

注射用A型肉毒毒素在术后瘢痕防治中的应用进展

王贺红 综述, 彭海峰 杨琴 庄庆元 审校

(华东师范大学附属芜湖医院医疗美容科 安徽 芜湖 241000)

[摘要]增生性瘢痕是外科手术最多见的并发症之一,一旦瘢痕形成,尤其是面部、颈部或四肢关节部位瘢痕,不仅会影响外观,还可能伴有反复瘙痒、疼痛、红斑等症状,甚至影响面部、颈部或四肢关节的正常功能,进而对患者的身心健康造成极大危害。尽管预防和治疗增生性瘢痕的方法多种多样,但迄今为止尚无统一方法。A型肉毒毒素(Botulinum toxin type A, BTXA)是一种强效神经毒素,常用于预防和治疗瘢痕,目前已在临床上广泛应用。近年来,不断有学者报道BTXA在术后增生性瘢痕防治中的应用价值。本文重点对BTXA的作用机制及其在术后增生性瘢痕防治中的应用进展进行综述。

[关键词]A型肉毒毒素; 术后瘢痕; 预防; 治疗; 应用进展

[中图分类号]R619⁺.6 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1008-6455(2025)11-0176-04

Application Progress of Botulinum Toxin Type A for Injection on the Prevention and Treatment of Postoperative Scar

WANG Hehong, PENG Haifeng, YANG Qin, ZHUANG Qingyuan

(Department of Aesthetic Medicine, Wuhu Hospital Affiliated to East China Normal University, Wuhu 241000, Anhui, China)

Abstract: Postoperative hyperplastic scar is one of the most common surgical complications. Once scar is formed, especially the face, neck or limb joint scar, it will not only affect the appearance, but also may be accompanied by repeated itching, pain, erythema and other complications, and even affect the normal function of the face, neck or limb joint, thus causing great harm to the physical and mental health of patients. Although there are many ways to prevent and treat hyperplastic scar, there is no unified method so far. Botulinum toxin type A (BTXA) is a potent neurotoxin that is commonly used to prevent and treat scar and has been widely used in clinical practice. In recent years, many scholars have reported the application value of BTXA on the prevention and treatment of postoperative hyperplastic scar. This paper focuses on the role mechanism of BTXA and its application in the prevention and treatment of postoperative hyperplastic scar.

Key words: botulinum toxin type A; postoperative scar; prevention; treatment; application progress

伤口愈合是一个复杂的过程,包括炎症、肉芽组织形成、基质形成或重塑,术后伤口愈合通常涉及炎症期、增殖期以及组织重塑期等多个阶段,该过程均会伴随不同程度的瘢痕形成^[1]。瘢痕的形成是由物理损伤或手术切口损伤的组织形成的伤口异常愈合的结果,包括成纤维细胞过度增生、血管生成加速以及胶原蛋白过度堆积,大部分手术后可发生不同程度的瘢痕乃至瘢痕增生^[2]。术后增生性瘢痕作为外科手术最常见的并发症之一,其形成后可能对患者造成多方面影响。尤其当瘢痕出现在面部、颈部或四肢关节等部位时,不仅会导致外观受损,还可能伴随反复瘙痒、疼痛、红斑等症状。更严重的是,这些瘢痕可能妨碍相关部位的功能活动,如面部表情、颈部转动或关节运动,从而对患者的生理功能及心理健康产生显著负面影响^[3]。因此,在术后伤口愈合早期进行积极且有效的防治尤为关键。肉毒毒素是由革兰阳性菌肉毒杆菌产生的一种强效神经毒素,目前已发现7种不同亚型的肉毒毒素,其中A型肉

毒毒素(BTXA)常用于预防和治疗瘢痕,目前已在临床上广泛应用^[4]。本文主要就注射用BTXA在术后增生性瘢痕防治中的应用进展作一综述,总结如下。

1 BTXA的作用机制

肉毒杆菌是一种革兰阳性菌,在1897年被首次发现,可产生肉毒毒素,已知肉毒毒素可在预防神经肌肉接头轴突释放神经递质乙酰胆碱和暂时抑制肌肉收缩方面发挥作用,目前为止,共有7种血清型(A、B、C1、D、E、F、G)的肉毒毒素^[5]。仅A型、B型在临床中使用,其中BTXA最常应用于整形手术中^[6]。BTXA是锌离子依赖的蛋白水解酶家族成员之一,由50 KD的轻链和100 KD的重链组成,前者能够特异性结合突触体相关蛋白-25,后者则可特异性结合神经细胞膜,通过抑制乙酰胆碱的产生和释放来抑制伤口附近肌肉收缩,进而降低伤口张力,最终抑制瘢痕形成^[7]。Gassner HG等^[8]首次报道了BTXA在改善面部瘢痕方面的应

