

3D腹腔镜在胆囊结石及胆总管结石手术中的应用进展

戴振祥¹, 刘立民^{2*}

¹北京市怀柔区雁栖医院, 北京

²国家电网公司北京电力医院, 北京

收稿日期: 2026年7月29日; 录用日期: 2026年10月6日; 发布日期: 2026年10月15日

摘要

胆石症是胆道系统最常见的良性疾病, 腹腔镜手术已成为其外科治疗的首选方案。传统二维腹腔镜因缺乏立体深度感知, 在Calot三角解剖、胆管缝合等精细操作中存在视觉局限, 尤其在高危解剖场景下增加了术中误判风险。三维腹腔镜技术的成熟为胆道微创外科提供了新的技术手段。本文系统梳理了3D腹腔镜在腹腔镜胆囊切除术及腹腔镜胆总管探查术中的技术原理、临床应用证据与研究进展, 并通过量化汇总多项Meta分析与随机对照试验的核心数据, 对比其与2D腹腔镜的临床疗效与安全性。现有证据表明, 3D腹腔镜可有效还原术区立体景深, 提升解剖辨识度与精细操作精度, 在困难胆囊切除及胆总管探查一期缝合等复杂手术场景中优势更为突出, 但对低难度常规手术的临床增益有限。此外, 3D技术仍面临设备成本高、部分术者视觉不适等现实制约。未来, 随着4K超高清成像、荧光导航、增强现实及人工智能辅助系统的深度融合, 3D腹腔镜有望进一步推动胆道微创外科向精准化、智能化方向发展。

关键词

胆囊结石, 胆总管结石, 腹腔镜, 三维, 胆总管探查

Application Progress of 3D Laparoscopy in Cholecystolithiasis and Choledocholithiasis Surgery

Zhenxiang Dai¹, Limin Liu^{2*}

¹Yanqi Hospital of Huairou District, Beijing

²Beijing Electric Hospital, State Grid Corporation of China, Beijing

*通讯作者。

文章引用: 戴振祥, 刘立民. 3D 腹腔镜在胆囊结石及胆总管结石手术中的应用进展[J]. 外科, 2026, 15(4): 78-85.
DOI: 10.12677/hjs.2026.154011

Received: July 29, 2026; accepted: October 6, 2026; published: October 15, 2026

Abstract

Cholelithiasis is the most common benign disease of the biliary system, and laparoscopic surgery has become the first choice for its surgical treatment. Conventional two-dimensional laparoscopy lacks stereoscopic depth perception, which creates visual limitations in fine operations such as Calot's triangle dissection and bile duct suturing, and increases the risk of intraoperative misjudgment especially in high-risk anatomical scenarios. The maturation of three-dimensional laparoscopic technology has provided new technical means for biliary minimally invasive surgery. This paper systematically summarizes the technical principles, clinical application evidence and research progress of 3D laparoscopy in laparoscopic cholecystectomy and laparoscopic common bile duct exploration, and quantitatively aggregates core data from multiple meta-analyses and randomized controlled trials to compare its clinical efficacy and safety with 2D laparoscopy. Current evidence shows that 3D laparoscopy can effectively restore the stereoscopic depth of the surgical field, improve anatomical recognition and fine operation accuracy, and has more prominent advantages in complex surgical scenarios such as difficult cholecystectomy and common bile duct exploration with primary suture, but its clinical benefit for low-difficulty routine surgeries is limited. In addition, 3D technology still faces practical constraints such as high equipment cost and visual discomfort in some operators. In the future, with the deep integration of 4K ultra-high-definition imaging, fluorescence navigation, augmented reality and artificial intelligence-assisted systems, 3D laparoscopy is expected to further promote biliary minimally invasive surgery toward precision and intelligence.

