

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.04.035

超声波治疗联合睑板腺按摩在干眼治疗中的应用价值

葛国荣, 李文婷, 司燕婷

(河南省职工医院 眼科, 河南郑州 450000)

【摘要】目的 探讨超声波治疗联合睑板腺按摩在干眼治疗中的应用价值。**方法** 选取2023年6月至2025年12月河南省职工医院眼科收治的100例干眼患者,随机分为联合治疗组($n=52$)和对照组($n=48$)。对照组采用睑板腺按摩装置治疗,联合治疗组在对照组基础上联合超声波治疗仪治疗,两组疗程均为4周。比较两组治疗前、治疗2周、治疗4周的泪膜破裂时间(tear film breakup time, BUT)、泪液分泌试验(Schirmer I test, S I t)、眼表疾病指数(ocular surface disease index, OSDI)评分、睑板腺分泌物评分(meibomian gland secretion score, MGSS)及临床疗效。**结果** 治疗4周,联合治疗组 BUT 显著优于对照组($P<0.001$);联合治疗组 S I t 显著优于对照组($P<0.001$);联合治疗组 OSDI 评分显著低于对照组($P<0.001$);联合治疗组 MGSS 显著低于对照组($P<0.001$)。联合治疗组总有效率显著高于对照组($\chi^2=4.191, P=0.041$)。**结论** 超声波治疗联合睑板腺按摩对于眼具有显著的联合增效作用,能更有效改善泪膜稳定性、增加泪液分泌、缓解眼表炎症,临床疗效优于单一睑板腺按摩治疗。

【关键词】 干眼; 超声波治疗; 睑板腺按摩; 联合增效; 泪膜破裂时间

【中图分类号】 R777.34

【文献标志码】 A

文章编号: 1674-1242 (2026) 04-0164-04

The application value of ultrasound therapy combined with meibomian gland massage in the treatment of dry eye

GE Guorong, LI Wenting, SI Yanting

(Department of Ophthalmology, Henan General Hospital, Zhengzhou 450000, Henan, China)

【Abstract】Objective To investigate the application value of ultrasound therapy combined with meibomian gland massage in the treatment of dry eye. **Methods** From June 2023 to December 2025, 100 patients with dry eye admitted to the Department of Ophthalmology of Henan Provincial Staff Hospital were randomly divided into combination treatment group ($n=52$) and control group ($n=48$) according to the random number table method. The control group was treated with meibomian gland massage device, and the combined treatment group was treated with ultrasound therapy device on the basis of the control group. The course of treatment in both groups was 4 weeks. Tear film breakup time (BUT), Schirmer I test (S I t), ocular surface disease index (OSDI) score, meibomian gland secretion score (MGSS) and clinical efficacy were compared between the two groups before treatment, 2 weeks after treatment and 4 weeks after treatment. **Results** At 4 weeks after treatment, the BUT of the combined treatment group was significantly better than that of the control group ($P<0.001$). The S I t of the combined treatment group was significantly better than that of the control group ($P<0.001$). The OSDI score of the combination treatment group was significantly lower than that of the control group ($P<0.001$). The MGSS of the combination treatment group was significantly lower than that of the control group ($P<0.001$). The total effective rate in the combination treatment group was significantly higher than that in the control group ($\chi^2=4.191, P=0.041$). **Conclusion** Ultrasound therapy combined with meibomian gland massage has a significant synergistic effect in the treatment of dry eye, which can effectively improve the stability of tear film, increase tear secretion and relieve ocular surface inflammation. At the same time, its clinical efficacy is better than that of single meibomian gland massage therapy.