用,其通过将BTXA和安慰剂分别注射到灵长类动物的伤口中,并在3个月后测量瘢痕外观,结果发现,与对照组相比BTXA降低了伤口愈合边缘的张力,并改善了瘢痕的外观。

1.1 成纤维细胞和细胞外胶原蛋白: BTXA能够影响增生性瘢痕成纤维细胞的增殖,并促进成纤维细胞凋亡,且其影响强度随着药物浓度的增加而升高^[9]。武凤莲等^[10]研究认为, BTXA可能是通过下调瘢痕组织中的酸性成纤维细胞生长因子(Acidic fibroblast growth factor, aFGF)和碱性成纤维细胞生长因子(Basic fibroblast growth factor, bFGF) mRNA的表达来抑制成纤维细胞的增殖并诱导其凋亡。朱由瑾等^[11]报道发现, BTXA能够抑制成纤维细胞增殖以及胶原沉积,并改善增生性瘢痕的形态,进而发挥抑制瘢痕增生的作用。

1.2 α -平滑肌肌动和肌球蛋白II: 在瘢痕形成的过程中,机体通过刺激 α -平滑肌肌动蛋白(α -smooth muscle actin, α -SMA)和肌球蛋白II的产生来发挥收缩伤口的作用,而这种收缩功能的持续存在是瘢痕性挛缩的主要原因,经常导致伤口周围的形状异常和功能障碍^[3]。有研究报道, BTXA可促进成纤维细胞凋亡,并抑制成纤维细胞中相关蛋白表达,同时这种抑制作用在一定范围内随着BTXA浓度升高而增强^[12]。Chen M等^[13]研究亦认为, BTXA能够有效抑制瘢痕性挛缩来源的成纤维细胞生长,降低了 α -SMA和肌球蛋白II的表达,为BTXA在瘢痕性挛缩控制中的应用提供了理论支持。

1.3 瘢痕相关细胞因子: Hao R等^[14]通过细胞实验研究表明, BTXA可能通过抑制瘢痕疙瘩成纤维细胞的增殖,降低转化生长因子- β (Transforming growth factor- β , TGF- β)的表达,升高基质金属蛋白酶(Matrix metalloproteinase, MMP)-1和MMP-2表达,从而促进瘢痕愈合。Yang Z等^[15]则进一步通过动物实验研究指出,术后立即注射BTXA以浓度依赖的方式抑制兔耳血管生成、成纤维细胞增殖以及TGF- β 表达,从而抑制增生性瘢痕的形成。郭彩茹等^[16]研究表明,采用BTXA对人瘢痕成纤维细胞予以干预,结果发现,干预后结缔组织生长因子(Connective tissue growth factor, CTGF)、TGF- β 等基因和蛋白水平均显著降低。此外,瘢痕增生与瘢痕血管的形成有关,血管内皮生长因子(Vascular endothelial growth factor, VEGF)、血管生成素和bFGF均参与了瘢痕血管的形成。Zhou N等^[17]报道认为,建立兔耳瘢痕模型后,立即注射BTXA可抑制VEGF的表达并减少血管生成,从而抑制增生性瘢痕的形成。

1.4 信号转导通路: TGF- β 是增生性瘢痕形成过程中的重要调节因子, TGF- β 能够诱导Smad发生核转位,从而引起胶原蛋白I和III转录,阻断TGF- β /Smad信号转导可抑制胶原合成以及人增生性瘢痕成纤维细胞的增殖。张雪等^[12]研究表明, BTXA能够抑制增生性瘢痕成纤维细胞存活,其机