Keywords

Cholelithiasis, Choledocholithiasis, Laparoscopy, Three-Dimensional, Common Bile Duct Exploration

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

胆囊结石是胆道系统最常见的良性疾病, 其中约 10%~15% 的患者合并胆总管结石[1]。自 1989 年首例腹腔镜胆囊切除术开展以来, 腹腔镜手术凭借创伤小、疼痛少、恢复快等优势, 已成为治疗胆囊良性疾病的金标准术式[2]。然而, 传统 2D 腹腔镜系统仅提供二维平面图像, 缺乏空间深度感知, 术者难以准确判断腹腔脏器的解剖层次, 对镜下操作技巧要求极高, 尤其在胆道这一解剖变异丰富、结构纤细的区域, 因胆囊三角区结构辨认不清而导致的胆道损伤风险始终是制约手术安全性的重要瓶颈。

3D 腹腔镜技术的出现为解决上述问题提供了新的思路。早在 20 世纪 90 年代, 3D 成像腹腔镜系统便已问世, 但受限于当时的成像技术与设备成本, 其发展一度受阻。近年来, 随着高清成像、立体显示及数据处理技术的突破性进展, 3D 腹腔镜系统在图像分辨率、立体纵深感及操作舒适度方面均获得显著提升, 已逐步从实验验证走向临床常规应用[3]。在胆道外科这一对精细解剖要求极高的领域, 3D 腹腔镜展现出独特的临床应用价值。本文就 3D 腹腔镜在胆囊结石及胆总管结石手术中的应用进展作一综述,

在系统梳理现有证据的基础上, 着重对研究结论的异质性进行批判性分析, 并对不同手术场景下的技术效益开展分层讨论。

2. 3D 腹腔镜的技术原理与优势

3D 腹腔镜系统主要由 3D 立体内窥镜、3D 摄像头控制器、3D 显示器、3D 眼镜及冷光源等组件构成。其核心技术原理是通过内窥镜末端的双镜头分别采集左右两路图像, 经图像处理器处理后, 在 3D 显示器上呈现具有纵深感的立体图像, 术者佩戴偏振式或快门式 3D 眼镜后, 可获得近似开放手术的立体视觉体验。与传统 2D 腹腔镜相比, 3D 腹腔镜的核心优势在于恢复了缺失的深度感知能力[4]。2D 腹腔镜将三维解剖结构压缩至二维平面, 术者需凭借经验与空间想象弥补深度信息, 这不仅增加了视觉疲劳, 也提高了手术操作的认知负荷。而 3D 腹腔镜提供的立体视野使解剖层次更加分明, 术者可以更准确地判断组织间隙、血管走行及胆管走向, 从而降低术中误判率[5] [6]。

在胆囊结石及胆总管结石手术中, 3D 腹腔镜的上述优势尤为突出。胆囊三角(Calot 三角)是 LC 手术中风险最高的区域, 其解剖结构复杂且变异丰富, 包括胆囊动脉、肝右动脉及副右肝管等关键结构均在此区域内穿行。3D 腹腔镜的立体视野有助于术者快速、准确地在胆囊三角区识别胆囊管、肝总管及胆囊动脉的解剖关系, 避免误伤胆总管[7]。此外, 在胆总管探查、取石及缝合等精细操作环节, 立体视野带来的精准操控可显著提升手术质量[8]。

3. 3D 腹腔镜在胆囊结石手术中的应用

3.1. 单纯胆囊结石, 3D 与 2D 腹腔镜胆囊切除术的疗效比较

关于 3D 与 2D 腹腔镜在胆囊切除术中的比较, 已有多个 Meta 分析提供了循证依据。一项纳入 6 项随机对照试验(RCT)、共计 577 例患者的系统评价与 Meta 分析显示, 3D 腹腔镜组手术时间较 2D 组平均缩短 4.23 min (95% CI: -8.14~-0.32, $P = 0.03$), Calot 三角解剖时间缩短 4.19 min (95% CI: -6.52~-1.86, $P = 0.0004$), 胆囊穿孔风险降低 50% (RR: 0.50, 95% CI: 0.28~0.88, $P = 0.02$)。两组在术中出血、术后并发症、中转开腹率及术中错误率方面差异无统计学意义[9]。国内学者仲富瑞等进行的 Meta 分析纳入了 11 项研究(包括 7 项 RCT 和 4 项回顾性研究), 共 980 例患者, 结果同样显示 3D 组在手术时间(MD = -8.64, 95% CI: -12.87~-4.42)、术中失血量(MD = -13.82, 95% CI: -19.98~-7.65)及术中并发症发生率(OR = 0.52, 95% CI: 0.32~0.83)方面均显著优于 2D 组, 但在中转开腹率和术后并发症发生率方面两组无显著差异[10]。郭欣等的前瞻性对比研究同样得出类似结论[11]。

