

化脓性汗腺炎外科治疗研究进展

汪怡然, 韩春茂, 王新刚

浙江大学医学院附属第二医院烧伤与创面修复科, 浙江 杭州 310009

[摘 要] 化脓性汗腺炎具有慢性、难治性、复发性的特点,其治疗应在内科治疗的基础上有针对性地联合外科干预。目前,应用于临床的外科治疗方式包括切开引流术、去顶术、激光治疗、强脉冲光治疗、光动力疗法等局部治疗,以及保留皮肤组织的电切剥离术、扩大切除术等完整的病损切除治疗。各种治疗方式的清除范围、治疗效果、术后并发症及复发风险各不相同。其中,局部治疗对患者的损伤较小,但复发率高,主要适用于轻中度患者;病损切除治疗复发率较低,但手术损伤大、术后涉及创面重建,主要适用于中重度患者。本文综述了化脓性汗腺炎的外科治疗原则及各种外科治疗方式,以期为该病的规范诊治提供参考。



[关键词] 化脓性汗腺炎;慢性创面;手术治疗;综述

[中图分类号] R632 [文献标志码] A

Advances in surgical treatment of hidradenitis suppurative

WANG Yiran, HAN Chunmao, WANG Xingang (*Department of Burns & Wound Care, the Second Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310009, China*)

Corresponding author: WANG Xingang, E-mail: wangxingang8157@zju.edu.cn, <https://orcid.org/0000-0002-7522-7782>

[Abstract] Hidradenitis suppurative is a chronic, refractory and recurrent dermatological disease. The disease should be managed by targeted surgical intervention on the basis of medical treatment. Currently, the surgical treatment methods include local treatments like incision and drainage, unroofing, laser therapy, intense pulsed light therapy, photodynamic therapy, as well as complete lesion resection such as skin-tissue saving excision with electrosurgical peeling and extended excision. The clearance range, therapeutic effect, postoperative complications, and recurrence risk vary among the different treatment methods. Local treatments cause less damage, but have high

收稿日期(Received):2023-07-12 接受日期(Accepted):2023-10-16 网络预发表日期(Online):2023-11-02

基金项目(Funding):国家重点研发计划(2022YFC2403100)

第一作者(First author):汪怡然,硕士研究生,主要从事烧伤及创面修复研究;E-mail:22118177@zju.edu.cn;<https://orcid.org/0000-0002-7873-5045>

通信作者(Corresponding author):王新刚,主任医师,教授,博士生导师,主要从事烧伤及创面修复研究;E-mail:wangxingang8157@zju.edu.cn;<https://orcid.org/0000-0002-7522-7782>

recurrence rates, and are mainly for mild to moderate hidradenitis suppurative patients. Complete lesion resections have relatively low recurrence rates, but may bring more surgical injuries, and postoperative reconstructions are needed, which are mainly for moderate to severe hidradenitis suppurative patients. In this article, the surgical treatment principles and various surgical treatment methods of hidradenitis suppurative are reviewed, to provide a reference for the diagnosis and treatment of this disease in clinical practice.

[**Key words**] Hidradenitis suppurative; Chronic wound; Surgical treatment; Review

[J Zhejiang Univ (Med Sci), 2023, 52(6): 795-801.]

[**缩略语**] 掺钕钇铝石榴石(neodymium:yttrium aluminium garnet, Nd:YAG);保留皮肤组织的电切剥离(skin-tissue-saving excision with electrosurgical peeling, STEEP)

化脓性汗腺炎又名反常性痤疮,是一种慢性复发性炎症性皮肤病疾病,主要表现为腋窝、腹股沟、外生殖器及肛周等处炎性结节、脓肿、窦道、破溃及瘢痕反复形成,局部病损区域可伴有瘙痒、疼痛、异味,对患者身心造成巨大影响^[1]。目前研究表明,化脓性汗腺炎患者应采用长期的跨学科和多元化的管理模式,包括病灶局部和全身药物治疗、外科治疗、行为干预、健康管理、共病筛查等^[2-6]。其中,外科治疗通过清除病变的毛囊和皮脂腺、病损处的炎性物质、上皮窦道及角质碎屑等皮下异物,控制炎症并预防其进行性浸润发展、促进创面愈合、遏制瘢痕形成,对中重度化脓性汗腺炎的治疗具有不可替代的作用^[7-8]。然而,由于化脓性汗腺炎的患病率较低,外科治疗的相关研究较少,外科医生对该病的认识仍有限^[9-10]。部分外科医生根据病损处感染、流脓的症状,将其误诊为感染引起的皮肤溃疡,盲目手术清创,导致患者失去及时、规范诊治的机会^[11-12]。本文就化脓性汗腺炎的外科治疗进展进行综述,以期规范诊治提供参考。