【Key words】 Dry eye; Ultrasound therapy; Meibomian gland massage; Synergistic effect; Tear film breakup time

干眼是临床常见眼科疾病,以泪膜稳态失衡为主要特征,伴有眼部不适症状,严重者可导致视力障碍^[1],睑板腺功能障碍(meibomian gland dysfunction,

MGD)是蒸发过强型干眼的主要致病原因之一^[2]。近年来,超声雾化技术在干眼临床治疗中得到了广泛应用。该技术可将药液转化为微小颗粒,使其均

收稿日期: 2026-02-01。

作者简介: 葛国荣, 本科, 主管护师, 研究方向: 干眼症。E-mail: 18595876280@163.com。

匀沉积于眼表,有效提升局部药物生物利用度^[3]。2025 年发布的《中西医结合干眼超声雾化治疗专家共识》进一步明确超声雾化在干眼治疗中的地位和规范化操作流程^[4]。同时,睑板腺按摩作为 MGD 的基础治疗手段,可直接疏通睑板腺导管,改善脂质分泌^[5]。国外研究证实,睑板腺挤压治疗可显著改善蒸发型干眼的临床症状^[6],强脉冲光联合睑板腺挤压治疗 MGD 亦显示出良好疗效^[7]。此外,眼睑清洁联合睑板腺挤压可降低眼表基质金属蛋白酶-9 (matrix metalloproteinase-9, MMP-9) 水平,改善临床预后^[8]。近年新型温控治疗装置在 MGD 干预中的应用也取得了积极进展^[9],其中 TearCare 系统治疗 MGD 相关干眼的有效性已在随机对照试验中得到验证^[10],热机械作用装置与热脉动装置治疗 MGD 的头对头对照研究也已于 2025 年发表^[11]。但目前临床针对超声波治疗仪与睑板腺按摩装置联合应用的协同增效作用,尚缺乏系统性评估。基于此,本研究通过观察超声波治疗联合睑板腺按摩治疗 MGD 相关干眼的临床效果,评估两种治疗方式的联合增效作用,为临床干眼的优化治疗提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

前瞻性选取 2023 年 6 月至 2025 年 12 月河南省职工医院眼科门诊收治的干眼患者。参照《中西医结合干眼超声雾化治疗专家共识(2025)》^[4]及国际干眼诊断标准制定纳排标准。纳入标准:① 年龄 18~75 岁;② 符合干眼诊断标准:泪膜破裂时间 (tear film breakup time, BUT)≤10 s 和/或泪液分泌试验 (Schirmer I test, SIt)≤10 mm/5 min,伴眼部干涩、异物感等症状;③ 伴 MGD 体征:睑板腺开口阻塞、分泌物黏稠;④ 近 1 个月内未使用其他干眼治疗药物;⑤ 患者知情同意并签署知情同意书。排除标准:① 严重角结膜疾病者;② 眼部手术史<6 个月者;③ 全身免疫性疾病活动期者;④ 妊娠期或哺乳期女性;⑤ 无法配合治疗及随访者。研究期间共接诊干眼患者 187 例,根据排除标准排除 87 例(其中严重角结膜疾病 22 例,眼部手术史<6 个月 18 例,免疫性疾病活动期 15 例,妊娠期/哺乳期 8 例,拒绝参与 24 例),最终纳入 100 例。按随机数字表法分为联合治疗组(52 例)和对照组(48 例)。本研究已通过河南省职工医院伦理委员会审批。

1.2 方法

1.2.1 对照组

采用睑板腺按摩装置(型号:MG-200,国产)治疗。患者取仰卧位,清洁眼睑后,将按摩装置探头置于上、下睑板腺区域,以恒定压力(约 0.3 N/cm²,通过压力传感器校准)沿睑板腺走行方向进行往复滑动按摩(频率约 1 Hz,幅度约 5 mm),每次 10 min,每周 2 次,共治疗 4 周。治疗过程中采用红外热像仪 (FLIR E60) 实时监测眼睑表面温度,结果显示最高温度始终≤42℃,未超过角膜热损伤阈值(45℃),且患者无灼痛、红肿等不良反应。

1.2.2 联合治疗组

在对照组基础上,联用超声波治疗仪(型号:US-100,国产)治疗。治疗参数:工作频率 40 kHz,输出功率 5 W,连续波模式;有效辐射面积 (effective radiating area, ERA) 为 3.0 cm²,空间平均时间平均强度 (spatial-averaged temporal-averaged intensity, SATA) 为 1.67 W/cm²,波束不均匀性比 (beam non-uniformity ratio, BNR) ≤5.0,占空比 100%。治疗前使用医用超声耦合剂(水性凝胶,声阻抗≈1.5 MRayl,厚度约 2 mm)均匀涂布于探头表面,以探头与眼睑皮肤垂直、接触压力约 0.5 N(弹簧秤校准)进行辐照,每次 10 min,每周 2 次。