值得指出的是, 尽管上述研究证实了 3D 腹腔镜在缩短手术时间、降低术中损伤方面的优势, 但亦有学者认为这些差异的临床意义有限, 两种成像方式在术后并发症方面的风险相当[12]。这种观点的合理性在于, 胆囊切除术本身是一项较为成熟的手术, 2D 腹腔镜已能满足绝大多数手术需求。

现有研究的共同局限性在于: ① 多数 RCT 未对术者经验进行分层随机或亚组分析, 难以判断 3D 技术在不同年资术者中的差异化效益; ② 缺乏对“手术难度”的客观量化标准(如粘连评分、炎症分级), 导致 3D 技术在复杂病例中的优势难以被精确捕捉。

3.2. 3D 腹腔镜在困难胆囊切除术中的价值

困难胆囊切除术涵盖急性胆囊炎水肿期、胆囊严重纤维化粘连、胆囊颈部结石嵌顿、Mirizzi 综合征等病理状态, Calot 三角常存在组织水肿、瘢痕致密粘连, 解剖层次模糊, 是胆道损伤的高危场景。在急性胆囊炎早期(起病 72 h 内), 胆囊壁及 Calot 三角区域存在显著水肿, 组织间隙增宽但结构辨识困难。3D 腹腔镜的立体视野可在水肿组织中帮助术者辨别胆囊管、肝总管及胆囊动脉的走行关系, 减少盲目钳夹

导致的误伤。研究表明,在水肿组织中组织色泽差异缩小、层次感下降的情况下,3D 视觉提供的景深感是区分“管状结构”与“水肿结缔组织”的重要视觉线索[13]。在慢性胆囊炎反复发作导致的 Calot 三角致密粘连条件下,2D 腹腔镜仅可获取平面图像,组织深浅层次辨识度显著下降,容易误判胆管、血管走行。3D 腹腔镜立体视觉可重建组织深度信息,帮助术者分辨粘连纤维、胆囊壁、胆管间隙。具体而言,3D 视野可通过实时深度提示,支持术者安全实施“由顶向下”入路(从胆囊底部开始分离,逐步向胆囊管方向推进)或“中间入路”解剖(自胆囊三角中央疏松间隙开始扩展分离平面),减少盲目分离带来的误伤风险[13]。有研究报道,在 Mirizzi 综合征患者中,利用 3D 腹腔镜清晰辨别胆囊管与肝总管的解剖关系,可在确保胆道安全的前提下顺利完成胆囊次全切除及取石操作[14]。此外,吲哚菁绿荧光成像与 3D 腹腔镜的联合应用,可在立体视野基础上叠加胆道荧光显影,进一步增强胆道结构的可视化程度,为困难胆囊切除提供更全面的安全保障[15]。

4. 3D 腹腔镜在胆总管结石手术中的应用

胆囊结石合并胆总管结石的治疗策略一直是胆道外科领域讨论的热点。传统方案包括开腹胆囊切除 + 胆总管切开取石 + T 管引流术,以及两阶段方案(术前或术后 ERCP + LC) [16] [17]。随着微创技术的成熟,单阶段腹腔镜胆总管探查取石术(LCBE)凭借一次手术解决两个问题、保留 Oddi 括约肌功能等优势,已成为重要治疗选择[18]。3D 腹腔镜的引入,为 LCBE 的精细化操作提供了有力的技术支持。

4.1. 3D 腹腔镜联合胆道镜经胆囊管胆总管探查取石术(LTCBDE)

