

图像三维重建软件在结核性脓胸手术中的应用

胡全君 赵明伟 周伟东 徐凯 曹帅 张明磊 王军 金锋

【摘要】 目的 回顾性分析并观察采用 Mimics 图像三维重建软件在局限性结核性脓胸微创手术中的应用效果。**方法** 回顾性分析我院 2015 年 1 月至 2016 年 12 月收治的局限性结核性脓胸手术患者 30 例,按术前是否行图像三维重建分为 2 个组。观察组 15 例,采用 CT 增强扫描,应用 Mimics 17.0 图像处理软件对图像进行三维重建;对照组 15 例,仅采用 CT 增强扫描获取图像。上述所获图像在微创手术治疗时作为术者的参考。比较 2 组切口准确率、切口长度、术后疼痛缓解速度、手术时间(手术操作开始至皮肤缝闭时间)及出血量。**结果** 观察组切口准确率(100.00%, 15/15)高于对照组(73.33%, 11/15) ($\chi^2 = 4.615$, $P = 0.032$);观察组术后疼痛缓解率(100.00%, 15/15)高于对照组(73.33%, 11/15) ($\chi^2 = 4.615$, $P = 0.032$);观察组切口平均长度为(7.55 ± 0.51) cm,较对照组(8.65 ± 0.92) cm 短($t = 2.527$, $P = 0.024$);观察组手术时间为(178.13 ± 6.93) min,较对照组的(184.93 ± 3.86) min 明显缩短($t = 3.130$, $P = 0.007$);观察组手术出血量为(573.00 ± 138.00) ml,与对照组比较[(613.00 ± 188.00) ml],差异无统计学意义($t = 0.888$, $P = 0.389$)。**结论** Mimics 软件对 CT 图像进行三维重建定位,可以有效提高局限性结核性脓胸微创手术切口准确性、疼痛缓解速度、缩短切口长度、节省手术时间,值得在临床上推广应用。

【关键词】 脓胸, 结核性; 软件; 图像处理, 计算机辅助; 立体定位技术; 结果与过程评价(卫生保健)

Application of three-dimensional image reconstruction software in the operation of tuberculous empyema HU Quan-jun, ZHAO Ming-wei, ZHOU Wei-dong, XU Kai, CAO Shuai, ZHANG Ming-lei, WANG Jun, JIN Feng. Department of Surgery, Qingdao Chest Hospital, Qingdao 266043, China
Corresponding authors: ZHAO Ming-wei, Email: 419790064@qq.com; JIN Feng, Email: 2547875348@qq.com

【Abstract】 Objective To retrospectively analyze the application effect of Mimics image reconstruction software in minimally invasive surgery for localized tuberculous empyema. **Methods** The clinical data of 30 patients with localized tuberculous empyema from January 2015 to December 2016 were summarized. They were divided into 2 groups according to whether to perform three-dimensional reconstruction of images before operation. In the observation group, the 15 cases were scanned by computer tomography (CT). The images were processed by Mimics 17.0 image software and reconstructed by 3D reconstruction. In the control group, the 15 cases received images only by CT enhanced scan. The above images were used as reference for minimally invasive surgery. The incision accuracy, the length of incision, the rate of postoperative pain relief, the time of operation (starting from the operation to the end of the operation) and the amount of bleeding were compared between the 2 groups. **Results** The incision accuracy of the observation group (100.00%, 15/15) was significantly higher than that of the control group (73.33%, 11/15) ($\chi^2 = 4.615$, $P = 0.032$). The rate of postoperative pain relief of the observation group (100.00%, 15/15) was higher than that of the control group (73.33%, 11/15) ($\chi^2 = 4.615$, $P = 0.032$). The average length of incision in the observation group ((7.55 ± 0.51) cm) was shorter than that of the control group ((8.65 ± 0.92) cm) ($t = 2.527$, $P = 0.024$). The operation time of the observation group ((178.13 ± 6.93) min) was shorter than that of the control group ((184.93 ± 3.86) min) significantly ($t = 3.130$, $P = 0.007$). The amount of bleeding in observation group was (573.00 ± 138.00) ml, compared with the control group ((613.00 ± 188.00) ml), the difference was not statistically significant ($t = 0.888$, $P = 0.389$). **Conclusion** 3D reconstruction of the location of CT image by Mimics software can improve incision accuracy effectively and make pain relief quickly, shorten the length of incision and save the operation time in the minimally invasive surgery for the localized tuberculous empyema, which is worth popularizing in clinic.

