

CT 评估胸大肌参数对老年肋骨骨折术后肺部并发症的预测*

宫 颢 夏洪刚 朱鹏志 孙忠义 张永民 张海泉 王冬滨**

天津市天津医院心胸外科, 天津 300211

[摘要] **目的** 探讨 CT 评估胸大肌参数对老年肋骨骨折术后肺部并发症的预测价值。**方法** 选取 2021 年 1 月—2023 年 10 月因肋骨骨折于天津市天津医院行手术治疗的 105 例老年患者, 术后根据是否发生肺部并发症分为并发症组 (28 例) 和无并发症组 (77 例), 利用 CT 测算患者的胸大肌参数, 包括胸大肌指数 (PMI) 及胸大肌密度 (PMD); 采用多因素 logistic 回归分析老年肋骨骨折患者一般资料及胸大肌参数对老年肋骨骨折术后肺部并发症发生的预测价值。**结果** 术后发生肺部并发症的有 28 例, 发生率为 26.7%。单因素 logistic 回归模型分析结果显示, 年龄 ≥ 70 岁、有吸烟史、有肺部基础疾病史、病程 ≥ 72 h、肋骨骨折 ≥ 5 根均可导致老年肋骨骨折患者术后产生肺部并发症 ($P < 0.05$); 多因素 logistic 回归分析结果显示, 年龄 ≥ 70 岁、有吸烟史、有肺部基础疾病史、病程 ≥ 72 h、肋骨骨折数量 ≥ 5 根, 双侧肋骨骨折及 PMI、PMD 均是导致老年肋骨骨折患者术后出现肺部并发症的独立危险因素 ($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果表明, PMD 预测肋骨骨折术后发生肺部并发症的曲线下面积为 0.832 (95% CI: 0.746 ~ 0.918), PMI 预测肋骨骨折术后发生肺部并发症的曲线下面积为 0.732 (95% CI: 0.773 ~ 0.937), 两者对于患者肋骨骨折术后是否发生肺部并发症均有不错的预测效果。**结论** 通过 CT 评估患者的胸大肌参数是预测患者术后是否发生肺部并发症的有效工具, 根据患者的预测结果及时调整患者的治疗方案对于改善患者预后具有重要意义。

[关键词] 肋骨骨折; 肺部并发症; 胸大肌指数; 胸大肌密度

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2024.04.013

CT Evaluation of Pectoralis Major Muscle Parameters in Predicting Postoperative Pulmonary Complications in Elderly Patients with Rib Fracture

Gong Hao, Xia Honggang, Zhu Pengzhi, Sun Zhongyi, Zhang Yongmin, Zhang Haiquan, Wang Dongbin**

Department of Cardio-Thoracic Surgery, Tianjin Hospital, Tianjin 300211

** Corresponding author: Wang Dongbin, email: tjdgwdb@163.com

[Abstract] **Objective** To investigate the predictive value of CT evaluation of pectoralis major muscle parameters for pulmonary complications after rib fracture surgery in the elderly. **Methods** A total of 105 elderly patients who underwent surgical treatment for rib fracture at Tianjin Hospital in Tianjin, China, from January 2021 to October 2023 were selected. Postoperatively, patients were divided into a complication group (28 cases) and a non-complication group (77 cases) based on whether pulmonary complications occurred. Upon admission, general information such as gender, age, height, smoking history, presence of underlying respiratory diseases, and disease course were recorded for both groups. The pectoralis major index and density (PMI, PMD) were measured using CT scans. Multivariate logistic regression analysis was used to investigate the predictive value of general patient information and pectoralis major muscle parameters for postoperative pulmonary complications in elderly patients with rib fracture. **Results** Postoperative pulmonary complications occurred in 28 patients (26.7%). Univariate logistic regression model analysis showed that age ≥ 70 years, smoking history, history of underlying pulmonary diseases, disease duration ≥ 72 hours, and rib fractures ≥ 5 could lead to postoperative pulmonary complications in elderly patients with rib fractures ($P < 0.05$); multivariate logistic regression analysis showed that age ≥ 70 years, smoking history, history of underlying pulmonary diseases, disease duration ≥ 72 hours, and number of rib fractures ≥ 5 , bilateral rib fractures and PMI and PMD were all independent risk factors leading to postoperative pulmonary complications in elderly patients with rib fractures ($P < 0.05$). The results of ROC curve analysis showed that the area under the curve of PMD in predicting pulmonary complications after rib fracture surgery was 0.832 (95% CI: 0.746 ~ 0.918), and the area under the curve of PMI in predicting pulmonary complications after rib fracture surgery was 0.732 (95% CI: 0.773 ~ 0.937), both of which had a good predictive effect on whether pulmonary complications occurred after rib fracture surgery in patients. **Conclusion** Assessing pectoralis major muscle parameters by CT is an effective tool to predict whether patients develop pul-