LTCBDE 是治疗胆囊结石合并继发性胆总管结石的优选微创术式。该术式沿胆囊管这一自然通道置入胆道镜进行胆道探查与取石,无需切开胆总管,避免了 T 管引流带来的不便及胆总管一期缝合可能导致的胆漏和胆管狭窄风险。该术式充分体现了微创外科以尽可能小的创伤换取患者最大受益的理念[19]。

3D 腹腔镜在 LTCBDE 中的应用主要体现在两个方面。首先,在胆囊三角解剖阶段,3D 立体视野有助于术者准确识别胆囊管与胆总管的汇合关系,避免误伤胆总管。2025 版《腹腔镜经胆囊管胆道探查取石专家共识》明确指出[20],术前应充分结合 MRCP 等影像资料了解胆囊管、肝总管、胆总管三者解剖关系,这对成功完成 LTCBDE 具有重要意义(证据等级 A,推荐强度高)。其次,在经胆囊管置入胆道镜的操作过程中,3D 视野有助于术者判断胆囊管的走行方向和扩张程度[21],便于选择合适口径的胆道镜及取石器械。目前超细胆道镜(直径 2.5~5 mm)的应用已能实现胆管二级、三级分支的“无死角”探查和精准取石,显著提高了结石取净率[22]。

LTCBDE 的适应证包括胆囊结石排入胆总管的继发性胆管结石或原发性肝外胆管结石,结石直径 < 1.5 cm,胆总管直径 ≥ 4 mm,可经胆囊管探查胆道一次性取净结石[19]。该术式的禁忌证涵盖 Mirizzi 综合征 III 型以上、胆总管下端恶性狭窄等绝对禁忌证,以及凝血功能障碍(INR > 1.5)、心肺功能不全(ASA 分级 $\geq$ III 级)等相对禁忌证[23]。

4.2. 3D 腹腔镜胆总管切开取石一期缝合

对于胆囊管较细、结石较大或结石位于胆总管中下段难以经胆囊管取出的病例,胆总管切开取石术仍是重要的治疗途径。在 3D 腹腔镜辅助下实施胆总管切开取石并一期缝合,可在保证取净结石的前提下,避免 T 管留置,改善患者术后生活质量[24]。有研究报道,3D 腹腔镜联合电子胆道镜胆总管切开取石一期缝合,在手术时间、取石成功率及术后并发症方面均获得良好效果[25]。腹腔镜胆总管探查术后一期缝合的关键在于术中取尽结石和严格把握适应证,在可靠的腹腔镜缝合技术支持下,该术式安全可行,临床疗效满意[26] [27]。胆漏是一期缝合术后最主要的并发症,大样本回顾性研究显示其发生率与术中胆

道缝合质量、胆总管血供及患者全身状况密切相关[28]。

4.3. 3D 腹腔镜在三镜联合技术中的应用

腹腔镜、胆道镜与十二指肠镜的三镜联合应用, 是治疗胆囊结石合并胆总管结石的又一重要技术方案[29]。三镜联合可充分发挥各镜种的优势: 十二指肠镜处理胆总管下端结石及 Oddi 括约肌功能评估, 腹腔镜完成胆囊切除及胆总管探查, 胆道镜辅助取石及确认胆道通畅。3D 腹腔镜的引入进一步提升了腹腔镜环节的手术精度, 尤其在高位胆管探查、胆道取石网篮操控及胆道缝合等精细操作中体现出明显优势[30]。

5. 技术争议与挑战

5.1. 3D 与 2D 腹腔镜的临床效益争议

关于 3D 腹腔镜的临床效益, 现有证据呈现出“过程指标改善显著、终点指标改善有限”的格局[31]。从前述 Meta 分析汇总可见, 3D 技术在手术时间、解剖时间、术中出血等过程指标上具有统计学优势, 但在中转开腹率、术后并发症等临床终点指标上未显示显著差异。这一格局提示: 对于常规难度手术, 2D 腹腔镜的视觉信息已足以保障手术安全完成, 3D 提供的额外视觉增益尚未转化为可检测的临床结局改善; 但对于复杂病例, 术中过程指标的改善(如减少无效分离、缩短关键解剖时间)可能具有重要的临床意义[32] [33]——尽管由于复杂病例在 RCT 中通常被排除或占比过低, 这种优势在汇总分析中被稀释。针对不同难度分级手术中 3D 腹腔镜效益的亚组分析, 将是未来研究的重要方向。