【Key words】 Empyema, tuberculous; Software; Image processing, computer-assisted; Stereotaxic techniques; Outcome and process assessment (health care)

早期结核性胸膜炎患者一般经全身抗结核药物治疗、胸腔穿刺抽液或置管引流等,大部分可以治愈。但是,临床工作中常遇到部分患者经上述治疗效果欠佳,最终成为局限性包裹性脓胸。包裹性脓胸腔腔被增厚的纤维板包裹,抗结核药物难以到达脓腔,并且影响肺功能,甚至胸廓会发生塌陷。此时,外科手术成为了最主要也是最有效的方法^[1-2]。局限性结核性脓胸因其病变范围小,根据胸部 X 线摄影、胸部 CT 扫描等难以准确定位及设计手术切口,有手术中切口及入路产生误差的情况发生^[3]。因此,为了精准定位,微创手术,我们引入了 Mimics 图像三维重建软件,建立数字模型,模拟手术、设计手术方案和手术入路。笔者通过回顾 2015 年 1 月至 2016 年 12 月入我院治疗的局限性结核性脓胸手术患者 30 例,其中 15 例患者采用 CT 增强扫描,应用 Mimics 17.0 图像处理软件;15 例患者仅采用 CT 增强扫描获取图像,评价 Mimics 图像三维重建软件在局限性结核性脓胸微创手术中的应用效果。

资料和方法

一、一般资料

选取 2015 年 1 月至 2016 年 12 月入我院治疗的局限性结核性脓胸手术患者 30 例,男 16 例,女 14 例,无心、肝、肾等重要脏器疾病,规范抗结核药物治疗>6 个月,微生物学及病理学证实为结核性脓胸。

二、方法

按术前是否行图像三维重建分成 2 个组。其中观察组 15 例,男 9 例,女 6 例,年龄 20~65 岁,平均年龄(41.0±5.0)岁;对照组 15 例,男 7 例,女 8 例,年龄 20~58 岁,平均年龄(42.0±5.1)岁。

1. 观察组:患者均行 CT 增强扫描,采用飞利浦 16 排螺旋 CT 仪。扫描条件 120 kV,30 mA,层厚 1 mm,窗宽 1500 HU,窗位 200 HU,矩阵为 512×614。扫描范围包括完整胸廓,数据结果以医学图像存储与传输(DICOM)标准格式存储。将 DICOM 格式的二维 CT 图像数据输入到个人计算机,应用 Mimics 17.0 图像处理软件,对图像进行三维重建,根据强化后的组织密度不同,选择合适阈值进行设置,也可以针对不同组织阈值分别设置,可以得到不同的“mask”,随后进行数据重建,获得胸部及脓肿的三维模型,再对三维模型进行修改,去除与手术无关的数据,最后获得脓肿、血管、肺及胸廓等结构的

三维模型,在计算机上根据重建的三维模型对手术进行设计和手术模拟,选择合适的手术入路、合适的路径进入肋间隙或肋床,并对手术中重要脏器和血管的损伤作出初步预测和评估。

2. 对照组:患者均行 CT 增强扫描,采用飞利浦 16 排螺旋 CT 仪。扫描条件 120 kV,30 mA,层厚 1 mm,窗宽 1500 HU,窗位 200 HU,矩阵为 512×614。扫描范围包括完整胸廓。根据 CT 扫描二维图像推算,选择合适的手术入路、合适的路径进入肋间隙或肋床。

3. 观察指标:(1)切口准确性的判断。根据三维成像定位切口,应用腋下纵行小切口,依次切开胸壁皮肤、皮下,游离背阔肌前缘,沿肌纤维方向切开前锯肌及肋间肌肉,直接到达病变为准确;不能直接到达病变处,需要进一步探查或部分偏离者为不准确。(2)切口长度的比较。(3)疼痛缓解速度(比较术后第 7 天疼痛缓解程度)。(4)手术时间记录。即手术操作开始至皮肤缝闭时所用的时间。(5)出血量统计,即手术开始至手术结束时的总出血量。

4. 统计学分析:应用 SPSS 17.0 统计软件进行分析。组间计量资料比较采用 *t* 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 观察组:15 例患者经定位确定切口均能直接到达胸腔内病变(切口准确率为 100.00%);手术时间平均(178.33±6.93) min;切口愈合良好,7~9 d 拆线;切口平均长度(7.55±0.51) cm;术后 3 d 患者视觉疼痛评分(vision algetic standard, VAS)为 5~6 分,7 d 后为 1~2 分;出血量平均(573.00±138.00) ml(表 1)。

2. 对照组:有 4 例患者按选定入路未能直接到达脓腔,发生偏移,均延长切口,其中 1 例改变肋间入路,切口准确率为 73.33%,;手术时间(184.93±3.86) min;切口平均长度(8.65±0.92) cm;术后 3 d 患者 VAS 评分为 5~6 分,7 d 后 11 例为 1~2 分,4 例仍为 3~4 分;出血量平均(613.00±188.00) ml。在提高切口准确率、切口长度、疼痛恢复及手术时间方面观察组均明显优于对照组(P 值均<0.05)。出血量方面两组差异无统计学意义(P 值均>0.05)(表 1)。

