面治疗师协同医生对患者行传统窦道造影及自主创新的封闭加压窦道造影。具体过程：①选择合适体位，尽量使窦道口朝上（图1 a）；②常规消毒，清除窦道内渗液及脱落的坏死组织；③使用传统造影技术显示窦道形态（传统造影组），将注射器插入窦道口，缓慢注射对比剂碘海醇注射液，使其填充窦腔直至窦道口，当对比剂从窦道口溢出即停止注射，压力接近零压，等待1 min后行CT检查（图1 b）；④使用注射器尽量抽出窦道里的造影剂，并以少量无菌生理盐水轻柔冲洗窦道2～3次；⑤使用封闭加压造影技术显示窦道形态（封闭加压造影组），将一次性使用静脉输液针去除针尖后置于窦道口，贴膜固定，放置封闭加压环（图2），一次性使用静脉输液针接注射器缓慢注射对比剂碘海醇注射液，使其填充窦腔直至窦道口，以有阻力感、封闭加压环微微隆起为统一终点，此时测得的压力约5～6 kPa，等待1 min后行CT检查（图1 c）；⑥利用Mimics 17.0 CT图像测量软件（Materialise

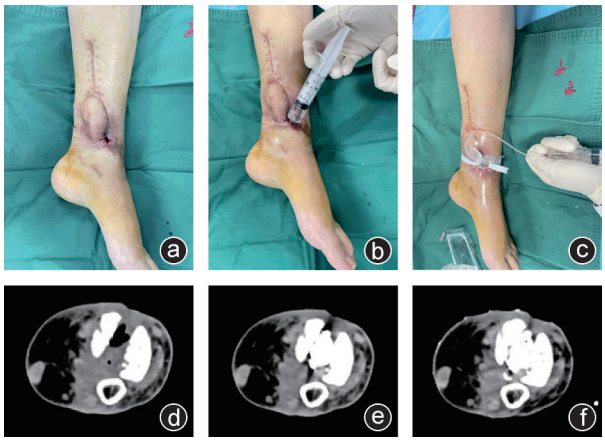

图1　两种窦道造影技术示意图　患者女性，66岁，左踝关节骨折术后伤口不愈1年。a：近内踝处见0.5 cm×0.5 cm窦道，有渗液流出；b：将注射器插入窦道口注射对比剂碘海醇注射液行传统窦道造影；c：窦道口放置封闭加压环，行封闭加压窦道造影；d：常规窦道CT提示胫骨下段骨质破坏，内可见窦道；e：传统窦道造影提示窦道内被造影剂填充；f：封闭加压窦道造影显示窦道形态较传统窦道造影所显示的更完整。

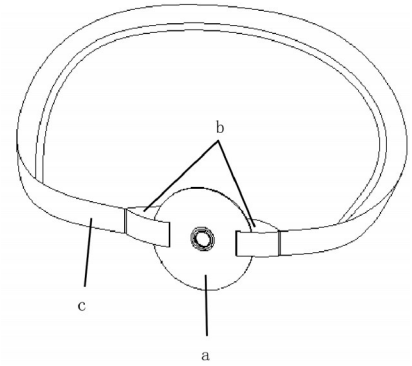

图2 封闭加压环结构示意图(a:封闭环;b:魔术贴搭扣;c:固定带)

公司,比利时)对两次检查图像进行三维重建。完善检查后在局部浸润麻醉下行清创术,窦道内注射亚甲兰,切开并测量窦道的实际长度。

五、观察指标

(一)窦道长度

通过Mimics 17.0 CT图像测量软件对传统窦道造影技术及封闭加压窦道造影技术获得的图像进行三维重建,分别测量两种造影方式显示的窦道长度;通过窦道切开获得窦道的实际长度。比较两种造影技术的长度偏差率,长度偏差率=(窦道切开测得的实际长度-造影检查测得的窦道长度)÷窦道切开测得的实际长度)×100%。

(二)窦道体积

利用Mimics 17.0 CT图像测量软件对两次造影获得的图像进行三维重建,分别测量两种造影方式显示的窦道体积。

六、统计学处理

采用SPSS 25.0统计软件(IBM公司,美国)进行分析。计量资料数据符合正态分布,以$\bar{x}\pm s$表示;符合偏态分布,则以$M(Q_1,Q_3)$表示。正态分布的计量资料数据组间比较采用配对t检验,非正态分布的计量资料数据采用Wilcoxon秩和检验。P<0.05为差异有统计学意义。