5.2. 学习曲线问题

关于 3D 腹腔镜的学习曲线, 现有观点认为 3D 立体视野更接近开放手术, 有助于缩短青年医师掌握腹腔镜胆道手术的时间[34]。但也有学者指出, 3D 腹腔镜并不能完全替代扎实的解剖知识和规范的操作训练, 其优势发挥的前提是术者已具备成熟的 2D 腹腔镜操作基础。对于已经熟悉 2D 腹腔镜操作的术者, 初次接触 3D 腹腔镜可能会带来一定困扰。尤其是佩戴 3D 眼镜时可能会出现短暂的眩晕或视觉疲劳, 对术野的深度感到不适应而影响操作, 但通过短时间的调整, 大多可快速适应[35]。值得注意的是, 目前尚缺乏高质量研究系统评估 3D 腹腔镜对不同年资医师学习曲线的差异化影响——这是一个值得未来研究关注的方向, 其结论将直接影响培训体系的设计和技术的推广策略。

5.3. 成本效益考量

3D 腹腔镜设备的购置和维护成本显著高于传统 2D 腹腔镜系统, 这是制约其大规模临床推广的重要因素。若大量应用于低难度常规手术, 卫生经济学性价比偏低; 而针对复杂胆道手术, 其降低严重并发症的潜在收益可以部分抵消设备成本。在医疗资源有限的情况下, 一个务实的策略是将 3D 腹腔镜定位于复杂胆囊病变、胆道探查重建等精细手术场景, 而非替代 2D 腹腔镜的全部应用场景。与达芬奇机器人手术系统相比, 3D 腹腔镜虽缺乏机械臂的震颤过滤和关节灵活性, 但成本已明显降低, 在性价比、患者经济负担和术后恢复时间方面已足够满足多数临床需求。

5.4. 生理不适与人机工程学问题

3D 腹腔镜在临床推广中还面临术者生理不适的挑战。部分术者在佩戴 3D 眼镜操作时可能出现眩晕、视觉疲劳、头痛等不适症状。这些不适主要源于三方面的因素[36] [37]: ① 辐辏-调节反射冲突——在 3D 显示中, 双眼辐辏(convergence)发生在显示器平面, 而晶状体调节(accommodation)则发生在实际视距, 两者

的解离可导致视疲劳;② 头位固定与镜体运动不协调——术者需在固定头位下通过屏幕观察动态变化的术野,颈部和眼肌持续紧张;③ 眼镜相关因素——偏振眼镜的重量、反光及视野边缘遮挡可能加重不适。

针对上述问题,可考虑以下缓解措施:① 操作前进行 3D 视觉适应训练,多数术者通过短时间(约 15~30 min)的逐步适应可显著减轻不适感;② 优化显示器位置与角度,使其与术者视线平齐,减少颈部扭转;③ 设备层面,轻量化 3D 偏振眼镜的推广可降低镜架压迫感,而裸眼 3D 显示系统的开发则有望彻底摆脱佩戴眼镜带来的压迫、反光和视野受限问题,从源头消除眼镜相关不适因素。

6. 未来展望

随着成像技术和人工智能的持续发展,3D 腹腔镜在胆道外科的应用前景值得期待。首先,4K 超高清与 3D 成像的融合将进一步提升图像的清晰度和立体感,为精细解剖提供更优的视觉条件[38]。其次,吲哚菁绿荧光导航技术与 3D 腹腔镜的结合,可实现胆道结构的术中实时显影,有望进一步降低胆管损伤发生率。再次,三维可视化技术为基础的 3D 打印和术中导航技术已开始在内胆管结石的诊治中展现出应用前景,这些技术有望与 3D 腹腔镜形成协同效应,推动胆道外科向更加精准化的方向发展。此外,随着人工智能辅助识别系统在腹腔镜胆囊切除术中的探索性应用,未来 3D 腹腔镜平台有望整合智能导航与决策支持功能,为复杂胆道手术提供更全面的技术保障。随着 3D 腹腔镜设备成本的逐步下降和裸眼 3D 显示技术的成熟,其可及性有望提升。同时,建立基于 3D 视觉的规范化腹腔镜培训课程,充分利用其立体视野接近开放手术的特点,可能加速青年医师的技术成长。

