

专题研究

胸腔镜、超声电导透药与胸腔穿刺治疗结核性胸膜炎的疗效及安全性比较研究

邢友政¹, 舒新云¹, 刘权贤², 李正付¹, 黄璐², 闫鸿², 兰远波¹, 宗兆婧²

(1. 遵义医科大学附属医院 呼吸与危重症医学科, 贵州 遵义 563000; 2. 遵义医科大学附属医院 结核科, 贵州 遵义 563000)

[摘要] 目的 本研究旨在比较胸腔镜、超声电导透药和传统胸腔穿刺 3 种治疗手段在结核性胸膜炎 (TBP) 中的疗效, 并探讨超声电导透药作为胸腔镜替代方案的可能。方法 本研究为单中心回顾性队列研究, 纳入 2022 年 11 月至 2024 年 10 月期间首次诊断并收治的 175 例结核性胸膜炎患者, 按治疗方式分为胸腔穿刺组、超声电导透药组和胸腔镜组。通过比较 3 组患者治疗 2 月末胸腔积液吸收率、临床症状改善情况、并发症等临床结局, 评估不同治疗手段的疗效与安全性。结果 治疗 2 个月末, 胸腔镜组和超声电导透药组的胸腔积液减少率分别为 84.0% 和 75.5%, 均显著高于胸腔穿刺组 (62.0%)。胸腔镜组和超声电导透药组在临床症状改善方面表现出相似的效果, 而胸腔穿刺组效果相对较差。胸腔镜组的病理诊断阳性率为 57.5%, 显著高于病原学检验。治疗过程中仅胸腔镜组出现中度不良反应, 发生率 5.0%。结论 胸腔镜与超声电导透药对结核性胸膜炎均具有较好的疗效和安全性, 尤其超声电导透药对胸腔镜禁忌或不耐受的结核性胸膜炎患者有潜在应用价值, 可作为局部强化治疗的方法之一。

[关键词] 结核性胸膜炎; 胸腔积液; 超声电导; 透药; 胸腔镜; 胸腔穿刺

[中图分类号] R561 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2096-8159(2026)07-0762-06

Comparative efficacy and safety of thoracoscopy ultrasound-guided electrophoresis and thoracentesis in the treatment of tuberculous pleurisy

Xing Youzheng¹, Shu Xinyun¹, Liu Quanxian², Li Zhengfu¹, Huang Lu², Yan Hong², Lan Yuanbo¹, Zong Zhaojing²

(1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, The Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi Guizhou 563000, China; 2. Department of Tuberculosis, The Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi Guizhou 563000, China)

[Abstract] **Objective** This study aimed to compare the efficacy of three treatment methods-thoracoscopy, ultrasound-guided electrophoresis (EP), and traditional thoracentesis with drainage-in patients with tuberculous pleurisy (TBP), and to investigate the potential of ultrasound-guided EP as an alternative treatment for patients who are contraindicated or intolerant to thoracoscopy. **Methods** This was a single-center retrospective cohort study involving 175 patients diagnosed and treated for TBP between November 2022 and October 2024. Patients were divided into three groups based on treatment: thoracentesis with drainage, ultrasound-guided EP, and thoracoscopy. The efficacy and safety of each treatment were assessed by comparing the reduction rate of pleural effusion, improvement in clinical symptoms, and incidence of complications among the groups. **Results** After 2 months of treatment, the pleural effusion reduction rates in the thoracoscopy (84.0%) and ultrasound-guided EP (75.5%) groups were significantly higher than in the thoracentesis group (62.0%). The clinical symptoms

[基金项目] 贵州省基础研究计划项目[NO:黔科合基础-ZK(2022)一般 673]; 贵州省科技创新平台科研项目[NO:黔科合平台 CXPTXM (2025)017]; 贵州省科技厅基础研究计划项目[NO:黔科合基础(2022)一般 648]。

[通信作者] 宗兆婧, 女, 博士, 副主任医师, 研究方向: 肺部感染与肺结核的基础和临床, E-mail: zongzhaojing@zmu.edu.cn。

showed similar improvement in both the thoracoscopy and ultrasound-guided EP groups, whereas the thoracentesis group demonstrated relatively poorer results. The pathological diagnosis rate in the thoracoscopy group was 57.5%, significantly superior to that of etiological examination. No serious adverse reactions were observed in the ultrasound-guided EP group, while mild chest pain was reported in 5.0% of the thoracoscopy group.

