

# 超短波联合运动疗法对肩周炎患者功能恢复的协同效应研究

黄琪 杨俊霞 马晓娜\*

中国人民解放军联勤保障部队临潼康复疗养中心 陕西 西安 710600

**摘要:** 本文系统探讨了肩周炎的病理生理机制,分别阐述了超短波疗法通过热效应与非热效应发挥抗炎、镇痛、改善微循环及调控纤维化的作用,以及运动疗法在恢复关节活动度、增强肌力和重建神经肌肉控制中的核心地位。在此基础上,重点分析了二者联合应用在生理、病理、神经肌肉及心理行为四个层面的协同机制:超短波可创造“治疗窗口”,优化运动训练条件;打断“炎症—纤维化—功能障碍”的恶性循环;逆转关节源性肌肉抑制;并提升患者治疗信心与依从性。文章进一步提出了分期施治、参数个体化、注重运动质量及多模态整合等临床实施策略,并对当前研究局限与未来发展方向进行了展望。综上,超短波联合运动疗法通过多维度交互作用,显著优于单一干预,具有重要的临床推广价值。

**关键词:** 肩周炎;超短波疗法;运动疗法;协同效应;功能恢复;物理治疗

## 引言

肩周炎,即冻结肩或粘连性关节囊炎,以肩关节疼痛和活动受限为特征,普通人群发病率约2%~5%,糖尿病患者中高达10%~20%。该病多发于40~70岁人群,女性略多,常单侧发病,病程长,影响患者生活、工作和心理健康。虽有一定自限性,但缺乏有效干预可能遗留长期功能障碍。治疗策略多样,包括药物、物理、手法、注射及手术等,其中物理治疗因安全、副作用小、可重复性强,成为临床一线推荐。超短波凭借深层热与非热效应,在缓解炎症、改善微循环方面优势独特;运动疗法通过训练直接作用于关节活动度与肌肉功能,是功能重建核心<sup>[1]</sup>。近年临床实践与研究提示,超短波与运动疗法结合,或能产生协同效应,加速患者功能恢复。

## 1 肩周炎的病理生理机制再认识

传统观点认为肩周炎主要源于肩关节囊及其周围韧带、肌腱的慢性无菌性炎症与纤维化,导致关节囊挛缩、滑膜增厚、关节腔容积减小,进而引发疼痛与僵硬。然而,现代研究进一步揭示了其复杂的多因素致病网络:(1)炎症反应主导阶段(疼痛期):早期以滑膜充血、水肿、炎性细胞浸润为主,释放大量的前列腺素、白三烯、肿瘤坏死因子- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )、白介素-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ )等炎症介质,刺激神经末梢,引起持续性钝痛,夜间尤甚。(2)纤维化与粘连形成阶段(冻结期):随着病程进展,成纤维细胞活化,胶原蛋白过度沉积,关节囊及喙肱韧带发生挛缩,关节内粘连形成,导致主动与被动活动范围均显著受限。(3)重塑与恢复阶段(解冻期):若干预得当,

纤维组织逐渐被降解,关节囊弹性部分恢复,功能缓慢改善;反之,则可能进入慢性僵硬状态。值得注意的是,肩周炎并非单纯的局部病变,还涉及中枢敏化、肌肉抑制(arthrogenic muscle inhibition, AMI)等神经肌肉调控异常<sup>[2]</sup>。疼痛导致患者主动回避肩部活动,进而引发三角肌、冈上肌等肩袖肌群废用性萎缩,形成“疼痛—活动减少—肌力下降—功能障碍—疼痛加剧”的恶性循环。因此,理想的治疗策略应兼顾抗炎镇痛、松解粘连、恢复活动度、增强肌力及打破神经肌肉抑制等多重目标。

## 2 超短波疗法的作用机制与临床价值

超短波是一种频率为30~300 MHz的高频电磁波,临床常用波长为12.24 m(频率24.5 MHz)。其治疗作用主要通过两种机制实现:

### 2.1 热效应

当超短波穿透人体组织时,带电粒子(如Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>)在交变电场作用下高速振荡,分子间摩擦生热。由于脂肪组织电阻大、水分少,产热较少;而肌肉、血液、炎症渗出液等含水量高的组织产热显著,故热量主要集中在深部组织(深度可达8~10 cm),形成“内生热”。这种深部温热效应可:扩张血管,增加局部血流量,加速代谢废物清除;提高组织氧分压,促进ATP合成,增强细胞修复能力;降低感觉神经兴奋性,缓解肌肉痉挛,减轻疼痛;增加胶原纤维延展性,为后续手法或运动松解创造条件。