制可能与抑制TGF- β /Smad信号通路有关。Li YH等^[18]报道亦认为, BTXA可通过抑制TGF- β /Smad途径抑制增生性瘢痕成纤维细胞增殖,并防止细胞外基质的过度沉积。马娟等^[19]研究则认为, BTXA能够通过抑制TGF- β /p38丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)信号通路抑制增生性瘢痕成纤维细胞的形成,且随着BTXA浓度升高该抑制作用随之增强。C-Jun氨基末端激酶(C-Jun N-terminal kinase, JNK)是MAPK亚族成员之一, BTXA还可调控JNK信号转导通路诱导增生性瘢痕成纤维细胞凋亡,并调控相关蛋白表达。与未经治疗的对照组相比, BTXA治疗降低了瘢痕成纤维细胞的增殖和迁移,抑制了促纤维化因子(TGF- β 、CTGF等)蛋白表达,而增加了JNK磷酸化水平,提示BTXA的抑制作用与JNK磷酸化密切相关^[20]。

同源性磷酸酶-张力蛋白(Phosphatase and tensin homolog, PTEN)是参与胶质瘢痕形成的关键因素。Zhang X等^[21]研究证实, BTXA能够降低PTEN甲基化水平,并下调甲基化相关基因表达水平,同时还能够抑制磷酸肌醇3-激酶(Phosphorylation of phosphoinositide 3-kinase, PI3K)和Akt的磷酸化,进而抑制成纤维细胞表型转化。

近年来的研究已证实神经源性炎症在增生性瘢痕形成中发挥着重要作用,神经源性炎症指的是急性损伤引起的炎症过程,其特征为感觉神经释放神经肽,尤其是P物质(Substance P, SP)^[22]。SP可选择性结合其特异性受体神经激肽-1受体(Neurokinin-1 receptor, NK-1R), SP-NK1R信号通路在慢性炎症、伤口愈合以及组织稳态中发挥重要作用。Zhang S等^[23]研究表明,神经源性炎症在瘢痕形成过程中能够刺激成纤维细胞生长,而BTXA可通过抑制SP-NK1R信号通路来减少胶原蛋白分泌,进而对增生性瘢痕神经源性炎症起到治疗作用。

2 注射用BTXA在术后瘢痕防治中的应用进展

2.1 预防进展: BTXA有助于促进肌肉松弛,减少术后伤口张力作用,进而预防术后瘢痕形成。杨帆等^[24]文献报道,下颌角痤疮后增生性瘢痕患者,均接受BTXA联合曲安奈德加5-FU联合注射,治疗后随访12~24个月,发现30例患者均全部缓解。陶谏等^[25]将拟行额部肿物切除术的患者随机分为BTXA组(术后72 h内注射BTXA)和对照组(不注射BTXA),随访1年发现, BTXA组温哥华瘢痕量表(Vancouver scar scale, VSS)评分和视觉模拟量表(Visual analogue scale, VAS)评分均显著低于对照组。Lee SH等^[26]将初次缝合治疗的前额纵向撕裂患者随机分为两组,一组于治疗后5 d内注射BTXA,另一组不接受进一步治疗,随访6个月,与对照患者相比,接受BTXA治疗的患者VSS评分有所改善,伤口宽度增加较少,瘢痕变色较少,表明术后早期注射BTXA有助于改善瘢痕质量。Huang YL等^[27]进行了一项前瞻、随机、对照、双盲临床试验,将40例接受双侧经皮下眼睑整形术的患者随机分为两组,试验组在

伤口缝合后立即于眼轮匝肌外侧注射BTXA, 对照组则注射生理盐水, 结果显示, 试验组瘢痕宽度显著窄于对照组, 提示在行经皮下眼睑整形术同时注射BTXA有助于缩小术后瘢痕。Li YH等^[28]将行正中胸骨切开术患者伤口分为上半部分和下半部分, 并随机分组接受BTXA或生理盐水治疗, 在随访6个月期间, BTXA治疗组的VSS评分显著低于生理盐水对照组, BTXA治疗组的瘢痕宽度和患者满意度也较生理盐水对照组显著改善。而Bae DS等^[29]开展的一项前瞻性双盲随机临床试验也表明, 甲状腺切除术中注射BTXA能够抑制术后颈部瘢痕形成, 从而改善美容效果。