* 天津市科技计划项目 (20JCZDJC00580); 天津市卫生健康科技项目 (ZD20012)

** 通讯作者: 王冬滨, 电子邮箱 tjdgwdb@163.com

monary complications after surgery, and timely adjustment of patients' treatment options according to patients' prediction results is of great significance in improving patients' prognosis.

[Key words] Rib fracture; Pulmonary complication; Pectoralis major index; Pectoralis major density

肋骨骨折是胸外伤较为常见的疾病,老年人及骨质疏松人群胸部发生外伤时更易出现肋骨骨折。随着人口老龄化趋势的加剧,老年肋骨骨折的研究也受到越来越多的重视。有研究表明,在所有胸外伤的患者中约30%为老年患者,且肋骨骨折占其中的70%以上;在所有死于胸部外伤的60岁以上患者中,55.9%的患者均因肋骨骨折导致^[1-2]。肋骨骨折除导致胸痛外,还会导致气胸、血胸、肺部感染、肺不张等症状,尤其是连枷胸患者,常伴随剧烈疼痛、胸壁软化、反常式呼吸及严重肺挫伤等症状,可严重危及患者生命安全^[3]。对于老年肋骨骨折患者,应根据其病情情况、生命体征及身体状况选择合适的治疗方式(保守治疗或手术治疗)。对于多发肋骨骨折患者特别是连枷胸患者,尽早进行手术治疗仍然是促进患者术后康复的重要治疗方式^[4]。因此,早期诊断、发现及预估肋骨术后相关高危因素对于患者术后恢复有重要意义^[5]。与青年相比,老年合并肋骨骨折行手术治疗后肺部并发症的发生率明显增高,常严重影响患者术后恢复。因此在术前对患者可能发生的并发症进行预测对于改善患者的预后十分关键。胸大肌参数主要包括胸大肌指数(Pectoralis major index, PMI)及胸大肌密度(Pectoralis major density, PMD),是一种评估人体肌肉量的重要指标,可以反映机体的肌肉含量及组成成分,可间接评价肺功能^[6]。有研究表明,胸部肌肉含量较低的患者术后肺部并发症的发生率相对较高^[7]。本研究旨在评估胸大肌参数对老年肋骨骨折术后肺部并发症的预测价值,希望为临床上预防老年患者发生肺部并发症提供新的参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取2021年1月—2023年10月因肋骨骨折于天津市天津医院行手术治疗的老年患者105例,其中男67例,女38例,年龄63~79岁,平均(68.83±3.77)岁。纳入标准:①年龄≥60岁;②经胸部CT或肋骨三维重建检查后确诊为多发肋骨骨折;③于本院行手术治疗。排除标准:①有严重心功能不全的患者;②肝肾功能严重受损的患者;③恶性肿瘤患者;④无法配合完成胸部CT及肋骨三维CT等相关检查的患者。手术适应证:①连枷胸患者;②≥3根肋骨骨折患者,合并骨折断端移位;③有1~2根肋骨骨折伴移位,经保守治疗后疼痛症状不缓解患者;④有移位低位肋骨

骨折患者,骨折断端有可能损伤重要脏器或血管。在患者术后1个月时进行随访调查,记录其是否发生肺部并发症,并根据其是否发生并发症分为并发症组(28例)和无并发症组(77例)。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 入院后收集患者的性别、年龄、吸烟史、是否有肺部基础疾病史、病程、肋骨骨折数量、肋骨骨折部位等一般资料,术后1个月内统计患者肺部并发症发生情况。