### 2.2 非热效应

即使在无明显温升的低剂量下,超短波的电磁场仍

可对细胞膜电位、离子通道、酶活性及信号转导通路产生调节作用；抑制炎症介质（如TNF- $\alpha$ 、IL-6）的释放，下调NF- $\kappa$ B等促炎信号通路；促进成纤维细胞向修复型表型转化，调控基质金属蛋白酶（MMPs）与组织金属蛋白酶抑制剂（TIMPs）平衡，抑制过度纤维化；改善细胞膜通透性，促进营养物质摄入与代谢产物排出；调节自主神经功能，缓解交感神经过度兴奋所致的血管收缩与疼痛放大<sup>[3]</sup>。临床研究表明，超短波能显著缩短肩周炎急性期的疼痛持续时间，为后续功能训练奠定基础。尤其适用于伴有明显炎症水肿或对冷疗不耐受的患者。

### 3 运动疗法在肩周炎康复中的核心地位

运动疗法是肩周炎康复的基石，其目标在于维持或恢复关节活动度、增强肩袖及稳定肌群力量、改善神经肌肉控制、重建功能性动作模式。常用方法包括：（1）钟摆运动：利用重力辅助进行肩关节的被动摆动，适用于疼痛剧烈期，可防止关节完全制动导致的快速僵硬。（2）被动/辅助-主动关节活动训练：由治疗师或健侧肢体辅助完成前屈、外展、外旋、内旋等动作，逐步牵拉挛缩的关节囊。（3）主动活动度训练：在无痛范围内进行自主运动，激活肌肉，打破AMI。（4）肌力训练：从等长收缩开始，逐步过渡到弹力带抗阻训练，重点强化冈上肌、冈下肌、小圆肌及肩胛稳定肌（如前锯肌、斜方肌中下束）<sup>[4]</sup>。（5）本体感觉与功能性训练：如闭链运动、动态稳定性练习，提升肩关节在复杂动作中的协调性与控制力。运动疗法的优势在于其主动性与功能性导向，能直接作用于功能障碍的根源。然而，其局限性在于：在炎症活跃期，强行活动可能加重疼痛与组织损伤；患者依从性受疼痛耐受度影响较大；单纯运动难以快速缓解深层炎症。

### 4 超短波联合运动疗法的协同效应机制

将超短波与运动疗法序贯或同步应用，并非简单叠加，而是通过多维度交互作用产生1+1>2的协同效应，其机制可从以下层面解析：

#### 4.1 生理层面：创造“治疗窗口”，优化运动效果

超短波的深部热效应可在运动干预前有效预热肩关节周围软组织，显著提升关节囊、韧带及肌腱的黏弹性和胶原纤维的延展性。这种组织状态的改善使得在相同外力作用下能够获得更大的关节活动范围，从而在进行牵伸或松动训练时降低拉伤或微损伤的风险。与此同时，超短波所产生的镇痛作用能够暂时提高患者的疼痛阈值，减轻运动过程中的不适感，使其更愿意主动配合完成全范围、高质量的动作训练。正是这种由物理因子所营造出的短暂而理想的生理状态——即所谓的“治疗窗

口”——为运动疗法的高效实施提供了关键前提，使得功能训练不仅更安全，也更具成效。

#### 4.2 病理层面：打断“炎症-纤维化-功能障碍”恶性循环

在肩周炎的病理进程中，持续的炎症反应若得不到有效控制，将不可避免地向纤维化阶段演进，最终导致关节僵硬与功能丧失。超短波通过其抗炎与改善微循环的作用，能够从上游环节抑制促炎因子的释放，减缓滑膜炎向纤维组织增生的转化；而运动疗法则通过施加适度的机械应力，激活组织重塑机制，促进基质金属蛋白酶的表达，加速异常胶原的降解与正常结构的重建<sup>[5]</sup>。两者分别作用于疾病发展的不同阶段，形成一种“前端抑制、后端重塑”的双重干预模式，有效阻断了从炎症到粘连再到功能障碍的恶性链条，从根本上改变了疾病的自然进程。

#### 4.3 神经肌肉层面：逆转关节源性肌肉抑制（AMI）

疼痛与关节内压力增高会通过脊髓反射机制抑制支配肩部肌肉的 $\alpha$ 运动神经元，导致即使在意识驱动下肌肉也无法充分募集，这一现象被称为关节源性肌肉抑制（AMI）。超短波通过减轻局部炎症、消除肿胀和缓解疼痛，间接削弱了传入神经对运动中枢的抑制性输入；而运动疗法，特别是低强度的等长收缩和受控的主动运动，则能够激活肌梭- $\gamma$ 运动神经元环路，增强本体感觉反馈，重新建立大脑对肩部肌肉的有效控制。两者的结合不仅缓解了症状，更从神经调控层面恢复了肌肉的正常激活模式，为后续肌力强化和功能整合奠定了坚实的生理基础。