1 化脓性汗腺炎严重程度分级和外科治疗原则

Hurley临床分级是目前化脓性汗腺炎最为常用的严重程度分级方式,其将化脓性汗腺炎分为三级: Hurley I级(轻度),即单个或多个结节、脓肿,无皮肤窦道及瘢痕形成; Hurley II级(中度),即复发性结节脓肿伴皮肤窦道及瘢痕形成; Hurley III级(重度),即病变呈弥漫性分布,具有

多个相互穿通的窦道和脓肿^[9]。此外, Sartorius评分、IHS4评分等也可用于评价化脓性汗腺炎的严重程度及治疗效果^[13-14]。

根据是否完全切除病损组织,外科治疗可分为局部治疗和病损切除治疗。其中,局部治疗对患者的损伤较小,可有效缓解急性症状,但复发率高,主要适用于 Hurley I/II级的患者。病损切除治疗复发率较低,但手术创面较大,切除后的缺损区域往往难以一期愈合,需进行术后创面重建,具有恢复期长、术后并发症较多等缺点,主要适用于疾病严重影响生活的患者或术后复发的 Hurley II/III级患者。总之,具体治疗方式需以 Hurley临床分级为参考,结合疾病部位、患者自身的意愿等进行选择^[9-10, 12, 15]。各项外科治疗的清除范围、适应证及优缺点见表1。此外,外科治疗必须与药物、行为干预等治疗方式联用,从而更好地控制疾病^[1, 16]。

2 化脓性汗腺炎局部外科治疗

2.1 切开引流术

切开引流术可快速去除单个结节内波动的急性脓肿,用于缓解急性期皮下张力引起的疼痛。然而,由于切开引流术无法完全清除病变组织及其下的炎性物质,复发率几乎为100%,故对化脓性汗腺炎的根本性治疗效果不佳^[8, 17]。

2.2 去顶术

标准的去顶术仅切除病损区域的顶部,保留病损底部及邻近的纤维和瘢痕组织。该手术通

表1 化脓性汗腺炎的外科治疗
Table 1 Surgical treatment of hidradenitis suppurative

外科治疗方式	清除范围	适用人群	优点	缺点
局部治疗				
切开引流术	局部脓液	急性期张力性脓肿患者	微创、操作简单、立即缓解张力性脓肿所致的疼痛	复发及感染率极高
去顶术	脓肿和窦道的顶部及其内部胶状和溶血物质	复发性结节和窦道的Hurley I/II级患者	微创、术后恢复快、立即缓解张力性脓肿所致的疼痛	复发及感染率高
二氧化碳激光治疗	切除范围可通过调节二氧化碳激光治疗仪器的参数进行选择	去顶、蒸发用于Hurley I/II级患者;局部切除用于Hurley II/III级患者	止血效果好、手术视野清晰、术后恢复快、减轻术后瘢痕挛缩	设备要求高、复发率不确定
Nd:YAG激光治疗/强脉冲光治疗	部分毛囊	Hurley I/II级患者	无创	无法清除病灶、疗效较差
光动力疗法	病灶内的细胞	Hurley I/II级患者	无创	无法清除病灶、缺乏确切疗效证据
病损切除治疗				
扩大切除术	包含大汗腺在内的完整病灶	Hurley II/III级患者,特别是局部手术治疗控制不佳及Hurley III级的严重患者	复发率最低	术后愈合时间长、并发症多、易出现瘢痕挛缩
STEEP术	全部病变区域和纤维化组织	Hurley II/III级患者	保留正常组织、术后愈合快、减轻术后瘢痕挛缩	复发率不确定