1.2.2 胸大肌参数的测算 所有患者的CT检查均使用Ge optima ct660 64排螺旋CT设备,嘱咐患者深吸气憋住后再进行扫描,扫描层厚0.625 mm,矩阵512×512。对CT图像中左右两侧的胸大肌边缘进行手动勾选,计算机可自动计算出胸大肌的面积,将胸大肌的面积除以身高的平方即可得到PMI;取两侧胸大肌CT值的平均值,即为PMD。

1.3 统计学方法

采用SPSS26.0统计学软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料用例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素logistic回归分析老年肋骨骨折患者术后肺部并发症发生的影响因素,ROC曲线分析PMD、PMI对其的预测价值,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者术后并发症发生情况

105例患者术后发生肺部并发症28例,其中肺炎13例(46.4%),咳嗽7例(25.0%),肺不张5例(17.9%),胸腔积液3例(10.7%)。

2.2 两组一般资料比较

两组年龄、吸烟史、肺部基础疾病史、病程、肋骨骨折数量、肋骨骨折部位比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表1。

2.3 两组胸大肌参数比较

并发症组PMI及PMD显著低于无肺部并发症组患者,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表2。

2.4 影响术后肺部并发症的多因素logistic回归分析

以是否发生并发症为因变量(赋值:否=0,是=1),表1和表2结果中差异具有统计学意义的指标为自变量进行多因素logistic回归分析,结果显示年龄≥70岁、有吸烟史、有基础疾病史、病程≥72 h、肋骨骨折数量≥5根,双侧肋骨骨折及PMI、PMD均是导致老年肋骨骨折患者术后出现肺部并发症的独立危险因素($P < 0.05$),见表3。

表 1 两组一般资料比较 [例 (%)]

Tab. 1 Comparison of general information between two groups [n (%)]

资料	并发症组(28 例)	无并发症组(77 例)	χ^2 值	<i>P</i> 值
性别			0.004	0.951
男	18(64.3)	49(63.6)		
女	10(35.7)	28(36.4)		
年龄(岁)			6.270	0.012
<70	9(32.1)	46(59.7)		
≥ 70	19(67.9)	31(40.3)		
吸烟史			5.685	0.017
是	19(67.9)	32(41.6)		
否	9(32.1)	45(58.4)		
肺部基础疾病史			15.089	<0.001
是	21(75.0)	25(32.5)		
否	7(25.0)	52(67.5)		
病程(h)			20.920	0.006
<72	11(39.3)	65(84.4)		
≥ 72	17(60.7)	12(15.6)		
肋骨骨折数量(根)			38.810	<0.001
1~4	5(17.9)	64(83.1)		
≥ 5	23(82.1)	13(16.9)		
肋骨骨折部位			8.787	0.029
左侧	7(25.0)	37(48.1)		
右侧	8(28.6)	34(44.2)		
双侧	13(46.4)	6(7.7)		

表 2 两组胸大肌参数比较 ($\bar{x} \pm s$)Tab. 2 Comparison of pectoralis major muscle parameters between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	PMI	PMD (Hu)
并发症组	28	5.24 \pm 1.71	27.39 \pm 4.74
无并发症组	77	7.69 \pm 2.47	38.29 \pm 5.71
<i>t</i> 值		4.837	9.026
<i>P</i> 值		0.005	<0.001

表 3 多因素 logistic 回归分析术后肺部并发症发生的影响因素

Tab. 3 Multivariate logistic regression analysis of influencing factors of postoperative pulmonary complications

变量	β	<i>SE</i>	Wald χ^2	OR(95% CI)	<i>P</i> 值
年龄 ≥ 70 岁	1.044	0.330	10.012	2.841(1.479 ~ 5.425)	<0.001
有吸烟史	0.832	0.329	6.389	2.297(1.205 ~ 4.377)	0.026
有肺部基础疾病史	1.251	0.316	15.667	3.493(1.880 ~ 6.489)	<0.001
病程 ≥ 72 h	1.358	0.351	14.966	3.888(1.954 ~ 7.736)	<0.001
肋骨骨折数量 ≥ 5 根	1.375	0.403	11.649	3.957(1.796 ~ 8.718)	<0.001
双侧肋骨骨折	1.007	0.343	8.617	2.737(1.397 ~ 5.361)	0.005
PMI	1.417	0.327	18.786	4.126(2.174 ~ 7.832)	<0.001
PMD	1.512	0.353	18.353	4.537(2.271 ~ 9.063)	<0.001