#### 4.4 心理与行为层面：增强治疗信心与依从性

慢性肩痛常伴随焦虑、恐惧回避行为（kinesiophobia）及对康复效果的怀疑，这些心理因素会显著降低患者的治疗依从性。超短波治疗带来的即时舒适感和疼痛缓解，往往能在首次或早期干预中给予患者积极的心理暗示，增强其对康复过程的信任<sup>[6]</sup>。而在此基础上开展的运动训练若能顺利进行并取得可见的功能进步，则会进一步强化患者的自我效能感，形成“疼痛减轻—敢于活动—功能改善—信心增强”的良性循环。这种心理与行为层面的协同效应虽无形，却对长期康复结局具有决定性影响。

## 5 临床实施策略与注意事项

### 5.1 分期施治，动态调整

一是急性期（疼痛为主，活动度轻度受限）：以超短波（无热量或微热量，10-15分钟/次）为主，辅以钟摆运动及轻柔的被动活动，避免诱发剧痛。二是冻结期（疼痛减轻，僵硬显著）：超短波（温热量，15-20分钟）后立即进行被动/辅助-主动关节松动术及牵伸训练，利用组

织延展性高峰进行有效松解。三是恢复期（活动度改善，肌力不足）：超短波可减量或停用，重点推进抗阻肌力训练与功能性整合训练。

### 5.2 参数精准，个性化设置

超短波剂量应根据患者耐受度、炎症程度及皮下脂肪厚度调整。一般采用电容场法，电极对置肩关节前后，间隙2-3 cm。急性期用无热量（<40 W），亚急性期用微热量（40-60 W），慢性期可用温热量（60-80 W）。每次治疗后需评估皮肤温度与主观感受，避免灼伤。

### 5.3 强调运动质量而非强度

联合治疗的核心在于“超短波为运动服务”。运动应在无痛或微痛范围内进行，强调动作的准确性、控制性与呼吸配合<sup>[7]</sup>。切忌暴力推拿或强迫活动，以免造成二次损伤。

### 5.4 整合其他疗法，形成综合方案

可结合冷敷（运动后减轻反应性炎症）、经皮神经电刺激（TENS）、贴扎技术等，构建多模态康复体系。对于顽固性病例，可考虑在超短波+运动基础上联合关节腔液压扩张或针刀松解。

## 6 研究现状与未来展望

尽管临床经验普遍支持超短波联合运动疗法的有效性，但高质量循证证据仍显不足。现有研究多存在样本量小、盲法实施困难、随访时间短等问题。未来研究应聚焦于：（1）机制深化：利用分子生物学、影像学（如MRI T2 mapping、超声弹性成像）等手段，客观量化联合治疗对炎症标志物、胶原结构、微循环的改变；（2）方案优化：通过随机对照试验比较不同超短波参数（频率、剂量、疗程）与运动类型（PNF、Mulligan手法等）组合的疗效差异；（3）长期随访：评估联合疗法对复发率、生活质量及重返工作能力的影响；（4）智能化整合：探索可穿戴设备监测关节活动度与疼痛，结合AI算法动态

调整治疗参数，实现精准康复。

## 7 结语

肩周炎虽为常见病，但其功能损害不容小觑。超短波与运动疗法分别从“消炎镇痛、改善内环境”与“功能重建、激活神经肌肉”两个维度切入，二者联合不仅在理论上具备坚实的协同基础，在临床实践中也展现出显著优势。通过科学分期、精准参数、规范操作与个性化设计，超短波联合运动疗法有望成为肩周炎康复的优选方案。未来，随着机制研究的深入与技术手段的进步，这一经典组合必将焕发新的活力，为更多患者带来高效、安全、人性化的康复体验。

## 参考文献

- [1]袁建,刘华.肌肉能量技术联合关节松动术和超短波治疗肩周炎的临床疗效分析[J].当代医学,2020,26(32):152-153.
- [2]冯露.中医针灸与现代物理疗法在治疗肩周炎中的比较研究[J].基层医学论坛,2025,29(30):10-12.
- [3]陈小梅,徐琳.针刺运动疗法配合毫火针治疗寒湿凝滞型肩周炎的疗效观察[J].云南中医中药杂志,2025,46(12):64-67.
- [4]牛彦彦,柴菽彬.肩周炎的康复锻炼[J].科学生活,2025,(11):84-85.
- [5]杜红剑,王永杰,陈筱晗,等.运动康复训练对肩周炎粘连期的临床效果[J].体育科技文献通报,2025,33(08):226-228+236.
- [6]朱雅婷.肩周炎的全面护理指南[J].科学新生活,2025,28(08):58-59.
- [7]高秀丽,韩立伟.肩周炎预防和护理及治疗[C]//广东省肿瘤康复学会.二〇二五年华南健康管理论坛健康科普作品集.哈尔滨医科大学附属第二医院疼痛科,2025:19.