结　果

一、窦道长度的比较

40例患者窦道切开后测得的实际长度为36.50(28.13,49.50) mm。窦道造影后获得的图像行三维重建,传统造影组测得的窦道长度为27.20(15.00,33.98) mm,封闭加压造影组测得的长度为36.45(25.98,47.98) mm,封闭加压造影组测得的长度长于传统造影组,差异有统计学意义(Z=-5.511,P<0.001)。传统造影组测得的长度偏差率中位数为21.77%,而封闭加压造影组测得的长度偏差率中位数为3.18%,差异有统计学意义(P<0.05,表1)。

二、窦道体积的比较

40例患者窦道使用传统造影技术测得的显影体积为2.70(1.45,3.48) cm^3,使用封闭加压造影技术测得的显影体积为3.30(2.50,4.70) cm^3,差异有统计学意义(P<0.01,表1)。

表1 两组窦道长度偏差率、窦道体积的比较[$M(Q_1,Q_3)$]

组别	长度偏差率/%	窦道体积/cm^3
传统造影组	21.77(9.81,33.01)	2.70(1.45,3.48)
封闭加压造影组	3.18(1.24,6.22)	3.30(2.50,4.70)
Z值	-5.511	-4.977
P值	<0.001	<0.001

讨　论

窦道型慢性难愈性创面常继发于糖尿病足、压力性损伤、术后感染等创面[11-12],由于其特殊的形态以及窦道内部组织结构难以准确判断等特点,窦道型创面成为慢性难愈性创面中更为棘手的一类创面。此类慢性创面的治疗首先需明确其内部的深度、方向、分支,与周围组织的关系等。临床常使用传统CT窦道造影加三维重建对窦道型慢性创面进行诊断,但显影效果不佳易导致误诊及漏诊[13]。随着造影技术的发展,有学者[9,14]将内镜技术与造影技术联合应用,可在直视下明确窦道创面的内部情况及结构,但有术中二次损伤风险,且对操作者及医疗设备要求较高,不利于基层医院推广。因此探究一种操作简便、显影效果好,又利于临床推广的造影技术显得尤为重要。

本课题组发明了一种封闭加压环,利用半透膜将封闭加压环固定于窦道型创面,通过加压的方式,使造影剂能够深入窦道更深处,充分填塞窦道,从而更清晰地显示窦道的全程及内部结构,其测得的窦道长度与实际长度的偏差率远低于传统造影技术(3.18% vs. 21.77%),这表明该技术在测量窦道长度方面具有更高的准确性。同时,封闭加压造影技术测得的窦道显影体积也明显大于传统造影技术(3.30 cm^3 vs. 2.70 cm^3),这意味着该技术能够更全面地显示窦道的内部结构,为临床医生提供更丰富的诊断信息。本研究中封闭加压造影技术使用的压力为可控低压,以缓慢推注对比剂时有阻力感且封闭加压环微微隆起为统一终点,此时连接电子压力表测得压力值约为5~6 kPa,小于刘颖等[15]测得窦道

的静息压为(9.82±1.04) kPa,力学上不大可能撕裂软组织产生假阳性。

本研究中的窦道实际长度通过开放性手术中注射亚甲蓝测得,故较为准确,可比性强[16]。对比剂选择30%碘海醇注射液,碘海醇是非离子型对比剂。研究表明其具备副反应发生率低、生物安全性高等优势,但其粘度较低[17-18],易导致显影不充分,故本研究中注射造影剂后等候一分钟,使窦道能尽可能被充分灌流填充并在检测中显影。

综上所述,封闭加压窦道造影这一创新技术不仅解决了传统造影技术中因窦口大小不适配而导致的造影剂外溢问题,还克服了无法加压注射而不能显示较深、较长、较细窦道全程的局限,相较于传统造影技术在窦道的测量中具备一定优势。同时封闭加压窦道造影技术的操作相对简便,对操作者的技术要求不高,且不需要昂贵的医疗设备,适合在基层医院推广应用。其高准确性、全面显影以及操作简便等特点,使得该技术有望成为未来窦道型慢性创面诊断的常规手段。

