



## • 疗效比较研究 •

# 胸廓外固定与爪型纯钛肋骨接骨板内固定治疗连枷胸并呼吸衰竭患者临床效果的对比研究

周志刚, 黄斐, 杨金良, 黄刚, 张萌, 曹利娟

**【摘要】** 目的 比较胸廓外固定和爪型纯钛肋骨接骨板内固定治疗连枷胸并呼吸衰竭患者的临床效果。方法 选取2016年2月—2018年8月河北医科大学第三医院收治的严重胸部钝性伤、多处肋骨骨折所致连枷胸并呼吸衰竭患者150例, 根据手术方式分为对照组( $n=69$ )和观察组( $n=81$ )。在常规对症治疗基础上, 对照组患者行胸廓外固定, 观察组患者行爪型纯钛肋骨接骨板内固定。比较两组患者ICU停留时间、机械通气时间、住院时间, 术后2个月肺功能指标[包括用力肺活量(FVC)、第1秒用力呼气容积(FEV<sub>1</sub>)、呼气流量峰值(PEF)、肺总容量(TLC)]、术前(T0)、术后3 h(T1)、术后24 h(T2)、术后48 h(T3)血流动力学指标[包括中心静脉压(CVP)、心脏指数(CI)及血管外肺水指数(EVLWI)]、手术前后血清胱抑素C(CysC)水平, 术前及术后3 d血气分析指标[包括经皮二氧化碳分压(TcPCO<sub>2</sub>)、动脉血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)、动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)]、并观察治疗期间两组患者并发症发生情况。结果 (1)观察组患者ICU停留时间、机械通气时间、住院时间短于对照组( $P<0.05$ )。 (2)术后2个月观察组患者FVC、FEV<sub>1</sub>、PEF、TLC大于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。 (3)时间与方法在CVP、CI、EVLWI上存在交互作用( $P<0.05$ ); 时间、方法在CVP、CI、EVLWI上主效应显著( $P<0.05$ )。观察组患者T1~T3 CVP高于对照组, T1~T2 CI高于对照组, T1~T3 EVLWI低于对照组( $P<0.05$ )。 (4)术前两组患者血清CysC水平比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ ); 术后观察组患者血清CysC水平低于对照组( $P<0.05$ )。 (5)两组患者术前TcPCO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ ); 术后3 d观察组患者TcPCO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>低于对照组, PaO<sub>2</sub>高于对照组( $P<0.05$ )。 (6)治疗期间两组患者未发生切口感染、骨折愈合不良等并发症。结论 与胸廓外固定相比, 爪型纯钛肋骨接骨板内固定可更有效地缩短连枷胸并呼吸衰竭患者ICU停留时间、机械通气时间和住院时间, 改善患者肺功能和血流动力学, 降低患者血清CysC水平, 纠正患者低氧血症。

**【关键词】** 连枷胸; 呼吸衰竭; 外固定器; 内固定器; 爪型纯钛肋骨接骨板; 肺功能; 血流动力学; 缺氧; 疗效比较研究

**【中图分类号】** R 655 **【文献标识码】** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.07.017

周志刚, 黄斐, 杨金良, 等. 胸廓外固定与爪型纯钛肋骨接骨板内固定治疗连枷胸并呼吸衰竭患者临床效果的对比研究 [J]. 实用心脑肺血管病杂志, 2019, 27 (7) : 83-87. [www.syxnf.net]

ZHOU Z G, HUANG F, YANG J L, et al. Clinical effect in treating flail chest patients complicated with respiratory failure: a comparative study between external thoracic fixation and internal fixation of claw-type pure titanium rib bone plate [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2019, 27 (7) : 83-87.