Conclusion Both thoracoscopy and ultrasound-guided EP showed good efficacy in treating TBP, with ultrasound-guided EP offering a non-invasive, safe, and feasible alternative, especially in patients with refractory pleural effusion. Ultrasound-guided EP could serve as an effective substitute for thoracoscopy in patients who are contraindicated or intolerant to the procedure.

[**Key words**] tuberculous pleurisy; pleural effusion; ultrasound-mediated; drug penetration therapy; thoracoscopy; thoracentesis

结核性胸膜炎(tuberculous pleurisy, TBP)是由结核分枝杆菌感染引起的慢性疾病,是结核病常见类型之一。在TBP的治疗中,由于胸腔积液蛋白含量高,易出现吸收不全或胸膜增厚、粘连,后期肺功能受限是目前TBP治疗的难题^[1]。传统的治疗方式是在全身抗结核化疗基础上,进行胸腔穿刺引流。传统治疗方案在胸膜增厚、纤维素沉积及胸腔分隔明显的患者中疗效欠佳,胸水吸收延迟,出现慢性胸膜病变及肺功能受损^[2],这些问题显著影响了患者的预后和生活质量。因此,如何加速胸水吸收和减少胸膜增厚风险,是近年来TBP治疗方法的重要研究方向。

超声电导药物透入(electrophonophoresis, EP)作为一种非侵入性局部给药技术,可通过超声与电导效应提高抗结核药物在胸膜腔局部的渗透与聚集。国内外已有研究表明,超声电导透药技术能显著提高抗结核药物的局部药物浓度,进而增强抗结核治疗效果,加速胸水吸收与症状缓解^[2-3]。现有研究主要集中于超声电导透药与常规穿刺引流或单纯抗结核化学治疗的比较。而对于超声电导透药和内科胸腔镜之间的疗效差异缺乏直接对照研究。内科胸腔镜可在直视下完成胸膜腔病灶评估、组织活检取材及纤维素分隔清理,被认为是提高TBP确诊率和治疗胸腔积液的重要手段^[3-5],但因其有创性及对患者耐受性的要求较高,故而限制了其广泛应用。本研究旨在比较内科胸腔镜、超声电导透药及穿刺引流3种临床常用治疗手段在结核性胸膜炎的疗效,并将超声电导透药与内科胸腔镜进行直接比较。探讨在内科胸腔镜治疗受限患者中,低频超声电导透药这种无创治疗方法的潜在替代作用。

1 资料与方法

1.1 对象 本研究为单中心回顾性队列研究,纳入2022年11月至2024年10月遵义医科大学附属医院门诊和住院部首次诊断并收治的结核性胸膜炎患者。按照现有文献报道的胸腔镜诊治和胸腔穿刺引流治疗在胸水的吸收差异,采用样本量公式计算,最小样本量需 ≥ 153 例患者,最终基于已有病例共纳入212例患者资料。排除失访或临床资料不全者26例,合并重度心力衰竭、肝硬化、肿瘤等严重并发症8例,未能接受2HRZE/7HRE抗结核药物治疗方案者3例,最终纳入175例患者。

通过医院医疗信息系统收集患者的性别、年龄,及咳嗽、胸痛、呼吸困难、发热、盗汗等临床表现, γ -干扰素释放试验(interferon- γ release assay, IGRA)、白细胞总数、中性粒细胞及淋巴细胞数目、胸水常规和生化指标、痰或胸水的分枝杆菌培养、抗酸涂片,以及胸膜组织病理结果、胸水超声和胸部CT结果。

1.2 纳排标准 纳入标准:按照《WS288-2017 肺结核诊断》,达到确诊标准或临床诊断为结核性胸膜炎的患者。年龄18~65岁,性别不限。确诊病例:胸腔积液或胸膜活检标本培养或核酸阳性,或胸膜活检组织符合结核改变。临床诊断患者:影像学检查显示胸腔积液,积液为渗出液、腺苷脱氨酶(adenosine deaminase, ADA)升高,同时具备以下任意一项:(1)结核菌素纯蛋白衍生物(purified protein derivative, PPD)皮肤试验中度阳性或强阳性;(2) γ -干扰素释放试验阳性;(3)结核分枝杆菌抗体阳性。患者接受2HRZE/4HR方案规范口服抗结核治疗。