Nd:YAG:掺钕钇铝石榴石;STEEP:保留皮肤组织的电切剥离。

常可在局部麻醉下完成。术中,首先利用探针确定窦口及连接的痿管,随后切除病损区域的顶部,使病损底部完全暴露在外,并刮除其内部胶冻状坏死物质,再次检查有无残留窦道。病损底部完全开放,等待自发上皮化或皮片移植,该手术适用于具有复发性结节和窦道的Hurley II/III级患者^[12, 18]。值得注意的是,残留的纤维组织和隐秘窦道可能增加术后复发率,为此,Dahmen等^[19]提出了清除所有纤维组织的改良去顶术。他们对52例中重度化脓性汗腺炎患者的96个去顶病灶进行了前瞻性研究,发现改良去顶术后的复发率为14%,且具有与传统去顶术相似的愈合时间。杜秀康^[20]观察了26例接受去顶术的肛周化脓性汗腺炎患者,发现患者术后创口愈合效果好,创面愈合时间为平均42.3 d,术后1年复发率为11.5%。

2.3 二氧化碳激光治疗

二氧化碳激光是一种远红外激光,当其聚焦照射浅表组织时,可引起组织汽化,达到精准、无出血、非接触切割组织的效果。根据化脓性汗腺炎病损处的严重程度和病变范围,可选择不同参数的二氧化碳激光对病损处进行去顶、蒸发或局部切除^[21-22]。与传统手术比较,二氧化碳激光治

疗可在门诊进行,具有止血效果好、视野清晰、术后恢复快、术后瘢痕挛缩减轻等优点^[23]。Grimstad等^[24]对255例化脓性汗腺炎患者进行评估,其中156例接受了二氧化碳激光治疗,与接受药物治疗的患者比较,接受二氧化碳激光治疗的患者疼痛改善和生活质量提高更明显。目前,二氧化碳激光治疗的研究仍相对较少,其与传统手术的疗效差异以及远期效果有待进一步研究。

2.4 Nd:YAG激光和强脉冲光治疗

Nd:YAG为一种非消融性的激光,虽无法达到病灶的清除,但可选择性地诱导毛囊光热解,从而减少毛囊,适用于Hurley I/II级患者^[22]。Mahmoud等^[25]对22例存在一个或多个部位双侧对称的Hurley II级化脓性汗腺炎患者进行了一项自身左右对照的前瞻性队列研究,结果显示治疗组的改善率为72.7%,明显优于对照组的22.9%,且在治疗的4个月内疗效显著,在治疗后的2个月随访期间疗效保持不变。强脉冲光也具有热解毛囊的作用,Highton等^[26]对18例化脓性汗腺炎患者进行了持续4周的强脉冲光治疗(每周两次),与未治疗侧比较,治疗侧显著改善且效果可维持12周。

2.5 光动力疗法

光动力疗法是通过适当波长的光激活光敏剂,从而产生活性氧,靶向诱导细胞凋亡,并具有抗炎、抗菌、调节免疫活性的作用^[22]。其中,联合应用1%~5%的5-氨基乙酰丙酸和发光二极管对78%~94%的化脓性汗腺炎患病部位具有改善效果^[27]。尽管如此,光动力疗法仍缺乏确切的疗效证据,有待后续研究。

3 化脓性汗腺炎病损切除术及创面修复

3.1 扩大切除术

扩大切除术指使用手术刀或电刀,扩大切除病变的整个受累区域,切缘超过病灶的临床边缘,并包含完整的大汗腺。具体切除范围及深度根据疾病严重程度调整,在病损未累及皮下脂肪层时,可保留部分正常的皮下脂肪,不需要像治疗恶性肿瘤那样达到深筋膜层^[28]。扩大切除术具有根治的特点,患者复发率低,尤其适用于内科或局部手术治疗控制不佳及Hurley III级的严重患者^[3, 9]。Ovadja等^[29]对33项包含去顶术、切开引流术、激光切除在内的化脓性汗腺炎局部手术治疗研究及97项扩大切除术研究进行荟萃分析,结果显示局部手术治疗的合并复发率为26.0%,而扩大切除术的合并复发率为5.0%。Kofler等^[30]对255例扩大切除术患者进行术后随访,80%的患者对手术非常满意或满意,72%的患者未发生术后不良事件,但38%的患者术后出现疼痛并需要镇痛药干预。