BTXA还能够直接对真皮产生作用, 从而预防术后瘢痕形成。既往文献研究表明^[30], 在面部肿物切除术后立即向真皮内注射BTXA, 结果显示, BTXA治疗的一半的瘢痕外观和瘢痕宽度显著改善。An MK等^[31]报道认为, 相比于甲状腺切除术后2周于伤口真皮内注射BTXA, 术后立即注射BTXA在改善红斑、皮肤弹性和提高患者满意度方面效果更理想。

2.2 治疗进展: BTXA作为瘢痕治疗的新型治疗方式具有其自身优势。在一项有关兔耳增生性瘢痕的模型中, 与生理盐水和曲安奈德相比, BTXA治疗后成纤维细胞呈剂量依赖性减少^[32]。近年来, 将BTXA注射到术后早期瘢痕乃至增生性瘢痕中的做法越来越多。Elhefnawy AM等^[33]开展的一项前瞻性临床研究亦认为, 对20例增生性瘢痕患者注射BTXA(每月1次, 持续3个月), 随访6个月发现, 患者平均红斑评分由3.2分降至1.0分, 平均瘙痒感评分由2.7分降至0.7分, 且差异均有统计学意义, 其中14例患者满意度良好; 另外, 6例患者满意度优秀, 提示BTXA是治疗增生性瘢痕的新方法, 且副作用小。

BTXA也可联合其他方法治疗术后瘢痕。Byun HJ等^[34]开展了一项评价BTXA注射与剥脱点阵激光联合治疗甲状腺切除术后瘢痕的临床研究, 将24例对既往剥脱点阵激光治疗反应不足的患者分为两组, 接受病灶内/病灶周围BTXA注射的患者纳入A组, 将仅接受病灶内BTXA注射的患者纳入B组, 联合治疗后患者皮肤柔韧性和VSS总分显著改善, 且A组改善程度优于B组, 提示BTXA注射联合剥脱点阵激光治疗能够更好地缓解既往治疗过的甲状腺切除术后瘢痕, BTXA不仅可注射至瘢痕本身, 还可注射至瘢痕部位施加张力的病变周围肌肉, 进而为改善瘢痕外观提供更多益处。

3 注射用BTXA使用注意事项

在不同研究中, 每1 cm瘢痕的BTXA注射剂量2.5~10 U^[28, 35]。Chen Z等^[36]通过研究术后早期使用不同剂量BTXA对瘢痕改善的影响发现, 术后6个月, 与低剂量组(4 U/1 cm瘢痕)相比, 高剂量组(8 U/1 cm瘢痕)改良石溪瘢痕评估量表(Modified stony brook scar evaluation scale, mSBSES)评分更好, 患者满意度更高, 且未观察到严重不良反应, 术后即刻注射高剂量BTXA(在治疗范围内)较低剂量BTXA更有助于改善术后瘢痕外观。临床上, 通常使

用每1 cm瘢痕5 U的剂量来研究注射用BTXA对术后瘢痕的影响。既往文献^[37]研究认为, 于瘢痕疙瘩切除术后+局部皮瓣转移修复术中即刻向切口边缘1 cm处注射BTXA, 注射深度: 真皮层, 每点注射5 U, 注射点之间距离1 cm, 总剂量<100 U, 术后平均随访10个月, 通过对切口瘢痕质地、形态、色泽等评估发现, 患者治愈率可达80%。一项体外实验研究表明^[38], 相比于低、中浓度(1 U/ml、10 U/ml)的BTXA, 高浓度BTXA(20 U/ml)能够抑制血管生成, 进而影响伤口愈合。注射用BTXA防治术后瘢痕的最佳注射时间、剂量、层次以及间隔等, 均需要进一步探究。

4 小结

注射用BTXA防治术后增生性瘢痕安全且有效, 但目前为止BTXA用于防治术后增生性瘢痕的详细作用机制并不明确。由于缺乏统一的治疗标准, 注射BTXA的最佳时间以及最佳剂量值得临床进一步探究, 但应避免注射过量BTXA以及治疗大面积伤口。