排除标准:(1)临床资料不全,缺失关键指标 ≥ 2 项;(2)合并影响胸水性质的严重基础疾病如心力衰竭、肝硬化、低蛋白血症、原发性及转移性胸膜肿瘤等严重并发症;(3)不能耐受标准抗结核治疗;(4)合并 HIV 感染、类风湿关节炎所致胸膜炎等影响胸水性质及治疗反应的疾病;(5)妊娠、哺乳期女性、精神疾病患者。已通过遵义医科大学附属医院医学伦理委员会审查批准(NO:KLL-2025-008),患者在诊疗过程中均签署了知情同意书。

1.3 分组与治疗干预 所有患者按照《中国结核病预防控制工作技术规范(2021 年版)》方案接受规范抗结核治疗(2HRZE/7HRE)。在此基础上,根据患者接受的胸腔积液治疗方式将纳入病例分为 3 组。仅进行胸腔穿刺或置管引流,称胸腔穿刺组;行局部低频超声电导透药治疗,归为超声电导透药组;行内科胸腔镜检查及治疗,称胸腔镜组。

胸腔穿刺组:依照超声定位点选择穿刺部位,反骑坐位进行穿刺抽液,初次抽取胸液量 ≤ 600 mL,或每天引流量 $\leq 1\ 000$ mL/d,至不能抽出胸液或胸部深度 < 2 cm 时停止抽液或引流。

超声电导透药组:采用低频超声电导仪(北京诺亚同舟医疗技术有限公司,京药监械[准]字 2005 第 2230334 号),将异烟肼注射液 100 mg(西南药业,批号:250903,100 mg/支)与利福平注射液 150 mg(沈阳双鼎制药有限公司,批号:17080902,150 mg/支)混合凝胶贴片固定于患侧胸腔积液最厚处胸壁位置,进行局部透药治疗。频率 1 MHz,功率 0.5~1.0 W/cm²,每周 5 次,每次 30 分钟,治疗 8 周。

胸腔镜组:在局部麻醉下健侧卧位,于胸水超声定位点经钝性分离进入胸膜腔。探查脏壁层胸膜情况,清理纤维素、分隔及分泌物,钳取 4~6 块的胸膜病变组织行病理检查,胸水及胸膜送检病原学检测。术后留置胸腔闭式引流管至引流量 < 100 mL/24 h 拔管。

1.4 观察指标和终点 各组患者行对应干预,如胸腔镜、低频超声电导透药、穿刺引流的时间作为基线开始观察。治疗 2 月后复查胸水超声,同时记录患者症状,使用 Likert 5 级评分法评估症状改善。

观察的主要终点是治疗 2 月末强化期结束时,患者胸腔积液吸收率。胸腔积液量按照深度 $\times$ 宽度 $\times$ 长度 $\times 0.52$ 进行估算,胸腔积液减少 $\geq 50\%$

为显著吸收。次要终点为咳嗽、胸痛、呼吸困难等症状改善情况,术后疼痛、胸腔感染、气胸、出血等并发症发生率,以及完成 9 个月抗结核治疗后的胸腔积液吸收情况。使用 Likert 5 级评分法评估症状改善,1 分为“明显加重”、2 分为“略有加重”、3 分为“无改善或无恶化”、4 分为“略有改善”、5 分为“明显改善”。其中评分 ≥ 4 为总体改善,评分=5 为显著改善。

1.5 统计学分析 采用 SPSS29.0 软件(IBM Corp, Armonk, NY, USA, Version 29.0)进行数据的统计分析。连续变量先进行正态性检验。计数资料以例(%)表示,分类变量差异的比较采用卡方检验,Kappa > 0.75 表示一致性良好。正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov。正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)描述,组间比较采用单因素 ANOVA;非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述,采用 Kruskal-Wallis 及 U 检验进行。多重比较进行 Bonferroni 校正,将具有统计学意义如咳嗽、肺不张及包裹等纳入多因素 Logistic 回归分析模型。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。分类及连续数据缺失采取 K 近邻(KNN)填补。

2 结果

2.1 基线数据 本研究最终纳入 175 例患者进行分析,其中胸腔穿刺组 55 例,胸腔镜组 80 例,超声电导透药组 40 例。患者的基线特征包括年龄、性别、胸水量、ADA 水平及胸膜粘连程度等。3 组患者在年龄、咳嗽症状、胸膜粘连、肺不张及包裹发生率的差异有统计学意义。胸水生化指标、炎症指标及合并症差异均无统计学意义。