3.2 STEEP术

进行STEPP术时,首先对病损区域进行标准去顶,随后自切口开始,平行于切面方向逐层电切,直到完全剥离病变区域和纤维化组织,最后用探头检查伤口边缘是否有残留的窦道组织并电凝止血。该手术在完全去除病变区域和纤维化组织的同时,最大程度地保留了周围健康组织。虽然复发率不确定,但其具有术后愈合快、减轻功能性挛缩等优点,可作为Hurley II/III级化脓性汗腺炎患者的手术选择^[8, 31]。Blok等^[32]对113例化脓性汗腺炎患者接受的共363次以STEPP术为主的手术治疗进行分析,术后复发率为29.2%,伤口肉芽增生是其最常见的并发症,发生率为8%,且患者对手术疗效及术区愈合后美观程度的满意度均较高。Prens等^[33]对40例接受STEPP术的化脓性汗

腺炎患者进行了前瞻性研究,患者术后平均伤口闭合时间为 (81.3 ± 48.9) d,术后26周内的复发率为23.7%,术后活动障碍及日常工作能力有所改善。

3.3 创面修复

病损切除术后,缺损处的创面修复是不可避免的问题。修复方式包括一期缝合、皮片及皮肤替代物移植、皮瓣移植、二期愈合等。在术区创面修复时,应根据患者全身情况、缺损部位、创面大小、相邻皮肤特征等进行个体化修复^[12, 28]。其中,一期缝合具有较高的术后并发症发生率和疾病复发率,需谨慎选择^[15, 34]。

皮片移植是一种较推荐的修复方式,由于皮片不含毛囊和汗腺等皮肤附件,可在一定程度上避免疾病复发。李玉英等^[35]回顾性分析了11例行病灶扩大切除联合邮票植皮术的化脓性汗腺炎患者的临床资料,结果发现所有患者均愈合,平均愈合时间为 (16.18 ± 1.60) d,1年内无复发。Mehdizadeh等^[36]通过荟萃分析发现,扩大切除术后患者一期缝合的复发率为15%,皮瓣移植的复发率为8%,而皮片移植的复发率仅为6%。为了减轻取皮对患者带来的二次伤害,部分学者提出了一种“再利用”的皮片移植模式,即回收切除后的病损组织,去除深层皮肤、皮下脂肪和受病损累及的浅层皮肤后,将剩余部分制成皮片,重新移植于缺损的创面^[37-39]。Maeda等^[37]回顾性分析了18例在扩大切除术后接受“再利用”皮片移植的臀部化脓性汗腺炎患者的临床资料,发现在平均61个月的随访中无一例复发。皮片移植尽管具有很多优点,但术后容易导致瘢痕挛缩,限制功能活动,因此更适用于臀部、乳房下方等区域,而在腋窝、腹股沟等活动度较大的部位需谨慎考虑。

皮瓣移植虽然一定程度上增加了复发风险且移植后皮瓣的存活率较难保证,但可缩短术后愈合时间,且更有利于术区的功能修复^[12, 40]。Vaillant等^[41]纳入36篇使用穿支皮瓣治疗化脓性汗腺炎的研究进行荟萃分析,在共386处皮瓣治疗中,腋窝处穿支皮瓣的使用最常见(83.2%),其次为生殖器区域和腹股沟区;术后15.1%的皮瓣出现伤口裂开、局部坏死等并发症,2例皮瓣出现完全坏死。此外,人工真皮可诱导真皮组织再生,减少愈合后的瘢痕挛缩,同时避免植入毛囊