3. 典型病例介绍:患者,男,67 岁。临床诊断为左侧结核性脓胸,给予规范的抗结核药物治疗 6 个

表 1 两组患者各项手术指标的比较

组别	切口准确 [例(准确率,%)]	切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	术后 7 d 患者 VAS 为 1~2 分 [例(缓解率,%)]	手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	出血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)
观察组(15 例)	15(100.00)	7.55 $\pm$ 0.51	15(100.00)	178.33 $\pm$ 6.93	573.00 $\pm$ 138.00
对照组(15 例)	11(73.33)	8.65 $\pm$ 0.92	11(73.33)	184.93 $\pm$ 3.86	613.00 $\pm$ 188.00
统计学检验值	$\chi^2=4.615$	$t=2.527$	$\chi^2=4.615$	$t=3.130$	$t=0.888$
P 值	0.032	0.024	0.032	0.007	0.389

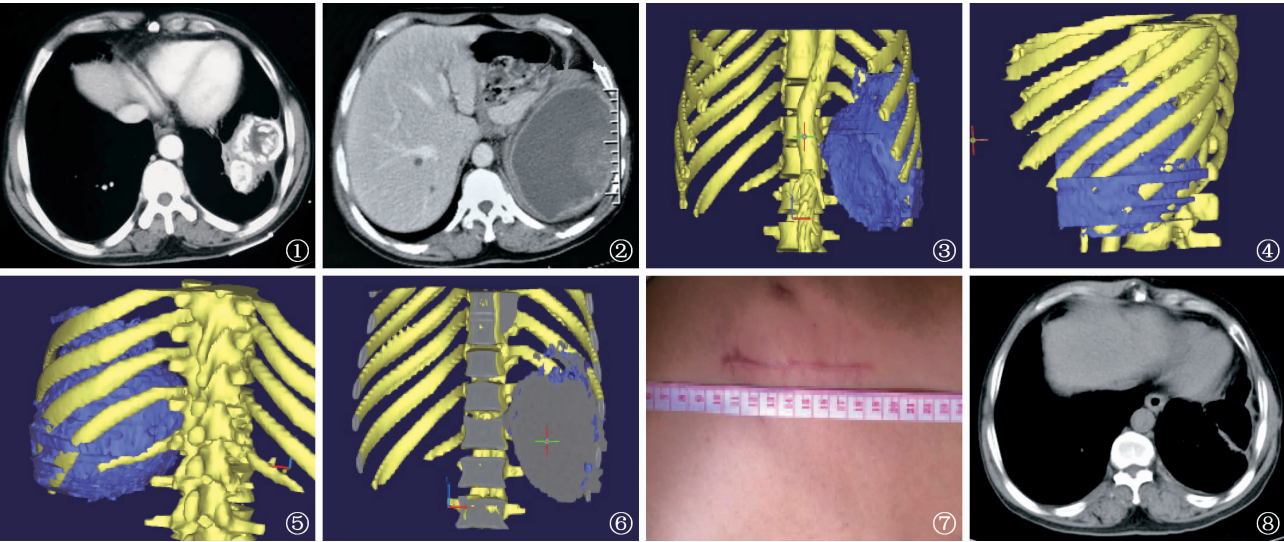


图 1 老年男性患者。诊断左侧结核性脓胸,在规范抗结核治疗 6 个月后,给予 CT 增强扫描 图 2 为图 1 患者术前 CT 平扫图像,提示左侧结核性脓胸,胸膜钙化,脓肿穿破膈肌角进入腹膜外 图 3~6 图 1 患者采用 Mimics 17.0 软件应用 DICOM 数据所建三维图像模型的不同角度和切面视图,根据该模型设计手术入路,模拟手术切除范围 图 7 为图 1 患者的手术切口,腋下小切口仅长 7.5 cm 图 8 为图 1 患者术后 6 个月进行 CT 复查,显示脓肿消失

月后进行手术治疗,手术前后患者 CT 检查及采用 Mimics 17.0 软件进行定位设计、手术切口情况见图 1~8。

讨 论

局限性结核性脓胸属于结核性胸膜炎的中晚期,由于胸膜成纤维细胞的纤维素沉积并机化,造成纤维板增厚,甚至钙化,导致肋间隙变窄,活动度变差,影响肺功能等^[4]。此时,纤维板剥脱术成为慢性结核性脓胸的最佳治疗方法和最佳术式^[5]。窦学军等^[6]研究发现,对于结核性脓胸的手术治疗难点是减少出血和肺部复张问题,所以结核性脓胸的手术要尽可能地减小手术创伤,缩短手术时间。对于局限性脓胸的手术治疗,准确的定位及合适的手术入路可以降低手术创伤、缩短手术时间。定位如果不准,往往导致延长切口,甚至需要改变肋间隙重新入路,明显导致创伤增大、手术时间延长,并且增加了术后神经刺激及感染等并发症发生的机会。