进一步两两比较显示,患者的年龄在胸腔穿刺组中明显高于超声电导透药组,存在显著差异($P<0.05$),咳嗽症状在胸腔镜组患者中多见,存在显著差异($P<0.05$)。而性别、胸水量、ADA 水平等变量未见统计学差异($P>0.05$),数据对比结果见表 1。3 组患者在胸腔积液量无显著差异($P=0.465$),胸膜粘连程度及肺不张情况在各组间存在显著差异($P<0.05$),胸腔积液包裹在超声电导透药组和胸腔镜组均显著高于穿刺抽液组,胸膜粘连在胸腔镜组最高,胸腔镜组患者的胸膜病变更复杂。余基线特征无统计学差异。

表 1 3 组结核性胸膜炎患者基线特征比较[$n(\%)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

项目	胸腔镜($n=80$)	超声电导透药组($n=40$)	胸腔穿刺组($n=55$)	P
年龄/岁	40(28.50,57.00)	31.5(22.25,50.75)	51(31.25,65.00)	0.012
男性	54(30.90)	21(12.00)	31(17.70)	0.212
女性	26(14.90)	19(10.90)	24(13.70)	
吸烟	33(24.60)	13(9.70)	17(12.70)	0.087
饮酒	21(15.70)	13(9.70)	15(11.20)	0.296
临床症状				
咳嗽	63(36.00)	27(15.40)	26(14.90)	<0.001
胸痛	29(16.60)	15(8.60)	13(7.40)	0.467
呼吸困难	41(23.40)	15(8.60)	24(13.70)	0.338
发热	20(11.40)	10(5.70)	12(6.90)	0.901
盗汗	7(4.00)	3(1.70)	3(1.70)	0.773
胸腔积液性质				
ADA/(U/L)	42.61(35.55,52.28)	52.32(36.30,60.64)	40.15(27.18,61.42)	0.204
LDH/(U/L)	397(266.25,636.00)	479.5(289.25,937.00)	375(228.50,642.00)	0.610
总蛋白/(g/L)	47.75(43.90,52.55)	46.7(40.55,50.50)	46.6(40.28,49.55)	0.162
葡萄糖/(mmol/L)	5.1(4.10,6.00)	4.8(3.37,5.78)	5.28(3.79,6.47)	0.545
影像学改变				
胸膜粘连	33(19.00)	12(6.90)	4(2.30)	<0.001
肺不张	54(31.00)	18(10.30)	32(18.40)	0.047
胸膜肥厚	41(23.60)	28(16.40)	26(14.90)	0.072
包裹	38(21.80)	22(12.60)	17(9.80)	0.042
叶间积液	10(5.70)	1(0.60)	5(2.90)	0.194
合并症				
高血压	5(2.90)	2(1.10)	4(2.30)	0.903
冠心病	1(0.60)	3(1.70)	6(3.40)	0.051
慢阻肺病	1(0.60)	0.00	1(0.60)	0.707
糖尿病	2(1.10)	2(1.10)	1(0.60)	0.634
乙肝	0.00	2(1.10)	1(0.60)	0.138
甲状腺疾病	0.00	0.00	2(1.10)	0.110
外周血				
血沉/(mm/L)	58.5(46.25,82.50)	50(29.00,73.00)	48(26.75,84.50)	0.304
C反应蛋白/(mg/L)	41.16(24.76,78.75)	34.7(18.60,61.81)	48.6(20.81,105.62)	0.268
白细胞总数/($\times 10^6/L$)	6.18(4.85,7.15)	5.9(4.98,7.62)	6.57(4.98,7.90)	0.671
中性粒细胞/($\times 10^6/L$)	0.7(0.63,0.76)	0.74(0.69,0.79)	0.72(0.67,0.77)	0.101
淋巴细胞/($\times 10^6/L$)	0.17(0.13,0.22)	0.16(0.10,0.19)	0.15(0.10,0.19)	0.085

2.2 不同治疗分组基线特征的多因素 Logistic 回归分析 为进一步分析不同治疗方式组的基线特征差异,以治疗方式为因变量,胸腔穿刺组为参考类别。将单因素分析中差异具有统计学意义的基线变量进行多分类 Logistic 回归分析,比较了咳嗽和胸膜粘连、肺不张和包裹 4 种临床表现的差异