本研究存在一定的局限性,主要是样本量少,影响研究结果的稳定性。未来,可通过扩大样本量,进一步验证封闭加压窦道造影技术在窦道型慢性创面诊断中的适用性。其次,虽然本研究已初步证明封闭加压窦道造影技术的优势,但其在不同类型窦道型慢性创面中的应用效果是否一致,仍需更多临床实践来验证。此外本研究未评估不同压力对窦道显影的影响。后续研究可针对不同部位的窦道型慢性创面展开,并可研究不同压力对显影效果的影响,以全面评估该技术的临床应用价值。

参 考 文 献

[1] 中国老年医学学会烧创伤分会. 老年难愈性创面系统评估与治疗的专家共识(2025版)[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2025, 41(5): 401-416.

[2] 熊元, 米博斌, 闫晨晨, 等. 创伤骨科慢性难愈性创面诊疗指南(2023版)[J]. 中华创伤杂志, 2023, 39(6): 481-493.

[3] Idensohn PJ, Gilbert K, Boodhoo K, et al. The prevalence, aetiology and healing trajectories of hard-to-heal wounds in South Africa[J]. Int Wound J, 2025, 22(3): e70155.

[4] Sharma A, Shankar R, Yadav AK, et al. Burden of chronic nonhealing wounds: an overview of the worldwide humanistic and economic burden to the healthcare system[J]. Int J Low Extrem Wounds, 2026, 25(2): 371-378.

[5] Redmond MC, Gethin G, Finn DP. A review of chronic wounds and their impact on negative affect, cognition, and quality of life[J]. Int Wound J, 2025, 22(8): e70748.

[6] 顾佳, 郜宁正. 慢性窦道创面的治疗进展[J]. 安徽医学, 2021, 42(6): 699-702.

[7] Sahoo K, Meshram S. Biofilm formation in chronic infections: a comprehensive review of pathogenesis, clinical implications, and novel therapeutic approaches[J]. Cureus, 2024, 16(10): e70629.

[8] 李天纵, 杜雪松. 介入放射技术在瘘管窦道X线造影中的应用[J]. 医疗装备, 2019, 32(15): 86-87.

[9] 陶贵录, 刘英开, 唐佳俊, 等. 软性内镜与硬性内镜在不同形态窦道型慢性创面临床检查中的应用价值[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(8): 747-751.

[10] 王志涛, 鲁振锋. CT瘘管造影及三维重建在复杂性肛瘘中的应用价值探讨[J]. 浙江医学, 2021, 43(2): 227-230.

[11] 邓如非, 龙露瑶, 陈燕微, 等. 基于窦道情况及皮肤软组织缺损范围的坐骨结节压疮临床修复策略[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(1): 64-71.

[12] 袁鹏, 雍希勤, 潘茜, 等. 富血小板纤维蛋白联合负压封闭引流在慢性窦道型创面中的应用效果分析[J]. 中国烧伤创疡杂志, 2025, 37(4): 261-265.

[13] 杨光远. 介入放射技术在瘘管窦道造影中的应用价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2016, 14(6): 3.

[14] 马先, 唐佳俊, 吴敏洁, 等. 内镜技术治疗慢性窦道(腔)创面诊疗规范(试行版)[J]. 中华烧伤杂志, 2019, 35(12): 833-838.

[15] 刘颖, 崔海坡, 宋成利, 等. 肛瘘封堵器的材料设计与生物力学研究[J]. 上海理工大学学报, 2023, 45(5): 488-494, 502.

[16] 赵玲玲, 席庆春, 方明松, 等. 亚甲蓝染色技术在外科清创中的临床应用[J]. 中国美容整形外科杂志, 2024, 35(7): 431-433.

[17] Schöckel L, Jost G, Seidensticker P, et al. Developments in X-ray contrast media and the potential impact on computed tomography[J]. Invest Radiol, 2020, 55(9): 592-597.

[18] 王少华, 侯国强, 杨志刚, 等. 碘海醇造影在新生儿消化道畸形诊断中的应用[J]. 山东医药, 2021, 61(36): 54-56.

(收稿日期: 2026-05-20)

(本文编辑:龚哲妮)

引用格式

张秀珍, 鲁香月, 李义昌, 等. 封闭加压窦道造影技术在窦道型慢性创面中的临床应用价值[J]. 骨科, 2026, 17(5): 459-462. DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.009.