和汗腺等皮肤附属器,可考虑使用在化脓性汗腺炎切除术后缺损处^[42]。

创面负压治疗具有保护创面、促进创面愈合、固定皮片等作用,适用于病损切除术后、拟二期愈合或植皮后有较大面积化脓性汗腺炎的创面^[43-45]。Ezanno等^[46]回顾性分析了20例腋窝扩大切除术后联合创面负压治疗的化脓性汗腺炎患者资料,患者接受负压治疗的平均时长为(18.5±9.0)d,平均住院时长为(3.0±0.2)d,术后完全愈合的平均时长为(115±85)d,多数患者对创面负压治疗具有较高的满意度。李志清等^[47]提出对臀部反复发作的重度化脓性汗腺炎患者进行病灶扩大切除、持续负压封闭引流联合间断含氧液冲洗、中厚皮或局部皮瓣移植的序贯治疗,15例经2~5次手术后仍反复发作的HurleyⅢ级化脓性汗腺炎患者实现了创面愈合,随访1~5年无复发。

4 结 语

化脓性汗腺炎是一种慢性、难治、易复发的皮肤疾病,其带来的瘙痒、疼痛和创面异味等严重影响了患者的生活质量和心理健康。该病的诊治应由多学科联合完成。其中,外科治疗对于化脓性汗腺炎创面具有不可替代的作用。根据目前研究结果,该病复发率最小的手术治疗方式为扩大切除术联合缺损区的皮片移植,然而外科治疗的具体方式还需结合患者的疾病部位、严重程度、自身意愿等进行选择。外科医生,特别是创面修复科医生应熟悉化脓性汗腺炎的特点,对该病患者进行针对性的外科干预。

志谢 研究得到国家重点研发计划(2022YFC2403100)支持

Acknowledgements This work was supported by the National Key R&D Project of China (2022YFC2403100)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

Conflict of Interests The authors declare that there is no conflict of interests

©The author(s) 2023. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

参考文献(References)

[1] SAUNTE D, JEMEC G. Hidradenitis suppurativa:

advances in diagnosis and treatment[J]. **JAMA**, 2017, 318(20): 2019-2032.

[2] GOLDBURG S R, STROBER B E, PAYETTE M J. Hidradenitis suppurativa: current and emerging treatments[J]. **J Am Acad Dermatol**, 2020, 82(5): 1061-1082.

[3] HENDRICKS A J, HSIAO J L, LOWES M A, et al. A comparison of international management guidelines for hidradenitis suppurativa[J]. **Dermatology**, 2021, 237(1): 81-96.

[4] GARG A, MALVIYA N, STRUNK A, et al. Comorbidity screening in hidradenitis suppurativa: evidence-based recommendations from the US and Canadian hidradenitis suppurativa foundations[J]. **J Am Acad Dermatol**, 2022, 86(5): 1092-1101.

[5] KIMBALL A B, OKUN M M, WILLIAMS D A, et al. Two phase 3 trials of adalimumab for hidradenitis suppurativa[J]. **N Engl J Med**, 2016, 375(5): 422-434.

[6] ALIKHAN A, SAYED C, ALAVI A, et al. North American clinical management guidelines for hidradenitis suppurativa: a publication from the United States and Canadian hidradenitis suppurativa foundations: part I: diagnosis, evaluation, and the use of complementary and procedural management[J]. **J Am Acad Dermatol**, 2019, 81(1): 76-90.

[7] MELENDEZ GONZALEZ M, SAYED C J. Surgery is an essential aspect of managing patients with hidradenitis suppurativa[J]. **J Am Acad Dermatol**, 2020, 83(3): 979-980.

[8] JANSE I, BIENIEK A, HORVATH B, et al. Surgical procedures in hidradenitis suppurativa[J]. **Dermatol Clin**, 2016, 34(1): 97-109.

[9] 中国反常性痤疮/化脓性汗腺炎诊疗专家共识制订小组. 中国反常性痤疮/化脓性汗腺炎诊疗专家共识(2021版)[J]. **中华皮肤科杂志**, 2021, 54(2): 97-104.