2.5 胸大肌参数预测肋骨骨折术后发生肺部并发症

ROC曲线显示PMD预测肋骨骨折术后发生肺部并发症的曲线下面积为0.832(95%CI: 0.746~0.918), PMI预测肋骨骨折术后发生肺部并发症的曲线下面积为0.732(95%CI: 0.773~0.937), 两者对于患者肋骨骨折术后是否发生肺部并发症均有不错的预测效果, 见图1。

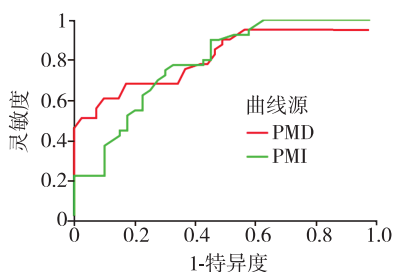


图1 ROC曲线图

Fig. 1 ROC curve

3 讨论

肋骨骨折是胸部创伤中较为常见的类型。有研究发现, 老年人肋骨骨折的死亡率和胸部外伤的发病率是年轻患者的两倍^[8]。老年人每增加1例肋骨骨折, 发生肺炎的风险就会增加27%, 死亡率增加19%。随着肋骨骨折数量的增加, 老年患者的发病率和死亡率均显著增加。老年人体内钙元素大量流失, 更易导致骨质疏松、骨与软骨的退行性病变, 加之老年人肺功能减退, 使得肋骨骨折相较于年轻人更易发生^[9]。目前临床上对于单根肋骨骨折、多根肋骨不全骨折、无明显移位的多根肋骨骨折及症状较轻的患者往往采取保守治疗方案, 对症止痛并预防并发症的产生, 大多数患者都能自愈, 但是对于多根多处肋骨骨折特别是连枷胸患者, 尽早地施行肋骨骨折手术, 能够显著减少肺部并发症发生、减少患者绝对卧床时间、降低死亡率^[10]。本研究结果表明, 相较于单侧肋骨骨折的患者, 双侧肋骨骨折的患者发生肺部并发症的概率增加, 这可能是由于双侧肋骨骨折会降低患者胸壁的稳定性和患者的疼痛也更剧烈, 影响患者正常的呼吸功能, 因此其肺部并发症的发生率也更高。

本研究结果表明, 肋骨骨折患者术后肺部并发症的发生率为26.7%, 主要包括肺炎、咳嗽、肺不张以及胸腔积液等, 闻吉军^[11]的研究结果也说明了这个情况。有研究发现, 约有65%的肋骨骨折患者会出现咳嗽以及胸痛等症状^[12]。可能因疼痛的刺激导致呼吸不畅或胸外伤导致肺挫伤进而引起支气管分泌物增多刺激气管及支气管上皮, 从而导致患者出现咳嗽相关症状。胸外伤可直接造成肺挫伤, 损伤肺泡表面上皮, 降低表面活性

物质产生, 减少通气量, 最终引起肺泡结构塌陷, 导致肺不张; 同时患者存在肺挫伤时, 分泌物的渗出能够降低肺组织的顺应性, 可引起肺膨胀受阻^[13]。因此术后的咳嗽及肺不张也能够间接反映患者术后恢复能力情况。