7. 结论

3D 腹腔镜通过重建术野立体视觉,弥补了传统 2D 腹腔镜缺乏深度感知的不足,能够帮助术者更好识别胆道局部解剖结构,提升器械操控与精细缝合的精准度,在复杂胆囊切除以及胆总管探查、胆管一期缝合等对操作精度要求较高的手术中可获得明确临床获益。现有循证证据显示,相较于 2D 腹腔镜,3D 腹腔镜有助于优化术中解剖操作,对减少胆道损伤、胆漏等严重并发症具有潜在价值,但部分研究并未观察到两组间结局指标的统计学差异,这可能与术者学习曲线、病例构成、手术团队经验等因素相关。该技术目前仍存在设备购置及维护成本偏高、少数术者使用时产生眩晕及视觉疲劳、助手视野受限等问题,制约其大范围普及。未来,随着 3D 成像与 4K 超高清、荧光显影、增强现实导航、智能术中辅助系统的深度融合,同时完善规范化培训体系,3D 腹腔镜将在胆道结石的微创治疗中发挥更大作用,助力胆道外科实现更加精准、安全的个体化微创诊疗。

参考文献

- [1] Cuendis-Velazquez, A., Punin-Neira, R., Rivera-Mata, S., Lopez-Godínez, M.F., Betancourt-Ferreira, J., Ramirez-Nava, R., et al. (2026) Laparoscopic Bile Duct Exploration: How We Do It? A 5-Year-Experience Report. *Journal of Laparoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 36, 292-297. <https://doi.org/10.1177/10926429261428490>
- [2] 中华医学会外科学分会胆道外科学组,中国医师协会外科医师分会胆道外科医师委员会. 胆囊良性疾病外科治疗的专家共识(2021 版) [J]. 中华外科杂志, 2022, 60(1): 4-9.
- [3] 郑民华, 马君俊. 微创外科相关科技创新热点及其在胃肠外科中的应用[J]. 中华消化外科杂志, 2021, 20(S1): 14-17.
- [4] 中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组,中国医师协会外科医师分会微创外科医师委员会. 3D 腹腔镜手术技术中国专家共识(2019 版) [J]. 中国实用外科杂志, 2019, 39(11): 1136-1141.
- [5] 邬长康, 李敬东, 毛兴波, 等. 3D 与 2D 腹腔镜胆囊切除联合胆总管探查取石术的应用对比[J]. 中华普外科手术学杂志(电子版), 2019, 13(1): 86-88.
- [6] 陈曦, 肖遥. 3D 腹腔镜在外科手术中的应用进展[J]. 山东医药, 2019, 59(36): 108-110.
- [7] Sankar S, N., Kumar, A., Singh, J., Gupta, S., Pasi, D. and Dhamija, P. (2026) Impact of 3D Laparoscopy on Surgical