Consensus Writing Group on the Diagnosis and Treatment of Acne Inversa/Hidradenitis Suppurativa in China. Diagnosis and treatment of acne inversa/hidradenitis suppurativa in China: an expert consensus statement (2021 version) [J]. **Chinese Journal of Dermatology**, 2021, 54(2): 97-104. (in Chinese)

[10] NGUYEN T V, DAMIANI G, ORENSTEIN L, et al. Hidradenitis suppurativa: an update on epidemiology, phenotypes, diagnosis, pathogenesis, comorbidities and quality of life[J]. **J Eur Acad Dermatol Venereol**, 2021, 35(1): 50-61.

[11] SCALA E, CACCIAPUOTI S, GARZORZ-STARK N, et al. Hidradenitis suppurativa: where we are and where we are going[J]. **Cells**, 2021, 10(8): 2094.

[12] GIEREK M, OCHALA-GIEREK G, KITALA D, et al. Surgical management of hidradenitis suppurativa[J]. **Postepy Dermatol Alergol**, 2022, 39(6): 1015-1020.

[13] SARTORIUS K, EMTESTAM L, JEMEC G B, et al. Objective scoring of hidradenitis suppurativa reflecting the role of tobacco smoking and obesity[J]. **Br J**

- Dermatol**, 2009, 161(4): 831-839.
- [14] ZOUBOULIS C C, TZELLOS T, KYRGIDIS A, et al. Development and validation of the international hidradenitis suppurativa severity score system (IHS4), a novel dynamic scoring system to assess HS severity[J]. **Br J Dermatol**, 2017, 177(5): 1401-1409.
 - [15] RIDDLE A, WESTERKAM L, FELTNER C, et al. Current surgical management of hidradenitis suppurativa: a systematic review and meta-analysis[J]. **Dermatol Surg**, 2021, 47(3): 349-354.
 - [16] BECHARA F G, PODDA M, PRENS E P, et al. Efficacy and safety of adalimumab in conjunction with surgery in moderate to severe hidradenitis suppurativa: the SHARPS randomized clinical trial[J]. **JAMA Surg**, 2021, 156(11): 1001-1009.
 - [17] KOHORST J J, BAUM C L, OTLEY C C, et al. Surgical management of hidradenitis suppurativa: outcomes of 590 consecutive patients[J]. **Dermatol Surg**, 2016, 42(9): 1030-1040.
 - [18] VAN DER ZEE H H, PRENS E P, BOER J. Deroofing: a tissue-saving surgical technique for the treatment of mild to moderate hidradenitis suppurativa lesions[J]. **J Am Acad Dermatol**, 2010, 63(3): 475-480.
 - [19] DAHMEN R A, GKALPAKIOTIS S, MARDESICOVA L, et al. Deroofing followed by thorough sinus tract excision: a modified surgical approach for hidradenitis suppurativa[J]. **J Dtsch Dermatol Ges**, 2019, 17(7): 698-702.
 - [20] 杜秀康. 去顶开窗手术治疗肛周化脓性汗腺炎疗效分析[J]. **中外医学研究**, 2015, 13(12): 153-155.
DU Xiukang. Analysis of the efficacy of deroofing treatment in the perianal hidradenitis suppurativa[J]. **Chinese and Foreign Medical Research**, 2015, 13(12): 153-155. (in Chinese)
 - [21] LAPINS J, MARCUSSON J A, EMTESTAM L. Surgical treatment of chronic hidradenitis suppurativa: CO₂ laser stripping-secondary intention technique[J]. **Br J Dermatol**, 1994, 131(4): 551-556.
 - [22] HAMZAVI I H, GRIFFITH J L, RIYAZ F, et al. Laser and light-based treatment options for hidradenitis suppurativa[J]. **J Am Acad Dermatol**, 2015, 73(5 Suppl 1): S78-S81.
 - [23] CROCCO E I, DALAPICOLA M C, SUZUKI N M, et al. Surgical treatment of chronic hidradenitis suppurativa: CO₂ laser stripping-second intention technique[J]. **Dermatol Surg**, 2016, 42(3): 429-431.