(表 2)。咳嗽与胸膜粘连在胸腔镜组多于胸腔穿刺组,该组患者出现咳嗽和胸膜粘连的概率是胸腔穿刺组的 3.338 和 7.754 倍。胸膜粘连在超声电导透药组比胸腔穿刺组多见,该组患者出现胸膜粘连的概率是胸腔穿刺组的 3.950 倍。

表 2 3 组患者基线数据多因素回归分析

组别	临床表现	OR(95% CI)	P
胸腔镜组	咳嗽	3.338(1.512~7.370)	0.003
	胸膜粘连	7.754(2.228~26.991)	0.001
	肺不张	1.368(0.626~2.987)	0.432
	包裹	0.908(0.375~2.201)	0.831
超声电导透药组	咳嗽	1.902(0.791~4.577)	0.151
	胸膜粘连	3.950(1.022~15.273)	0.046
	肺不张	0.555(0.235~1.311)	0.180
	包裹	1.710(0.661~4.425)	0.269

2.3 胸腔镜组与胸腔穿刺组病原学及病理学诊断结果比较 抗酸杆菌涂片、结核分枝杆菌核酸检测及结核杆菌培养作为诊断标准,结果见表3。在胸腔镜组及胸腔穿刺组纳入患者中,胸水抗酸杆菌涂片、结核分枝杆菌核酸检测及分枝杆菌培养阳性率方面差异均无统计学意义($P>0.05$)。两组中均以结核分枝杆菌核酸检测阳性率相对较高,差异具

有统计学意义($P<0.05$)。

胸腔镜组80例患者均通过可视下胸膜组织活检获取病理学诊断。根据病理学诊断确定性分类,明确诊断(I类)46例(57.50%),提示诊断(II类)13例(16.25%),描述性诊断(III类)6例(7.50%),无法诊断(IV类)15例(18.75%)。胸腔镜组病理学I类诊断阳性率为57.5%。

表3 结核性胸膜炎患者的病原学诊断情况

诊断标准	胸腔镜组($n=80$)	胸腔穿刺组($n=55$)	P
抗酸杆菌涂片	4(3.0)	3(2.2)	0.907
结核分枝杆菌核酸	15(11.1)	14(10.4)	0.351
分枝杆菌培养	1(0.7)	0(0.0)	0.405

标本为胸水及胸膜,超声透药无法获取胸水或胸膜标本,故未纳入对比;计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。

2.4 组间疗效比较 3组患者治疗2月末胸腔积液吸收率比较采用Kruskal-Wallis H检验,结果显示差异具有统计学意义($P=0.008$)。其中,胸腔镜组胸腔积液吸收率为84%(69.25%,100.00%),超声电导透药组为75.5%(49.50%,100.00%),胸腔穿刺组为62%(44.00%,80.00%)。

3组患者治疗后发热、胸痛等临床症状均不同程度改善。结果显示,胸腔镜组、超声电导透药组、胸腔穿刺组总体改善率(评分 ≥ 4)分别为79(98.75%),39(97.50%)和45(81.82%)。胸腔镜及超声电导透药治疗后患者症状改善率均显著高于胸腔穿刺组,而两者之间差异无统计学意义。患者自评症状改善情况,78.3%($n=137$)报告至少有1项症状“明显改善”,14.9%($n=26$)报告“略有改善”,6.9%($n=12$)报告“无改善或无恶化”,无患者报告症状加重。12例“无改善或无恶化”中,有10例为胸腔穿刺组,1例为胸腔镜组,1例为超声电导透药组,组间有统计学差异($P<0.05$)。

2.5 不良反应和并发症情况 胸腔镜组治疗后常见不良反应为胸痛,中等严重程度需止痛药物治疗发生率为5.0%(4例),且与术后引流管位置相关,调整引流管或拔除引流管后胸痛缓解。无气胸、出血等严重并发症。超声电导透药组无症状或仅为轻度疼痛,无须处理,治疗安全性较高。胸腔穿刺组的胸痛发生率为3.6%(2例),均穿刺点疼痛可自行缓解,无其他并发症。

2.6 随访结果 在本次研究治疗9月末随访,175例患者中171例患者胸腔积液完全吸收,4例患者胸腔积液未完全吸收,但较治疗前均有不同程度减少,临床症状均有所改善。其中,胸腔镜组与超声电导透药组有1例患者胸腔积液未完全吸收,胸腔