高龄患者合并肋骨骨折, 危险性较高。有研究表明, 年龄>65岁与肋骨骨折术后较高的并发症、死亡率及不良结局有明显的相关性^[14]。本研究结果表明, 年龄 ≥ 70 岁是患者发生术后肺部感染的独立危险因素。老年患者的呼吸道黏膜随着年龄的增长而逐渐萎缩, 气道分泌物也逐渐增多, 加之纤毛功能下降等因素可导致其肺部感染的发生率较高^[15]。长期接触有害物质(如吸烟)会损害肺部的免疫系统, 降低肺泡表面上皮对细菌和病毒的抵抗力, 从而增加感染的风险。Lugg等^[16]研究发现, 烟草中的成分会影响肺泡巨噬细胞的功能, 导致机体肺部感染的概率增加。本研究结果发现, 相对于不吸烟的患者, 吸烟患者术后肺部感染的风险显著增加, 因此对于有吸烟史的患者更应该积极预防患者肺部感染的发生。合并肺基础性疾病在老年人中更为常见, 既往有肺基础疾病史与患者预后不良息息相关^[17]。沈琴等^[18]研究发现, 有肺基础疾病史如支气管扩张病史、慢性阻塞性肺疾病史的患者相较于没有肺基础疾病史的患者更易发生术后肺部感染。本研究结果显示, 合并肺基础疾病患者在行肋骨骨折术后发生肺部并发症的可能性更高, 这可能因为既往有肺基础疾病的患者肺部免疫力较低, 肺泡上皮对于病毒及细菌的抵御能力更差。本研究发现, 病程超过72h的患者术后发生肺部并发症的风险更高, 原因可能是长时间无法得到有效救治(如止痛、胸带固定、吸氧及促排痰等), 导致肺通气不足, 同时肋骨骨折引起胸部疼痛引起患者咳嗽能力降低, 痰液积聚无法及时地排除进而增加了患者术后发生肺部感染的可能性。

PMI与PMD是检测患者胸大肌肌肉质量的重要参数, 有研究发现, 其与骨骼肌总质量显著相关, 是患者死亡的一个强有力的预测因子^[19]。王亚林等^[20]研究发现PMD对患者肺通气功能受损严重程度有较好的预测价值。CT因其具有较高的软组织分辨能力以及无创的特点在呼吸系统疾病中被广泛应用, 本研究结果表明, PMD、PMI对于患者肋骨骨折术后是否发生肺部并发症均有不错的预测效果。有研究表明, 在患者术前进行PMI、PMD的测算能够有效地预测患者术后发生肺部并发症的风险, 这对及时调整治疗方案, 改善患者预后具有十分重要的意义^[21]。

综上所述, 术前通过CT评估患者的PMI以及PMD对于预测老年肋骨骨折患者术后是否发生肺部感染具有较高的预测价值, 而年龄 ≥ 70 岁、有吸烟史、有肺基础疾病史、病程 ≥ 72 h、肋骨骨