 - [24] GRIMSTAD Ø, TZELLOS T, DUFOUR D N, et al. Evaluation of medical and surgical treatments for hidradenitis suppurativa using real-life data from the Scandinavian registry (HISREG)[J]. **J Eur Acad Dermatol Venereol**, 2019, 33(6): 1164-1171.
 - [25] MAHMOUD B H, TIERNEY E, HEXSEL C L, et al. Prospective controlled clinical and histopathologic study of hidradenitis suppurativa treated with the long-pulsed neodymium: yttrium-aluminium-garnet laser[J]. **J Am Acad Dermatol**, 2010, 62(4): 637-645.
 - [26] HIGHTON L, CHAN W Y, KHWAJA N, et al. Treatment of hidradenitis suppurativa with intense pulsed light: a prospective study[J]. **Plast Reconstr Surg**, 2011, 128(2): 459-466.
 - [27] RESHETYLO S, NARLA S, BAKKER C, et al. Systematic review of photodynamic therapy for the treatment of hidradenitis suppurativa[J]. **Photodermatol Photoimmunol Photomed**, 2023, 39(1): 39-50.
 - [28] MANFREDINI M, GARBARINO F, BIGI L, et al. Surgical and postsurgical wound care in hidradenitis suppurativa[J/OL]. **Dermatol Ther**, 2020, 33(3): e13282.
 - [29] OVADJA Z N, JACOBS W, ZUGAJ M, et al. Recurrence rates following excision of hidradenitis suppurativa: a systematic review and meta-analysis[J/OL]. **Dermatol Surg**, 2020, 46(8): e1-e7.
 - [30] KOFLER L, SCHWEINZER K, HEISTER M, et al. Surgical treatment of hidradenitis suppurativa: an analysis of postoperative outcome, cosmetic results and quality of life in 255 patients[J]. **J Eur Acad Dermatol Venereol**, 2018, 32(9): 1570-1574.
 - [31] BLOK J L, SPOO J R, LEEMAN F, et al. Skin-tissue-sparing excision with electrosurgical peeling (STEEP): a surgical treatment option for severe hidradenitis suppurativa Hurley stage II/III[J]. **J Eur Acad Dermatol Venereol**, 2015, 29(2): 379-382.
 - [32] BLOK J L, BOERSMA M, TERRA J B, et al. Surgery under general anaesthesia in severe hidradenitis suppurativa: a study of 363 primary operations in 113 patients[J]. **J Eur Acad Dermatol Venereol**, 2015, 29(8): 1590-1597.
 - [33] PRENS L M, HUIZINGA J, JANSE I C, et al. Surgical outcomes and the impact of major surgery on quality of life, activity impairment and sexual health in hidradenitis suppurativa patients: a prospective single centre study[J]. **J Eur Acad Dermatol Venereol**, 2019, 33(10): 1941-1946.
 - [34] STEELE A W, MILLER N F, WALLACE S J, et al. Hidradenitis suppurativa: a comparison of institutional experience and the tracking operations and outcomes for plastic surgeons registry[J]. **Plast Reconstr Surg**, 2022, 149(5): 1216-1224.
 - [35] 李玉英, 钟 培. 病灶广泛切除联合皮片邮票移植治疗肛周化脓性汗腺炎 11 例临床疗效分析[J]. **中华中医药杂志**, 2017, 32(3): 1382-1383.
LI Yuying, ZHONG Pei. Analysis on clinical effect of extensive excision combined with skin graft on 11 cases with hidradenitis suppurativa in anal[J]. **China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy**, 2017, 32(3): 1382-1383. (in Chinese)
 - [36] MEHDIZADEH A, HAZEN P G, BECHARA F G, et al. Recurrence of hidradenitis suppurativa after surgical management: a systematic review and meta-analysis[J]. **J Am Acad Dermatol**, 2015, 73(5 Suppl 1): S70-S77.