穿刺组有2例患者未完全吸收。

3 讨论

本研究对比评估了在全身抗结核化疗基础上胸腔镜、低频超声电导透药以及胸腔穿刺置管引流3种干预方式在结核性胸膜炎治疗中的实际效果,发现胸腔镜与超声电导透药在促进胸腔积液吸收方面均优于胸腔穿刺组。在胸膜粘连患者中胸腔镜更具优势,而在胸腔积液已出现包裹的结核性胸膜炎中,超声电导透药的吸收率与胸腔镜相当,具备更高的安全性与可及性。这一发现对于难治性胸腔积液患者的治疗具有临床价值,为现有的以胸腔穿刺引流为主的胸水处理方式提供了重要补充。

本研究显示,胸腔镜组与超声电导透药组疗效相似,两组间在治疗2月末胸腔积液减少率分别达到84.0%与75.5%,显著高于胸腔穿刺组(62.0%)。在胸膜病变更为复杂的患者群体中,胸腔镜能够在直视下清除胸腔内纤维素、分隔及凝胶状渗出物,并改善胸膜腔通畅性,为胸腔积液快速吸收提供解剖学基础,这与既往研究一致^[6-9]。超声电导透药组获得与胸腔镜近似的胸水吸收率,提示其作用不仅源于药物递送效率提升,还可能与低频超声增加胸膜局部微循环,提高药物在胸膜表面及浅层组织中的浓度有关^[9-10]。同时,电导促进抗结核药物跨越屏障组织,实现局部高浓度暴露^[11],提高了药物治疗效果。进而,抑制渗出性炎症,促进胸腔积液持续吸收,避免进一步胸膜粘连和纤维化。在保证疗效的同时能有效兼顾安全性,经济方面两者产生的压力相当。

本研究纳入患者中,胸腔穿刺组年龄中位数偏

高,说明年龄较大不能耐受或不能接受胸腔镜治疗患者结核性胸膜炎患者较多。从临床角度看,超声电导透药在胸腔镜禁忌或不耐受的患者中具有更高可行性。既往研究多聚焦于胸腔镜或单一干预方式,本研究将超声电导透药直接与胸腔镜和胸腔穿刺对比,发现对于未能通过单纯穿刺抽液或引流获得良好胸水控制,存在早期胸膜粘连或反复积液者,超声电导透药可作为局部强化治疗的有效补充^[12]。

近年来,随着超声电导透药相关技术不断成熟,其在难治性胸腔积液中的治疗价值逐步显现^[13-15]。超声电导透药靶向治疗结核性胸膜炎对胸膜轻中度粘连的病例具有特别优势。尤其是在病变范围较广、胸水反复积聚及不宜手术处理的患者群体中,本研究结果提示超声电导透药可一定程度上替代胸腔镜治疗,显著增强治疗的灵活性。本研究作为真实世界背景下的队列比较,进一步证实其在结核性胸膜炎中有效性几乎可与胸腔镜相匹敌,且安全性明显优于胸腔镜。该项技术依从性高、操作简便、技术要求简单,可在门诊及基层医疗机构实施。

本研究中胸腔镜通过可视下活检显著增加病原学诊断阳性率,说明胸腔镜在明确病因方面具有不可替代的优势。不仅可以直视下获取病变组织,提高病原学和病理学阳性率,还能剥除纤维素,改善胸水吸收^[16-20],为后续超声电导透药和全身治疗奠定基础。然而,胸腔镜为有创操作,部分患者基础状况无法耐受,或者存在广泛胸膜粘连或解剖条件复杂时操作风险升高^[21],而且胸腔镜技术、设备与费用对基层医疗机构构成较大负担。穿刺引流是胸腔积液处理的基本方法,具有便捷、低成本等优势,研究表明其胸腔积液吸收率及诊断阳性率均显著低于另外两组。且穿刺引流对胸膜粘连的处理能力有限,也无法提升局部抗结核药物浓度。对于胸膜炎活动明显或存在早期包裹表现的病例,单纯穿刺引流可能无法达到理想疗效^[22]。因此,在临床实际情况中,超声电导透药可作为无创、可重复性强的局部强化治疗手段。

本研究存在一定的局限性。首先,由于本研究为单中心回顾性研究,可能存在选择偏倚,且未能进行多中心验证,因此研究结果的外推性可能受到限制。其次,本研究仅评估了短期疗效,长期疗效和生存率等结局未能深入探讨。最后,由于治疗方案和随访期的差异,患者间的个体差异可能影响最终的疗效评价。今后的多中心、前瞻性、大样本研