Mimics 17.0 软件是比利时 Materialise 公司研发的交互式医学影像控制系统,介于医学与机械领域之间的一套逆向软件。能输入各种 CT 及 MRI 扫描数据,建立三维图像模型进行编辑,然后输出通用的外科手术模拟模块、有限元分析模块、快速成型模块,以及计算机辅助设计模块等,可以在个人电脑上大规模数据转换处理。利用此软件可以实现医学图像的三维重建,以及进行手术过程的模拟,从而为医生诊断及手术方案的制定提供强有力的依据^[7]。通过该软件所建立的三维图像模型,可以避免传统 CT 体层扫描和单纯重建矢状面或冠状面的图像不能给出准确的三维立体影像、较易造成病变部位的定位失真的不足^[8]。黄厚沐等^[9]将数字定位软件应用于胸外科肿瘤手术的定位,显著提高了定位的准确性,为微创手术的实施提供了依据。该软件重建的胸部三维图像模型,可以非常直观地看到脓肿所处的范围,也可以从不同角度及不同层面切割后进一步分析脓肿的范围,通过三维图像模型,可

以选择合适的进胸肋间或肋床,模拟手术切除脓肿和纤维板,从而达到精确定位;通过精确定位,可以采用长 8 cm 左右的手术切口完成纤维板剥脱手术,降低手术创伤,为结核性脓胸的微创手术提供了保障。通过对三维图像模型的重建,可以更加直观地看到脓肿壁与胸腔重要脏器的比邻关系,从而减少手术中的副损伤和重大并发症的发生。张运曾等^[10]和周密等^[11]已尝试应用电视胸腔镜完成手术,准确的定位及入路更是手术成功的关键。

通过 Mimics 17.0 软件所建立的三维图像模型,可以将数据以 STL 格式输出,采用三维打印技术打印胸廓及脓肿的 1:1 个体化模型,可以更加直观地了解脓肿范围,并且可以与患者进行更加直观的手术沟通。本组患者由于经济问题,本着减轻患者负担的考虑而没有进行三维打印个体化模型。

综上所述,Mimics 软件对包裹性结核性脓胸进行数字模型的重建,可以直观、精准地进行手术入路定位,模拟手术操作,最终达到手术精准定位、缩短手术时间、减少出血量及减轻手术创伤的目的,使得患者能够快速康复。通过该技术的开展,可以拓展数字技术在结核性脓胸微创手术中的临床应用研究,降低结核性脓胸患者的手术创伤,缩短康复时间,并提高疗效。由于本组患者例数较少,采用

Mimics 软件对结核性脓胸患者进行建模及手术模拟等需要在以后的工作中继续完善和提高。

参 考 文 献

- [1] 谢惠安,阳国太,林善梓. 现代结核病学. 北京:人民卫生出版社,2000.
- [2] Liu Z, Cao S, Zhu C, et al. Application of thoracoscopic hybrid surgery in the treatment of stage III tuberculous empyema. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 21(6): 523-528.
- [3] 石锦辉. 模拟手术体位下彩超定位在局限性结核脓胸外科治疗中的应用. *实用临床医学*, 2013, 14(9): 67-68.
- [4] 王成,金锋,杨宝岭,等. 结核性脓胸的外科治疗. *中华外科杂志*, 2004, 42(22): 1402-1403.
- [5] 王成,金锋,张运曾. 慢性结核性脓胸 461 例外科治疗回顾性分析. *中华外科杂志*, 2015, 53(8): 608-611.
- [6] 窦学军,王亮,路伟强,等. 78 例结核性脓胸的外科治疗. *中国防痨杂志*, 2013, 35(9): 738-740.
- [7] 付森,李莉,何叶松. Mimics 与医学图像三维重建. *中国现代医学杂志*, 2010, 20(19): 3030-3031, 3035.
- [8] 洪锋,梅炯,李明禄. 医学图像三维重建技术综述. *中国图像图形学报*, 2003, 8(A 版)(特刊): 784-791.
- [9] 黄厚沐,肖海平,马立敏. 应用数字化技术对胸外科肿瘤 9 例临床报告. *中国数字医学*, 2013, 8(7): 90-92.
- [10] 张运曾,金锋,王成. 电视辅助胸腔镜手术在结核性脓胸治疗中的应用及进展. *中国防痨杂志*, 2017, 39(5): 525-528.
- [11] 周密,杨智峰,许俊,等. 电视辅助胸腔镜手术治疗局限性结核性脓胸 31 例. *中国防痨杂志*, 2017, 39(5): 452-454.

(收稿日期:2017-07-19)

(本文编辑:薛爱华)