【参考文献】

- [1]王璇, 李学拥, 李靖, 等. IL-33/HMGB-1与胎鼠皮肤伤口的瘢痕形成的相关性研究[J]. 现代生物医学进展, 2022, 22(9): 1636-1641.
- [2]汪阳, 张颖, 田婧. 局部注射A型肉毒毒素对额颞部良性肿瘤切除术后切口瘢痕增生的防治作用[J]. 河北医学, 2017, 23(3): 486-489.
- [3]曹鹏, 王运帷, 官浩, 等. 二甲双胍对增生性瘢痕成纤维细胞增殖及胶原合成的影响及机制[J]. 宁夏医科大学学报, 2022, 44(11): 1088-1093.
- [4]周宇, 陈骏, 王娇群, 等. A型肉毒素在面部术后预防切口瘢痕增生中的作用[J]. 中国药物与临床, 2020, 20(2): 251-253.
- [5]徐志刚, 胡大海. A型肉毒毒素减轻面部整形切口瘢痕的临床观察[J]. 安徽医药, 2019, 23(5): 1010-1013.
- [6]Dai X, Lei T C. Botulinum toxin A promotes the transdifferentiation of primary keloid myofibroblasts into adipocyte-like cells[J]. Basic Clin Pharmacol Toxicol, 2021, 129(6): 462-469.
- [7]Patil M S, Nilesh K, Mate P P. Efficacy of botulinum toxin in healing of posttraumatic facial lacerations: A prospective, randomized, comparative study[J]. J Cutan Aesthet Surg, 2022, 15(3): 295-302.
- [8]Gassner H G, Sherris D A, Otley C C. Treatment of facial wounds with botulinum toxin A improves cosmetic outcome in primates[J]. Plast Reconstr Surg, 2000, 105(6): 1948-1953; discussion 1954-1955.
- [9]武凤莲, 王连英, 朱东来, 等. A型肉毒毒素对增生性瘢痕成纤维细胞增殖及凋亡的体外研究[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2020, 54(2): 138-142.
- [10]武凤莲, 朱东来, 王嘉欣, 等. A型肉毒毒素对增生性瘢痕组织aFGF和bFGF因子mRNA表达的作用[J]. 河北医药, 2020, 42(3): 353-356, 361.
- [11]朱由瑾, 杨晓光, 杨晓静, 等. A型肉毒毒素对兔耳增生性瘢痕形成的抑制作用[J]. 基因组学与应用生物学, 2019, 38(10): 4785-4789.