1.3 观察指标

(1) BUT:分别于治疗前、治疗 2 周、治疗 4 周检测。采用荧光素钠染色法,裂隙灯钴蓝光下记录泪膜首次破裂时间,连续测量 3 次,将平均值作为最终结果;

(2) SIt:分别于治疗前、治疗 2 周、治疗 4 周检测,采用 Schirmer I 试纸,放置于下睑结膜囊,闭眼 5 min 后读取滤纸湿润长度;

(3) 眼表疾病指数 (ocular surface disease index, OSDI) 评分:分别于治疗前、治疗 4 周评估,量表评分范围 0~100 分,分数越高提示干眼症状越严重;

(4) 睑板腺分泌物评分 (meibomian gland secretion score, MGSS):分别治疗前、治疗 4 周评估,裂隙灯下轻压睑板评估分泌物性状,总分 0~12 分,分值越高代表睑板腺分泌功能越差;

(5) 临床疗效:治疗 4 周进行记录。显效:症状消失或显著改善, BUT≥10 s, SIt≥10 mm/5 min;有效:症状改善, BUT 较治疗前延长≥3 s, SIt 较治疗前增加

≥3 mm/5 min; 无效: 未达到上述标准。总有效率 = (显效例数 + 有效例数) / 总例数 × 100%。

1.5 统计学方法

本研究应用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。符合正态分布计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组内比较采用配对样本 t 检验, 组间比较采用独立样本 t 检验; 计数资料以例 (%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较

两组患者性别、年龄、病程等基线资料比较, 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$), 具有可比性 (表 1)。

表 1 两组基线资料比较

项目	联合治疗组 ($n=52$)	对照组 ($n=48$)	χ^2	P
男/女 (例)	23/29	21/27	0.011	0.921
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	52.3 ± 8.6	51.8 ± 9.1	0.292	0.774
病程 ($\bar{x} \pm s$, 月)	14.2 ± 6.8	13.7 ± 6.5	0.383	0.706
治疗前 BUT ($\bar{x} \pm s$, s)	4.52 ± 1.23	4.48 ± 1.19	0.171	0.868
治疗前 SIt ($\bar{x} \pm s$, mm/5 min)	5.81 ± 1.56	5.76 ± 1.49	0.172	0.868
治疗前 OSDI ($\bar{x} \pm s$, 分)	38.2 ± 7.4	37.8 ± 7.1	0.281	0.782

注: BUT: 泪膜破裂时间; SIt: 泪液分泌试验; OSDI: 眼表疾病指数。

2.2 两组 BUT 比较

治疗 2 周、4 周, 两组 BUT 均较治疗前显著延长 (均 $P < 0.001$), 联合治疗组 BUT 均显著优于对照组 (均 $P < 0.001$) (表 2)。

表 2 两组 BUT 比较 ($\bar{x} \pm s$, s)

时间点	联合治疗组 ($n=52$)	对照组 ($n=48$)	t	P
治疗前	4.52 ± 1.23	4.48 ± 1.19	0.171	0.868
治疗 2 周	7.83 ± 1.54	5.62 ± 1.31	7.722	<0.001
治疗 4 周	10.85 ± 1.92	6.71 ± 1.45	12.013	<0.001

注: BUT: 泪膜破裂时间。

2.3 两组 SIt 比较

治疗 2 周、4 周, 两组 SIt 均较治疗前显著增加 (均 $P < 0.001$), 且联合治疗组 SIt 均显著优于对照组 (均 $P < 0.001$) (表 3)。

2.4 两组 OSDI 评分比较

治疗 4 周, 两组 OSDI 评分均较治疗前显著降低 (均 $P < 0.001$), 且联合治疗组 OSDI 评分显著低于对照组 ($P < 0.001$) (表 4)。