- Efficiency and Ergonomics in Elective Cholecystectomy: A Prospective Randomized Comparative Study. *Cureus*, **18**, e106108. <https://doi.org/10.7759/cureus.106108>
- [8] 刘文琰, 朱玉珍, 刘星星. 3D 腹腔镜在肝外胆管结石手术中的应用[J]. 肝胆胰外科杂志, 2018, 30(5): 387-391.
- [9] Davies, S., Ghallab, M., Hajibandeh, S., Hajibandeh, S. and Addison, S. (2020) Three-Dimensional versus Two-Dimensional Imaging during Laparoscopic Cholecystectomy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Langenbeck's Archives of Surgery*, **405**, 563-572. <https://doi.org/10.1007/s00423-020-01909-9>
- [10] 仲富瑞, 程宜立, 张浩, 等. 三维与二维腹腔镜胆囊切除术治疗胆囊良性疾病疗效与安全性比较的 Meta 分析[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(8): 936-946.
- [11] 郭欣, 吕小慧, 李宁宇, 石栋立, 唱荣艳, 陈芦斌. 3D 与 2D 腹腔镜在复杂性胆囊切除术中的前瞻性对比研究[J]. 中国内镜杂志, 2019, 25(10): 18-22.
- [12] Tauriainen, A., Biancari, F. and Tauriainen, T. (2021) Comparative Analysis of Three versus Two-Dimensional Imaging in Laparoscopic Cholecystectomy. *World Journal of Surgery*, **45**, 1370-1375. <https://doi.org/10.1007/s00268-020-05934-z>
- [13] 曾宁, 方驰华, 杨剑, 等. 3D 腹腔镜在复杂性胆囊切除术中的临床应用[J]. 南方医科大学学报, 2016, 36(1): 145-147.
- [14] Lee, K.F. (2018) Mirizzi Syndrome: A New Approach to an Old Problem. *HepatoBiliary Surgery and Nutrition*, **7**, 56-57. <https://doi.org/10.21037/hbsn.2017.12.09>
- [15] Boni, L., David, G., Mangano, A., Dionigi, G., Rausei, S., Spampatti, S., et al. (2014) Clinical Applications of Indocyanine Green (ICG) Enhanced Fluorescence in Laparoscopic Surgery. *Surgical Endoscopy*, **29**, 2046-2055. <https://doi.org/10.1007/s00464-014-3895-x>
- [16] Liu, F., Liu, X., Gu, D., Pan, J., Chen, Z. and Ye, H. (2026) Laparoscopic Common Bile Duct Exploration and Primary Suture versus ERCP Combined with Laparoscopic Cholecystectomy for Choledocholithiasis: A Retrospective Comparative Study. *Surgical Endoscopy*, **40**, 5136-5144. <https://doi.org/10.1007/s00464-026-12776-8>
- [17] Echeverría, A.E.N., Guerrero, M.F.I., Sansores, R.A.I., Castañares, I.Z.A., Mena, J.R.M., Patiño, G.B., et al. (2026) Choledocholithiasis: A Contemporary Review of Its Clinical Impact and Management Strategies. *International Journal of Medical Science and Clinical Research Studies*, **6**, 541-553. <https://doi.org/10.47191/ijmscrs/v6-i3-18>
- [18] Aroori, S., Andrei, T., Nassar, A., et al. (2026) Safety and Outcomes of Laparoscopic Bile Duct Exploration: A UK-Wide Multi-Centre Study (R-ALICE). *Surgical Endoscopy*, **40**, 2858-2869.
- [19] Pang, L., Wu, S. and Kong, J. (2020) Laparoscopic Transcystic Common Bile Duct Exploration (LTCBDE): A Safer Method to Treat Common Bile Duct Stones than Laparoscopic Choledochotomy. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, **112**, 507-508. <https://doi.org/10.17235/reed.2020.6679/2019>
- [20] 中国医疗保健国际交流促进会微创诊疗学分会, 陈德兴. 腹腔镜经胆囊管胆道探查取石的专家共识(2025 年版)[J]. 中国微创外科杂志, 2025, 25(8): 449-456.
- [21] 刘燕南, 陈剑, 贺修文, 等. 3D 与 2D 腹腔镜经胆囊管汇入部微切开胆道探查的对比研究[J]. 中华普通外科杂志, 2016, 31(3): 224-226.
- [22] Liu, Y., Yang, T., Liu, J.H., et al. (2022) Analysis of Laparoscopic Ultrathin Choledochoscope Curative Effect on Common Bile Duct Exploration and Choledocholithotomy in 47 Cases. *Frontiers in Surgery*, **9**, Article 782357. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.782357>
- [23] Nieto Barros, V., Alonso Murillo, L., Castañeda-Vozmediano, R., González del Arco, C., Vieiro Medina, M.V., García Vázquez, C., et al. (2026) Step-by-Step Laparoscopic Transcystic Common Bile Duct Exploration in Choledocholithiasis: Technical Tips, Special Scenarios, Lessons and Results from over 100 Cases. *Surgical Endoscopy*, **40**, 4672-4683. <https://doi.org/10.1007/s00464-026-12736-2>
- [24] 王力. 腹腔镜胆总管切开取石术后行 T 管引流与一期缝合治疗急性肝外胆管结石的效果观察[J]. 中国实用医药, 2026, 21(4): 63-65.
- [25] Tan, Y.P., Lim, C., Junnarkar, S.P., Huey, C.W.T. and Shelat, V.G. (2021) 3D Laparoscopic Common Bile Duct Exploration with Primary Repair by Absorbable Barbed Suture Is Safe and Feasible. *Journal of Clinical and Translational Research*, **7**, 473-478. <https://doi.org/10.18053/jctres.07.202104.001>
- [26] 蒋敬平, 余强锋, 吴淑宁, 等. 腹腔镜联合胆道镜胆总管切开取石一期缝合术后胆漏的危险因素分析[J]. 腹腔镜外科杂志, 2025, 30(11): 809-813+830.
- [27] 杨雨民, 刘丹, 杜雪明, 等. 不同持针方式的胆总管缝合技术在 3D 腹腔镜胆总管探查一期缝合术中的应用体会[J]. 腹腔镜外科杂志, 2019, 24(1): 49-52.
- [28] 张光全, 郑柳, 谢亮, 等. 腹腔镜胆总管探查一期缝合术适应证及胆漏防治 4100 例临床经验[J]. 四川医学, 2024,

