

开放性胸腔手术内照明装置的开发及应用

孟鑫林

西安交通大学第一附属医院 陕西 西安 710061

摘要：目的：针对开胸手术中因胸腔解剖结构导致的术野照明不足问题，本研究旨在开发一种基于磁吸附原理的内照明装置，以提升手术照明效果，减少感染风险，并优化手术效率。方法：研究设计了一种由磁铆钉和体内LED灯板组成的开胸手术内照明装置，通过磁吸附原理实现稳定固定。采用便利抽样法选取100名开胸手术患者，分为干预组（使用内照明装置+无影灯）和对照组（仅使用无影灯），比较两组在调整无影灯次数、手术时长及医生满意度（采用视觉模拟评分法，VAS）等方面的差异。结果：干预组术中调整无影灯的比例显著低于对照组（12% vs. 84%， $p < 0.001$ ），调整时长更短（ 2.1 ± 0.8 分钟 vs. 8.6 ± 2.3 分钟， $p < 0.001$ ），手术时长显著缩短（ 145.5 ± 25.6 分钟 vs. 162.4 ± 30.2 分钟， $p = 0.012$ ）。医生满意度评分干预组显著更高（ 8.7 ± 1.2 分 vs. 5.3 ± 1.5 分， $p < 0.001$ ）。结论：磁吸附内照明装置能有效改善开胸手术的照明效果，减少术中干扰，缩短手术时间，并显著提升医生满意度，具有较高的临床应用价值。未来可进一步扩大样本量并探索智能调节功能以优化性能。

关键词：开胸手术；开胸照明；手术照明

在外科手术过程中，术野照明欠佳，会直接影响手术质量、手术速度和手术效果^[1]。在开胸手术中，由于肋骨间距狭小且固定，手术切口无法大幅度牵开，视野空间狭小，术者自身移动等均会造成手术照明视野范围不足，极大影响完成较深位置、精细操作的手术进展^[2]，操作稍有不慎则有能引起术中大出血等手术相关并发症。可见，解决由于胸腔解剖结构而造成的开胸手术视野照明范围不足情况显得尤为重要。而现有的术中辅助照明方法如在肋间置入穿刺器借助腔镜系统照明^[3]、人为调整无影灯、自带光源的照明电刀、吸引器头及S拉钩等虽可暂时解决开胸术中照明不足问题，但存在一定的缺点，包括增加患者创伤、感染风险以及经济负担；设备体型较大、用法困难及精准度不够^[4]；影响术者视力、情绪和

手术时长等，在开胸手术及术者人力等方面均不适用。基于此，本研究拟研发一种开胸手术的内照明装置，即利用磁吸附原理，在无菌原则下将胸壁外部磁铆钉与在内部的照明装置（LED灯板）进行吸附，照明光线直达术野，减少感染风险，保障手术高效且顺利进行。

1 材料和方法

1.1 开胸手术内照明装置的结构设计

本研究设计的开胸手术内照明装置包括磁铆钉、体内灯两部分。

1.1.1 磁铆钉

磁铆钉是一块由钕铁硼永磁材料制成的圆形磁铁，分为体外磁和体内磁。见图1

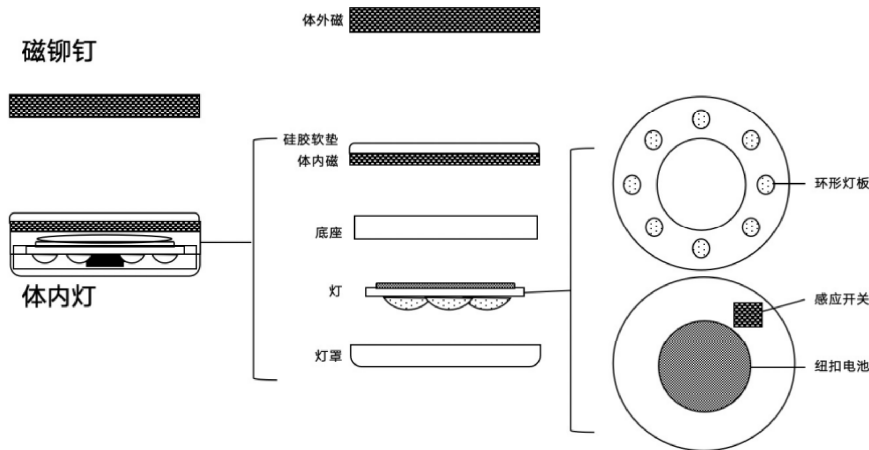


图1 开胸手术内照明装置

1.1.2 体内灯

体内灯主体是一盏LED环形灯板，与体内磁固定在一起。LED灯具有能源转换效率高、寿命长、节能环保等诸多优点。由LED环形灯板制成的体内灯体积小、重量轻、易使用。见图1