究,有助于验证其长期疗效、最佳剂量方案、受益人群及成本效益。

本研究表明,胸腔镜治疗和超声电导透药治疗在结核性胸膜炎患者中均具有较好的疗效。根据临床患者的治疗需求可选择不同方案,内科胸腔镜在诊断方面有显著优势。对于胸腔镜禁忌或不耐受者,超声电导透药可作为替代治疗方案。病情较轻、胸水量大的患者可考虑采用穿刺引流结合全身抗结核治疗,续贯超声电导透药进行局部强化治疗。超声电导透药有无创、高效、安全、可普及的特点,有利于基层推广,未来有望成为结核性胸膜炎中难治性胸腔积液的重要治疗手段之一。

[参考文献]

- [1] 刘权贤,郭定涛,陈玲,等. 结核性胸膜炎患者口服联合经胸壁超声导入利福平后胸腔积液中利福平浓度的变化[J]. 中华结核和呼吸杂志,2018,41(11):853-856.
- [2] McNally E, Ross C, Gleeson L E. The tuberculous pleural effusion[J]. *Breathe (Sheff)*, 2023,19(4):230143.
- [3] 徐光艳,李正付,王涛. 经内科胸腔镜下胸膜粘连烙断术在结核性包裹性胸膜炎中的临床应用[J]. 遵义医科大学学报,2025,48(9):913-918.
- [4] 黄毅,左蕾,崔文琦. 结核性胸膜炎超声诊断、分型及介入治疗专家共识(2022年版)[J]. 中国防痨杂志,2022,44(9):880-897.
- [5] Shaw J A, Diacon A H, Koegelenberg C F N. Tuberculous pleural effusion [J]. *Respirology*, 2019, 24 (10): 962-971.
- [6] 詹钊,张瑜,陈兴旺. 辅助超声引导靶向透药治疗结核性胸膜炎的临床疗效[J]. 医学综述,2017,23(7):1441-1444.
- [7] 毛晓辉,王龙智,蔡曙波,等. 化疗联合超声电导经皮透药治疗复治空洞性肺结核的疗效评价[J]. 中国防痨杂志,2014,36(11):936-940.
- [8] 赵晓慧,马爽,梁群英,等. 超声靶向透药技术对改善头颈部肿瘤患者放、化疗并发症的疗效分析[J]. 岭南急诊医学杂志,2019,24(5):476-479.
- [9] 郭新枝,杜兰霞,张学兰,等. 超声电导药物透入在治疗结核性渗出性胸膜炎中的作用[J]. 临床肺科杂志,2013,18(2):303-305.
- [10] 张焕,王勇,陈素丽,等. 超声电导仪经皮局部透药联合药物治疗复治肺结核的临床效果及疗效影响因素分析[J]. 中国医学装备,2023,20(1):82-86.
- [11] Guo J, Qiu Y, Hu C, et al. Enhancing antituberculosis treatment nanoparticles encapsulated with catalase and levofloxacin under ultrasound stimulation: a 3D spheroid study[J]. *Mol Pharm*, 2025, 22(2):747-759.

(下转第 774 页)