- [37] MAEDA T, KIMURA C, MURAO N, et al. Promising long-term outcomes of the reused skin-graft technique for chronic gluteal hidradenitis suppurativa[J]. **J Plast Reconstr Aesthet Surg**, 2015, 68(9): 1268-1275.
- [38] KINOSHITA-ISE M, NAKAMURA Y, KUMAGAI Y, et al. Successful treatment of widespread chronic gluteal hidradenitis suppurativa with combination of recycled skin graft and negative-pressure wound therapy[J]. **J Dermatol**, 2017, 44(8): 973-975.
- [39] KUO H W, OHARA K. Surgical treatment of chronic gluteal hidradenitis suppurativa: reused skin graft technique[J]. **Dermatol Surg**, 2003, 29(2): 173-178.
- [40] WORMALD J C, BALZANO A, CLIBBON J J, et al. Surgical treatment of severe hidradenitis suppurativa of the axilla: thoracodorsal artery perforator (TDAP) flap versus split skin graft[J]. **J Plast Reconstr Aesthet Surg**, 2014, 67(8): 1118-1124.
- [41] VAILLANT C, BERKANE Y, LUPON E, et al. Outcomes and reliability of perforator flaps in the reconstruction of hidradenitis suppurativa defects: a systemic review and meta-analysis[J]. **J Clin Med**, 2022, 11(19): 5813.
- [42] RIBEIRO L M, GUERRA A S. Hidradenitis suppurativa: combined treatment with dermal template, skin graft and negative pressure wound therapy, a case study[J]. **Acta Med Port**, 2018, 31(1): 59-62.
- [43] SOUSSI S, VALLÉE F, ROQUET F, et al. Measurement of oxygen consumption variations in critically ill burns patients: are the fick method and indirect calorimetry interchangeable?[J]. **Shock**, 2017, 48(5): 532-538.
- [44] HAMAGUCHI R, WEARDA T L, VOLK A S, et al. Surgical management of hidradenitis suppurativa: a two-center retrospective study[J]. **Plast Reconstr Surg**, 2022, 150(5): 1115-1127.
- [45] GRIMSTADØ. Single use negative-pressure wound therapy compared to standard care in patients after carbon dioxide laser surgery for hidradenitis suppurativa [J/OL]. **Dermatol Ther**, 2022, 35(6): e15483.
- [46] EZANNO A C, FOUGEROUSSE A C, GUILLEM P, et al. The role of negative-pressure wound therapy in the management of axillary hidradenitis suppurativa [J]. **Int Wound J**, 2022, 19(4): 802-810.
- [47] 李志清, 温皇鼎, 李胜龙, 等. 臀部反复发化脓性汗腺炎慢性创面序贯治疗的临床疗效观察[J]. **中华烧伤杂志**, 2019, 35(10): 757-760.
- LI Zhiqing, WEN Huangding, LI Shenglong, et al. Clinical therapeutic observation on sequential treatment of chronic wounds with repeated recurrence of hidradenitis suppurativa in buttocks[J]. **Chinese Journal of Burns**, 2019, 35(10): 757-760. (in Chinese)

[本文编辑 沈 敏 沈 洁]

· 学术动态 ·

杜艺岭研究员团队合作成果揭示生物体内氧化偶氮功能基团合成代谢的生物化学机制

2023年11月29日,浙江大学医学院基础医学院杜艺岭研究员和中国科学院深圳先进技术研究院周佳海研究员合作在《美国化学会志》(*Journal of the American Chemical Society*)上发表了最新研究成果论文“Conserved enzymatic cascade for bacterial azoxy biosynthesis”(DOI: 10.1021/jacs.3c12018)。该研究以微生物来源的多种氧化偶氮类(azoxy)药源分子为研究对象,揭示了生物合成代谢产物中氧化偶氮基这种重要的功能基团形成的生物化学机制。

研究人员发现,细菌来源的VlmO蛋白是一类新型的膜结合氮-氮键合酶,而VlmB是一类具有双铁中心的氧化偶氮合酶。VlmO和VlmB共同催化了一个由从胂到偶氮、再到氧化偶氮(hydrazine-azo-azoxy)的酶促反应序列从而得到氧化偶氮产物。进一步的基因组大数据挖掘和酶学表征实验表明,该合成代谢途径在细菌基因组上广泛存在。该研究成果不仅揭示了长期以来氧化偶氮类天然分子合成代谢的生化基础之谜,而且也通过基因组挖掘方法精准发现该家族的新活性化合物提供了基因标记。

浙江大学医学院基础医学院史晶坤博士研究生和中国科学院深圳先进技术研究院臧鑫博士为论文第一作者。该工作受到国家自然科学基金和国家重点研发计划等支持。