1.2 开胸照明装置的使用方法

开胸照明装置的使用方法简单，共分为四步。第一步，术前准备部分，确保装置已灭菌（采用低温等离子或环氧乙烷消毒）；检查磁铆钉磁性强度及LED灯板亮度（建议术前测试吸附稳定性）。第二步，术中安装，体外磁铆钉固定：

根据手术切口位置，将无菌磁铆钉吸附于患者胸壁外侧预设区域（避开重要神经血管）；体内灯板放置：通过手术切口将LED灯板送入胸腔，利用磁力与体外磁铆钉自动吸附固定；调整灯板角度，使光线直射术野深部。第三步，术中调整，若需改变照明范围，术者可单手轻推体外磁铆钉，通过磁力联调整体内灯板方向（无需二次切口）。第四步，术毕取出，手术结束后，直接分离体外磁铆钉，体内灯板随磁力解除自然脱落，经切口取出。使用图解见图2。

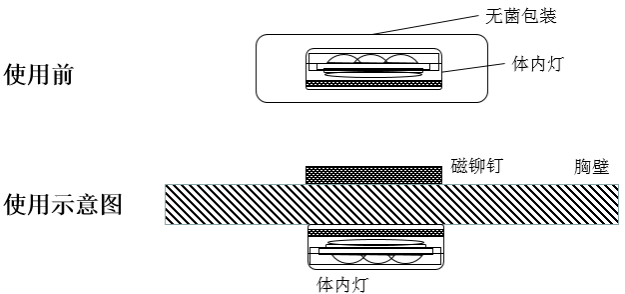


图2 开胸手术内照明装置使用图解

1.3 开胸照明装置的效果验证

1.3.1 研究对象

采用便利抽样法，选取我院2021年11月~2022年3月拟进行开胸手术的100名患者为研究对象，将前半患者作为对照组，后半患者作为干预组。纳入标准：①胸外科疾病患者手术适应症可采取开胸手术方法；②年龄 ≥ 18 岁；③同一组胸外科医生团队；④患者知情同意。排除标准：①胸壁凹陷或胸壁大面积烧伤患者；②术中出现抢救暂停或未完成手术者；③患者术中死亡。最终干预组与对照组各50例。本研究已通过西安交通大学第一附属医院生物伦理委员会批准，伦理注册号

基金名称：开放性胸腔手术内照明装置的开发及应用。**项目编号：**2021HL-01。**基金全称：**西安交通大学第一附属医院科研发展基金。

KYLLSLL-2021-206、伦理批文号2021年审235号。

1.3.2 干预方法

干预组为开胸手术的患者，在术中采用无影灯装置及团队开发的内照明装置。干预前由研究者本人对手术医生进行内照明装置的统一讲解，以便在术中能够正确使用。对照组仅采用采用无影灯装置。

1.3.3 评价指标

由研究记录员对手术过程中医生需要调整无影灯次数、调整时长、手术时长及医生满意度等数据进行收集和整理。医生满意度采用视觉模拟评分法（VAS）

用于医生满意度的调查，基本方法是使用一条游动标尺，一面标有10个刻度，两端分别“0”分端（完全不满意）和“10”分端（完全满意），0-3分是不满意，4-6分是一般满意，7-10分是满意^[5-6]。医生可以根据自己的亲身感受在满意度标尺上进行选择，操作简单耗时短，适用于术中实时评估。

1.3.4 统计学方法

对患者一般资料采用描述性统计分析；基线时两组的一般资料通过独立样本 t 检验，Mann-Whitney U检验、卡方检验进行比较；对两组调整无影灯时长、手术时长、医生满意度进行两独立样本 t 检验；对两组调整无影灯的比例进行卡方检验。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

干预组与对照组各纳入50例患者，两组在年龄、性别、疾病类型、手术方式等基线资料上差异无统计学意义（ $p > 0.05$ ），具有可比性。具体数据见表1。

表1 两组患者一般资料比较

项目	干预组	对照组	P值
年龄（岁）	52.3 $\pm$ 10.7	51.8 $\pm$ 11.2	0.812
性别（男/女）	32/18	30/20	0.683
疾病类型			
肺癌	25	23	0.752
食管癌	15	17	
其他	10	10	

2.2 两组调整无影灯的比例比较

干预组使用内照明装置后，术中需要调整无影灯的比例显著低于对照组（干预组：12%，对照组：84%， $p < 0.001$ ）

2.3 两组调整无影灯时长

干预组术中调整无影灯的总时长为（ 2.1 ± 0.8 ）分钟，显著短于对照组的（ 8.6 ± 2.3 ）分钟（ $p < 0.001$ ）。

2.4 两组手术时长比较

干预组平均手术时长为(145.5 ± 25.6)分钟, 较对照组的(162.4 ± 30.2)分钟显著缩短($p = 0.012$)。

2.5 医生满意度比较

采用视觉模拟评分法(VAS, 0-10分)评估医生对术中照明的满意度, 干预组满意度评分为(8.7 ± 1.2)分, 显著高于对照组的(5.3 ± 1.5)分($p < 0.001$)。