- 335-342.
- [18] Batalov Z, Sapundzhieva T, Batalov K, et al. The role of musculoskeletal ultrasound in biologic drug tapering and relapse monitoring: findings from a one-year prospective study in a cohort of rheumatoid arthritis patients in sustained clinical remission [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2025, 15(14): 1753.
- [19] Manzo A, Bozzalla Cassione E, Montecucco C, et al. Prediction of long-term drug-free outcomes in ACPA-positive and ACPA-negative rheumatoid arthritis by combined clinical and ultrasound assessment of residual disease: a 5-year prospective study [J]. *RMD Open*, 2025, 11(1): e005079.
- [20] 张长江, 漆翔宇, 程勇, 等. 海桐皮汤外敷联合常规西药治疗湿热痹阻型类风湿关节炎的疗效与安全性 [J]. *遵义医科大学学报*, 2025, 48(12): 1273-1279.
- [21] 彭淋坤, 刘娟, 李林艳, 等. 羊膜间充质干细胞经 PGE2/EP2 途径调节类风湿关节炎患者 T 细胞免疫 [J]. *遵义医科大学学报*, 2024, 47(6): 558-568.
- [22] Frederiksen B A, Hammer H B, Terslev L, et al. Automated ultrasound system ARTHUR V.2.0 with AI analysis DIANA V.2.0 matches expert rheumatologist in hand joint assessment of rheumatoid arthritis patients [J]. *RMD Open*, 2025, 11(3): e005805.
- [23] Fukae J, Amasaki Y, Fujieda Y, et al. Pre-trained convolutional neural network with transfer learning by artificial illustrated images classify power Doppler ultrasound images of rheumatoid arthritis joints [J]. *J Int Med Res*, 2025, 53(2): 3000605251318195.
- [24] Tan Y K, Lim G H. Comparing thermographic heat signatures with joint inflammation detected by ultrasound at the knees in patients with rheumatoid arthritis [J]. *Sci Rep*, 2025, 15(1): 31960.
- [25] Azzam A I. Ultrasonographic evaluation of the ankle joint in relation to rheumatoid factor status and disease activity in patients with rheumatoid arthritis [J]. *J Med Ultrasound*, 2025, 33(1): 15-22.
- [26] Kumar G, Kumar R, Singh A, et al. Shoulder pain in rheumatoid arthritis: ultrasound findings and clinical correlations [J]. *Cureus*, 2025, 17(5): e84228.
- [27] Fukui S, Michitsuji T, Endo Y, et al. Distinct clinical outcomes based on multiple serum cytokine and chemokine profiles rather than autoantibody profiles and ultrasound findings in rheumatoid arthritis: a prospective ultrasound cohort study [J]. *RMD Open*, 2025, 11(1): e005163.
- [收稿 2026-04-15; 修回 2026-05-11]
(编辑: 王福军)

(上接第 767 页)

- [12] Zhang Y Q, Huang C R, Qiu Y, et al. Synergistic elimination of bacillus Calmette-Guérin biofilm and tissue restoration facilitated by ultrasound-mediated nanoparticles and antioxidants [J]. *Int Immunopharmacol*, 2025, 166: 115582.
- [13] 王国卫, 梁亚充, 韩朝, 等. 常规抗结核药物联合中药口服加超声导入治疗浸润型淋巴结核临床观察 [J]. *医学动物防制*, 2023, 39(2): 136-140.
- [14] 秦志华, 施军卫, 邱青, 等. 超声电导仪透药治疗包裹性结核性胸膜炎疗效分析 [J]. *中国医学装备*, 2014, 11(S2): 135-137.
- [15] 郑亚妹, 谢甜, 伍卓乐, 等. 经胸壁超声导入三联药品辅助治疗结核性胸膜炎的临床价值 [J]. *中国防痨杂志*, 2020, 42(7): 695-700.
- [16] 管婷婷, 王莹, 王莲芝. 经内科胸腔镜冷冻活检对疑似结核性胸膜炎的诊疗价值 [J]. *结核与肺部疾病杂志*, 2025, 6(6): 738-746.
- [17] Xiong Y, Gao X S, Zhu H Y, et al. Role of medical thoracoscopy in the treatment of tuberculous pleural effusion [J]. *J Thorac Dis*, 2016, 8(1): 52-60.
- [18] 张廷梅, 袁国琴, 潘慧兰, 等. 内科胸腔镜用于结核性胸腔积液 104 例效果评价 [J]. *山东医药*, 2012, 52(31): 58-60.
- [19] Wang K, Zuo L, Tian P W, et al. Beyond diagnosis: maximizing the role of medical thoracoscopy in pleural disease treatment [J]. *Respir Res*, 2024, 25(1): 406.
- [20] Tome G R, Vartanyan A, Kim C, et al. Use of robotic-like articulated instruments in medical thoracoscopy: a case series [J]. *Respiration*, 2026, 105(3): 438-444.
- [21] Bansal R K, Arnold T D, Tucker E, et al. First-line medical thoracoscopy for pleural infection: the SPIRIT randomised controlled feasibility trial [J]. *BMJ Open Respir Res*, 2025, 12(1): e003675.
- [22] Xu J, Chen Y H, Gong C, et al. Impact of drainage strategies on recovery in Stage III tuberculous empyema: a retrospective study [J]. *J Infect Dev Ctries*, 2025, 19(9): 1400-1406.
- [收稿 2026-01-16; 修回 2026-04-26]
(编辑: 王福军)