表 3 两组 SIt 比较 ($\bar{x} \pm s$, mm/5 min)

时间点	联合治疗组 ($n=52$)	对照组 ($n=48$)	t	P
治疗前	5.81 ± 1.56	5.76 ± 1.49	0.172	0.868
治疗 2 周	8.74 ± 1.82	6.53 ± 1.61	6.383	<0.001
治疗 4 周	11.35 ± 2.04	7.68 ± 1.73	9.691	<0.001

注: SIt: 泪液分泌试验。

表 4 两组 OSDI 评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

时间点	联合治疗组 ($n=52$)	对照组 ($n=48$)	t	P
治疗前	38.2 ± 7.4	37.8 ± 7.1	0.279	0.782
治疗 4 周	12.6 ± 3.8	25.3 ± 4.2	-15.812	<0.001

注: OSDI: 眼表疾病指数。

2.5 两组 MGSS 比较

治疗 4 周, 两组 MGSS 均较治疗前显著降低 (均 $P < 0.001$), 且联合治疗组 MGSS 显著低于对照组 ($P < 0.001$) (表 5)。

表 5 两组 MGSS 比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

时间点	联合治疗组 ($n=52$)	对照组 ($n=48$)	t	P
治疗前	2.18 ± 0.42	2.15 ± 0.39	0.371	0.710
治疗 4 周	0.62 ± 0.18	1.35 ± 0.24	-17.100	<0.001

注: MGSS: 睑板腺分泌物评分。

2.6 两组临床疗效比较

治疗 4 周, 联合治疗组总有效率为 90.4% (47/52), 显著高于对照组的 75.0% (36/48), 差异有统计学意义 ($\chi^2 = 4.191$, $P = 0.041$) (表 6)。

表 6 两组临床疗效比较

疗效	联合治疗组 ($n=52$)	对照组 ($n=48$)	χ^2	P
显效 (例)	28	15		
有效 (例)	19	21		
无效 (例)	5	12		
总有效率 (%)	90.4	75.0	4.191	0.041

3 讨论

超声波治疗联合睑板腺按摩在治疗干眼方面有良好疗效, 对比单一睑板腺按摩治疗, 联合治疗在改善 BUT、SIt、OSDI 评分、MGSS 及总体临床疗效方面均有显著优势, 证实了两种治疗方式存在联合增效作用。关于超声波治疗的可能作用机制, 分析如下: ① 超声波的机械振动效应可促进睑板腺内黏稠分泌物排出, 并与睑板腺按摩形成物理联合增效作用^[5]; ② 超声波的热效应可升高睑板腺局部温度, 促进脂质流动, 这与新型温控装置的作用机制相似^[9];

③ 超声波的空化效应可促进药物的透皮吸收,提高超声雾化药物的生物利用度,这与侯小玉等^[3]研究结论一致;④ 超声治疗可减轻眼表炎症反应,降低 MMP-9 水平^[8]。

本研究中联合治疗组对 BUT 的延长幅度达 140%,显著优于对照组的 50%。这一结果与 Kaiserman 等^[6]报道的睑板腺挤压治疗效果相近。联合治疗治疗 2 周时 BUT 即显著改善,提示超声波治疗可能加速了睑板腺功能的恢复。联合治疗组 SIt 的提升幅度达 95%,对照组仅为 33%,表明超声波治疗不仅能改善蒸发型干眼,还可能通过神经反射机制促进泪液分泌,与 Gupta 等^[10]的研究结果一致。

联合治疗组治疗 4 周后 OSDI 评分降至 (12.6±3.8) 分,对照组仍为 (25.3±4.2) 分,这一差异反映了患者主观症状的显著改善。Sadri 等^[11]在研究中也观察到类似的症状改善趋势。联合治疗组的 MGSS 降至 (0.62±0.18) 分,接近正常水平,表明超声波的物理作用能有效疏通睑板腺。Chen 等^[7]的研究也证实,物理治疗联合睑板腺挤压在 MGD 治疗中具有重要价值。本研究联合治疗组总有效率为 90.4%,与既往超声雾化联合睑板腺疏通治疗的报道相符^[1],且略高于单一治疗方式的效果^[2],验证了联合增效作用的存在。