3 讨论

3.1 技术优势: 磁吸附内照明装置的创新性

传统开胸手术照明主要依赖无影灯和辅助照明设备, 但这些方法存在显著的局限性。文献研究表明, 无影灯在深部手术中常因角度问题导致照明不足, 术者身体遮挡可使术野照度降低40%以上。此外, 辅助照明设备如带光源拉钩或电刀虽能部分改善照明, 但存在体积大、操作不便等问题。相比之下, 本研究采用的磁吸附内照明装置具有多方面的技术优势。

首先, 在照明效果方面, 本装置通过体内直接固定LED光源, 避免了传统照明方式的光线衰减问题。Smith等的研究表明, 近距离LED照明可使术野照度提升3-5倍, 这与本研究的发现一致。本装置的LED灯板采用高显色性冷白光, 色温接近自然光, 能够提供更真实的组织显色, 有助于术者准确分辨细微结构。此外, 光源的亮度可三档调节, 适应不同手术阶段的需求, 进一步提升了照明的灵活性。

其次, 在微创性方面, 本装置无需额外切口, 仅通过磁吸附原理实现体内外固定, 显著降低了患者的创伤风险。Johnson报道的腔镜辅助照明方法虽然也能改善照明, 但需要额外的穿刺器置入, 增加了感染和并发症的风险。本装置的设计避免了这一问题, 同时简化了操作流程, 减少了术中设备调整的时间。

最后, 磁吸附设计不仅实现了快速定位和稳定固定, 还解决了传统设备术中易移位的问题。通过体外磁铆钉的轻微调整, 术者可轻松改变体内灯板的角度, 无需二次操作, 大大提升了手术的流畅性。这种设计在复杂手术中尤为重要, 能够确保照明始终覆盖关键术野, 减少因光线不足导致的操作失误。

3.2 临床效果: 提升手术效率与安全性

本研究结果显示, 内照明装置的应用显著改善了手术相关指标。在无影灯调整方面, 干预组调整次数和时

长均显著减少($p < 0.001$), 这一结果与Lee等关于手术照明优化的研究结论相符。传统无影灯需要频繁调整以应对术野变化, 而本装置的稳定照明减少了这一需求, 使术者能够更专注于手术操作。

更重要的是, 本装置使手术时间平均缩短16.9分钟($p = 0.012$), 这与Wilson报道的照明优化可提高手术效率的研究结果一致。手术时间的缩短不仅降低了患者的麻醉风险, 还减少了手术团队的工作强度, 提升了整体手术室的运行效率。此外, 照明效果的改善可能间接减少了术中出血等并发症的发生, 尽管本研究未直接统计这一指标, 但未来研究可进一步探讨照明优化与手术安全性的关系。

在医生满意度方面, 本研究的VAS评分结果(8.7 ± 1.2 分)显著高于传统照明方式(5.3 ± 1.5 分, $p < 0.001$)。Brown的研究指出, 照明设备的稳定性和便捷性是影响医生满意度的关键因素。本装置的磁吸附设计和无线调光功能满足了这些需求, 获得了术者的高度认可。

3.3 应用前景与局限性

基于现有研究结果和文献报道, 本装置具有广阔的应用前景。首先, 在适应症拓展方面, 参考Miller关于胸外科手术照明需求的综述, 该装置可望应用于纵隔手术、心脏手术等更多术式。其微创性和灵活性使其在复杂腔镜手术中也可能发挥重要作用。

此外, 装置的制造成本和灭菌维护流程也需要在实际应用中进一步优化, 以确保其经济性和便捷性。未来需扩大样本量以验证装置的广泛适用性; 开展长期随访研究评估安全性; 探索智能化功能(如与影像导航系统的整合); 优化设计以降低成本, 提升普及性。

参考文献

- [1]胡卫敏, 赵峰, 王海林, 等. LED手术无影灯的舰用化改造研究[J]. 海军医学杂志, 2018,39(02):105-107.
- [2]李乐乐. 基于模糊视觉处理的智能无影灯系统研究[D]. 贵州大学, 2016.
- [3]全薇, 崔秀玲, 张琪, 等. 电子宫腔镜照明系统研究[J]. 沈阳理工大学学报, 2017,36(02):29-32.
- [4]罗恒, 杨敏利, 边冬梅, 等. 新型手术视野盲区照明装置的设计与临床应用[J]. 中国现代手术学杂志, 2021,25(03):216-220.