折数量 ≥ 5 根、双侧肋骨骨折的患者同样具有较高的肺部并发症发生风险,因此临床对于此类患者应提高警惕。

参考文献

- [1] Zhang S, Xiao X, Wang J, et al. Epidemiological and clinical characteristics of road traffic crashes-related thoracic traumas: analysis of 5 095 hospitalized chest injury patients [J]. *J Cardiothorac Surg*, 2021, 16 (1): 220.
- [2] Kent R, Woods W, Bostrom O. Fatality risk and the presence of rib fractures [J]. *Ann Adv Automot Med*, 2008, 52: 73–82.
- [3] Coary R, Skerritt C, Carey A, et al. New horizons in rib fracture management in the older adult [J]. *Age Ageing*, 2020, 49 (2): 161–167.
- [4] 黎健明, 王冬冬, 王晓奇, 等. 四孔螺钉肋骨接骨板治疗多发性肋骨骨折的力学分析 [J]. *北京生物医学工程*, 2021, 40 (2): 117–122, 189.
Li J M, Wang D D, Wang X Q, et al. Mechanical analysis of four-hole screw rib plate in the treatment of multiple rib fractures [J]. *Beijing Biomed Eng*, 2021, 40 (2): 117–122, 189.
- [5] 茅怡铭, 吴长江. 老年多发肋骨骨折患者肺部并发症风险预测模型的建立 [J]. *上海交通大学学报 (医学版)*, 2019, 39 (1): 69–72.
Mao Y M, Wu C J. Establishment of risk prediction model for pulmonary complications in elderly patients with multiple rib fractures [J]. *J Shanghai Jiaotong Univ (Medical Science)*, 2019, 39 (1): 69–72.
- [6] Parulekar A D, Wang T, Li G W, et al. Pectoralis muscle area is associated with bone mineral density and lung function in lung transplant candidates [J]. *Osteoporos Int*, 2020, 31 (7): 1361–1367.
- [7] 宁旺. 胸肌 CT 值在评估食管癌术后发生并发症风险中的价值[D]. 广州: 广州医科大学, 2023.
Ning W. The value of chest CT number in evaluating severe complications after esophageal cancer surgery [D]. Guangzhou: Guangzhou Medical University, 2023.
- [8] Cull J D, Ewing A, Metcalf A, et al. Isolated rib fractures in elderly falls: not as deadly as we think [J]. *J Trauma Nurs*, 2022, 29 (2): 65–69.
- [9] Barry R, Thompson E. Outcomes after rib fractures in geriatric blunt trauma patients [J]. *Am J Surg*, 2018, 215 (6): 1020–1023.
- [10] Shulzhenko N O, Zens T J, Beems M V, et al. Number of rib fractures thresholds independently predict worse outcomes in older patients with blunt trauma [J]. *Surgery*, 2017, 161 (4): 1083–1089.
- [11] 闻吉军. 老年多发性肋骨骨折患者术后发生肺部并发症的影响因素分析 [J]. *中国现代药物应用*, 2022, 16 (11): 23–26.
Wen J J. Influencing factors of postoperative pulmonary complications in elderly patients with multiple rib fractures [J]. *Chin J Mod Drug Appl*, 2022, 16 (11): 23–26.
- [12] Sode N, Hansen P, Hvolris J. Pneumomediastinum and airway obstruction after traumatic rib fractures [J]. *Ugeskr Laeger*, 2015, 177 (2A): 74–75.
- [13] 尹德刚, 鲁金钢, 王健生, 等. 胸外伤合并肺不张的诊治进展 [J]. *浙江创伤外科*, 2021, 26 (2): 402–404.
Yin D G, Lu J G, Wang J S, et al. Advances in the diagnosis and treatment of chest trauma complicated by atelectasis [J]. *Zhejiang J Trauma Surg*, 2021, 26 (2): 402–404.
- [14] Stawicki S P, Grossman M D, Hoey B A, et al. Rib fractures in the elderly: a marker of injury severity [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2004, 52 (5): 805–808.
- [15] Tyagi V, Akinbo O. Conversion total hip arthroplasty after failed basicervical hip fracture fixation: a case report and review of literature [J]. *Iowa Orthop J*, 2017, 37: 29–34.
- [16] Lugg S T, Scott A, Parekh D, et al. Cigarette smoke exposure and alveolar macrophages: mechanisms for lung disease [J]. *Thorax*, 2022, 77 (1): 94–101.
- [17] Battle C E, Hutchings H, Evans P A. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: a systematic review and meta-analysis [J]. *Injury*, 2012, 43 (1): 8–17.
- [18] 沈琴, 祝玲, 顾欣, 等. 拍背咳痰法与振动排痰机干预对胸部手术后肺部并发症的预防研究 [J]. *现代中西医结合杂志*, 2017, 26 (30): 3408–3410.
Shen Q, Zhu L, Gu X, et al. Study on the prevention of pulmonary complications after thoracic surgery by patting the back and expectorating phlegm and vibrating sputum ejection machine [J]. *Mod. J. Integr. Tradit. Chin. West. Med*, 2017, 26 (30): 3408–3410.
- [19] Kim Y S, Kim E Y, Kang S M, et al. Single cross-sectional area of pectoralis muscle by computed tomography-correlation with bioelectrical impedance based skeletal muscle mass in healthy subjects [J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2017, 37 (5): 507–511.
- [20] 王亚林, 张静, 朱慕云. 肺低衰减区比例及胸大肌参数评估老年慢性阻塞性肺疾病患者肺通气功能受损的临床研究 [J]. *中国全科医学*, 2022, 25 (27): 3358–3364.
Wang Y L, Zhang J, Zhu M Y. Clinical study on low attenuation area ratio and pectoral major parameters in evaluating severity of pulmonary ventilation function impairment in elderly patients with COPD [J]. *Chin Gen Pract*, 2022, 25 (27): 3358–3364.
- [21] Asai Y, Yamaguchi J, Mizuno T, et al. Impact of preoperative muscle mass and quality on surgical outcomes in patients undergoing major hepatectomy for perihilar cholangiocarcinoma [J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2023, 30 (2): 202–211.

(2024-01-05 收稿)