- 45(7): 776-779.
- [29] 王云峰, 徐斌, 王杰, 等. 腹腔镜、胆道镜及十二指肠镜联合免 T 管引流对胆囊结石合并胆总管结石的治疗效果分析[J]. 临床肝胆病杂志, 2021, 37(4): 872-876.
- [30] 黎东伟, 李君久, 熊秋华, 等. 3D 腹腔镜在胆道手术中应用的初步探索[J]. 中国内镜杂志, 2017, 23(3): 38-41.
- [31] Koppatz, H., Harju, J., Sirén, J., Mentula, P., Scheinin, T. and Sallinen, V. (2019) Three-Dimensional versus Two-Dimensional High-Definition Laparoscopy in Cholecystectomy: A Prospective Randomized Controlled Study. *Surgical Endoscopy*, **33**, 3725-3731. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-06666-5>
- [32] Patel, M., Tranter-Entwistle, I., Sirimanna, P. and Hugh, T.J. (2024) 3D Visualization Systems Improve Operator Efficiency during Difficult Laparoscopic Cholecystectomy: A Retrospective Blinded Review of Surgical Videos. *ANZ Journal of Surgery*, **94**, 1114-1121. <https://doi.org/10.1111/ans.18949>
- [33] Yan, L., Duan, B., Wang, T., Wang, T., Wang, J. and Gao, H. (2026) A Standardized Workflow for Precision Liver Resection: Systematic Review of Integrated 3D Visualization, Indocyanine Green Fluorescence, and Augmented Reality Navigation. *Journal of Robotic Surgery*, **20**, 417.
- [34] 陈博滔, 成伟. 青年外科医师腹腔镜胆道手术学习曲线和成长之路——单中心团队体会[J]. 中华肝脏外科手术学电子杂志, 2021, 10(2): 143-146.
- [35] 所剑, 张洋, 李伟. 3D 高清腹腔镜在低位直肠癌根治术中的应用[J]. 中华消化外科杂志, 2016, 15(9): 878-881.
- [36] 李勇, 吴德庆. 3D 腹腔镜在胃肠外科临床应用的现状、共识和争议[J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(2): 172-174.
- [37] 于文滨, 魏猛, 陈成, 张光永, 李真, 王立梅, 翟永华, 胡三元. 功能性腹腔镜在胃癌根治术中的应用[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2020, 13(3): 146-150.
- [38] 汪景洲, 陈会茹, 张毅恒, 等. 基于 4K-3D 腹腔镜胆总管优先解剖理念对复杂胆囊切除术临床效果影响[J]. 临床军医杂志, 2026, 54(1): 98-101.