- [12]张雪, 兰东, 宁淑华, 等. 基于TGF- β_1 /Smad通路探讨A型肉毒毒素对增生性瘢痕的抑制作用及机制[J]. 中国美容医学, 2022,31(5):93-97.
- [13]Chen M, Yan T, Ma K, et al. Botulinum toxin type A inhibits α -smooth muscle actin and Myosin II expression in fibroblasts derived from scar contracture[J]. *Ann Plast Surg*, 2016,77(3):46-49.
- [14]Hao R, Li Z, Chen X, et al. Efficacy and possible mechanisms of Botulinum Toxin type A on hypertrophic scarring[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2018,17(3):340-346.
- [15]Yang Z, Lv Y, Yang Z, et al. Concentration-dependent inhibition of hypertrophic scar formation by Botulinum Toxin Type A in a rabbit ear model[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2022,46(6):3072-3079.
- [16]郭彩茹, 李明鸣, 牛宇杰. A型肉毒毒素对增生性瘢痕JNK信号通路和成纤维细胞相关蛋白表达的影响[J]. 中国医疗美容, 2022,12(3):40-44.
- [17]Zhou N, Li D, Luo Y, et al. Effects of Botulinum Toxin Type A on microvessels in hypertrophic scar models on rabbit ears[J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020:2170750.
- [18]Li Y H, Yang J, Zheng Z, et al. Botulinum toxin type A attenuates hypertrophic scar formation via the inhibition of TGF- β_1 /Smad and ERK pathways[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2021,20(5):1374-1380.
- [19]马娟, 余扬, 于扬, 等. A型肉毒毒素基于TGF- β_1 /MAPK通路抑制增生性瘢痕的体外实验研究[J]. 新疆医科大学学报, 2023,46(5):618-621.
- [20]Park G S, An M K, Yoon J H, et al. Botulinum toxin type A suppresses pro-fibrotic effects via the JNK signaling pathway in hypertrophic scar fibroblasts[J]. *Arch Dermatol Res*, 2019, 311(10):807-814.
- [21]Zhang X, Lan D, Ning S, et al. Botulinum toxin type A prevents the phenotypic transformation of fibroblasts induced by TGF- β_1 via the PTEN/PI3K/Akt signaling pathway[J]. *Int J Mol Med*, 2019,44(2):661-671.
- [22]李香兰, 黄哲浩, 姜日花, 等. 瘢痕疙瘩成纤维细胞源性P物质在瘢痕疙瘩发病机制中的作用[J]. 中国实验诊断学, 2021,25(9):1397-1400.
- [23]Zhang S, Li K, Yu Z, et al. Dramatic effect of Botulinum Toxin Type A on hypertrophic scar: a promising therapeutic drug and its mechanism through the SP-NK1R pathway in cutaneous neurogenic inflammation[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022,9:820817.
- [24]杨帆. 注射A型肉毒毒素在病理性瘢痕防治中的应用进展[J]. 中国美容医学, 2022,31(8):197-201.
- [25]陶谏, 刘宾, 汪阳, 等. A型肉毒毒素对减轻额部术后瘢痕增生的临床研究[J]. 陕西医学杂志, 2018,47(8):1011-1013.
- [26]Lee S H, Min H J, Kim Y W, et al. The efficacy and safety of early postoperative Botulinum Toxin A injection for facial scars[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2018,42(2):530-537.
- [27]Huang Y L, Wallace C G, Hsiao Y C, et al. Botulinum Toxin to improve lower blepharoplasty scar: a double-blinded, randomized, vehicle-controlled clinical trial[J]. *Aesthet Surg J*, 2021,41(9):1003-1010.
- [28]Li Y H, Yang J, Liu J Q, et al. A randomized, placebo-controlled, double-blind, prospective clinical trial of Botulinum Toxin Type A in prevention of hypertrophic scar development in median sternotomy wound[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2018, 42(5):1364-1369.
- [29]Bae D S, Koo D H, Kim J E, et al. Effect of Botulinum Toxin A on scar healing after thyroidectomy: A prospective double-blind randomized controlled trial[J]. *J Clin Med*, 2020,9(3):868-875.
- [30]Hu L, Zou Y, Chang S J, et al. Effects of Botulinum Toxin on improving facial surgical scars: A prospective, split-scar, double-blind, randomized controlled trial[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2018,141(3):646-650.
- [31]An M K, Cho E B, Park E J, et al. Appropriate timing of early postoperative Botulinum Toxin Type A injection for thyroidectomy scar management: a split-scar study[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2019,144(4):659-668.
- [32]Liu D Q, Li X J, Weng X J. Effect of BTXA on inhibiting hypertrophic scar formation in a rabbit ear model[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2017,41(3):721-728.
- [33]Elhefnawy A M. Assessment of intralesional injection of botulinum toxin type A injection for hypertrophic scars[J]. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*, 2016, 82(3):279-283.
- [34]Byun H J, Park J H, Lee J H. Combination treatment of intra/perilesional Botulinum Toxin-A injection and ablative fractional laser for better clinical outcomes of hypertrophic fibrotic thyroidectomy scars following fractional ablative laser resurfacing[J]. *Ann Dermatol*, 2021,33(2):170-177.
- [35]Phillips T J, Fung E, Rigby M H, et al. The use of Botulinum Toxin Type A in the healing of thyroidectomy wounds: A randomized, prospective, placebo-controlled study[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2019,143(2):375-381.
- [36]Chen Z, Chen Z, Pang R, et al. The effect of botulinum toxin injection dose on the appearance of surgical scar[J]. *Sci Rep*, 2021,11(1):13670-13676.
- [37]李静, 吴信峰. A型肉毒毒素在瘢痕疙瘩综合治疗中的应用[J]. 中国美容医学, 2017,26(8):15-17.
- [38]Gugerell A, Kober J, Schmid M, et al. Botulinum Toxin A: dose-dependent effect on reepithelialization and angiogenesis[J]. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2016,4(8):837-843.

[收稿日期]2024-07-10

本文引用格式: 王贺红, 彭海峰, 杨琴, 等. 注射用A型肉毒毒素在术后瘢痕防治中的应用进展[J]. 中国美容医学, 2025,34(11):176-179.