综上,超声波治疗联合睑板腺按摩对于干眼具有显著的联合增效作用,能更有效改善泪膜稳定性、增加泪液分泌、缓解眼表炎症,临床疗效优于单一睑板腺按摩治疗。但本研究仍存在局限性:① 样本量相对较小,且为单中心研究;② 随访时间较短,缺乏长期疗效数据;③ 未设置超声波单独治疗组,无法完全分离两种治疗的独立贡献。未来研究应扩大样本量,延长随访时间,并设置更多对照组,进一步验证联合增效作用机制。此外,本研究仅采用单一超声参数 (40 kHz、5 W),未对不同频率、功率、占空比及治疗时长进行剂量梯度探索,因此无法确定最优参数组合。后续应开展剂量-效应关系研究,通过多臂随机对照试验优化超声治疗参数,以实现个体化精

准治疗。

参考文献

- [1] 何文婷,卞薇,李国琴,等. 恒温氧气超声雾化联合睑板腺疏通治疗睑板腺功能障碍性干眼症的效果[J]. 临床与病理杂志, 2021, 41 (6): 1267-1273.
- [2] 张志芳,杨安,谢立科,等. 道生散超声雾化联合睑板腺按摩治疗睑板腺功能障碍型干眼肝郁阴虚证临床研究[J]. 国际中医中药杂志, 2024, 46 (2): 181-185.
- [3] 侯小玉,秦亚丽,邓婷婷,等. 中药超声雾化治疗睑板腺功能障碍合并蠕形螨感染的临床疗效观察[J]. 海南医学院学报, 2022, 28 (1): 36-40.
- [4] 上海市中西医结合学会眼科专委会, 中国研究型医院学会眼科学与视觉科学专委会, 中国康复医学会视觉康复专委会干眼康复专业组. 中西医结合干眼超声雾化治疗专家共识 (2025) [J]. 中华实验眼科杂志 (中英文), 2025, 43 (6): 489-495.
- [5] 孙莹莹,彭健雄,卢敏. 不同频次雾化熏蒸联合睑板腺按摩治疗睑板腺功能障碍性干眼症的临床研究[J]. 河北中医, 2022, 44 (8): 1299-1303.
- [6] KAISERMAN I, RABINA G, MIMOUNI M, *et al.* The Effect of Therapeutic Meibomian Glands Expression on Evaporative Dry Eye: A Prospective Randomized Controlled Trial[J]. Curr Eye Res, 2021, 46(2):195-201.
- [7] CHEN Y, LI J, WU Y, *et al.* Comparative Evaluation in Intense Pulsed Light Therapy Combined with or without Meibomian Gland Expression for the Treatment of Meibomian Gland Dysfunction[J]. Curr Eye Res, 2021, 46(8):1125-1131.
- [8] MOON S Y, HAN S A, KWON H J, *et al.* Effects of lid debris debridement combined with meibomian gland expression on the ocular surface MMP-9 levels and clinical outcomes in moderate and severe meibomian gland dysfunction[J]. BMC Ophthalmol, 2021, 21(1):175.
- [9] LI S, YANG K, WANG J, *et al.* Effect of a Novel Thermostatic Device on Meibomian Gland Dysfunction: A Randomized Controlled Trial in Chinese Patients[J]. Ophthalmol Ther, 2022, 11(1):261-270.
- [10] GUPTA P K, HOLLAND E J, HOVANESIAN J, *et al.* TearCare for the Treatment of Meibomian Gland Dysfunction in Adult Patients With Dry Eye Disease: A Masked Randomized Controlled Trial[J]. Cornea, 2021, 41(4):417-426.
- [11] SADRI E, VERACHTERT A, PARKHURST G D, *et al.* Effectiveness and safety of a thermomechanical action device vs thermal pulsation device in the treatment of meibomian gland dysfunction[J]. J Cataract Refract Surg, 2025, 51(4):8.