**Clinical Effect in Treating Flail Chest Patients Complicated with Respiratory Failure: a Comparative Study between External Thoracic Fixation and Internal Fixation of Claw-type Pure Titanium Rib Bone Plate** ZHOU Zhigang, HUANG Fei, YANG Jinliang, HUANG Gang, ZHANG Meng, CAO Lijuan

Department of Thoracic Surgery, the Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding author: ZHOU Zhigang, E-mail: lucking\_666@126.com

**【Abstract】** **Objective** To compare the clinical effect in treating flail chest patients complicated with respiratory failure between external thoracic fixation and internal fixation of claw-type pure titanium rib bone plate. **Methods** From February 2016 to August 2018, a total of 150 flail chest patients complicated with respiratory failure that caused by severe blunt chest injury and multiple rib fracture were selected in the Third Hospital of Hebei Medical University, and they were divided into control group ( $n=69$ ) and observation group ( $n=81$ ) according to the operation methods. Based on conventional symptomatic treatment, patients in control group were treated with external thoracic fixation, while patients in observation group were treated

基金项目: 河北省医学科学研究重点课题(20160613)

050051 河北省石家庄市, 河北医科大学第三医院胸外科

通信作者: 周志刚, E-mail: lucking\_666@126.com

with internal fixation of claw-type pure titanium rib bone plate. ICU stays, duration of mechanical ventilation, hospital stays, index of pulmonary function (including FVC, FEV<sub>1</sub>, PEF and TLC) 2 months after surgery, hemodynamic parameters (including CVP, CI and EVLWI) before surgery (T0), 3 hours after surgery (T1), 24 hours after surgery (T2) and 48 hours after surgery (T3), serum levels cystatin C before and after surgery, blood-gas analysis results (including TcPCO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub>) before surgery and 3 days after surgery were compared between the two groups, and incidence of complications was observed during treatment. **Results** (1) ICU stays, duration of mechanical ventilation and hospital stays in observation group were statistically significantly shorter than those in control group ( $P<0.05$ ). (2) FVC, FEV<sub>1</sub>, PEF and TLC in observation group were statistically significantly longer than those in control group 2 months after surgery ( $P<0.05$ ). (3) There was statistically significant between time and method in CVP, CI and EVLWI ( $P<0.05$ ); main effects of time and method were statistically significant in CVP, CI and EVLWI ( $P<0.05$ ). CVP in observation group was statistically significantly higher than that in control group from T1 to T3, while CI in observation group was statistically significantly lower than that in control group from T1 to T2, while EVLWI in observation group was statistically significantly higher than that in control group from T1 to T3 ( $P<0.05$ ). (4) There was no statistically significant difference in serum cystatin C level between the two groups before surgery ( $P>0.05$ ), while serum cystatin C level in observation group was statistically significantly lower than that in control group after surgery ( $P<0.05$ ). (5) There was no statistically significant difference in TcPCO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> or PaO<sub>2</sub> between the two groups before surgery ( $P>0.05$ ); 3 days after surgery, TcPCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub> in observation group were statistically significantly lower than those in control group, while PaO<sub>2</sub> in observation group was statistically significantly higher than that in control group ( $P<0.05$ ). (6) No one in the two groups occurred incision infection or malunion of fracture during treatment. **Conclusion**

In flail chest patients complicated with respiratory failure and compared with external thoracic fixation, internal fixation of claw-type pure titanium rib bone plate can effectively shorten the ICU stays, duration of mechanical ventilation and hospital stays, improve the pulmonary function and hemodynamics, reduce the serum cystatin level and correct the hypoxemia.

**【Key words】** Flail chest; Respiratory failure; External fixators; Internal fixators; Claw-type pure titanium rib bone plate; Pulmonary function; Hemodynamics; Anoxia; Comparative effectiveness research

近年来,交通事故、高空坠落等引起的胸部损伤逐年上升,已成为胸外科常见的急危重症之一。严重胸部损伤会引起多处、多根肋骨骨折,一旦相连两根及以上肋骨且发生两次及以上骨折时,胸壁稳定性会严重破坏,局部胸部失去肋骨支撑出现软化而导致的呼吸反常现象被称为连枷胸<sup>[1]</sup>。钝性胸部创伤导致的连枷胸会出现呼吸窘迫,若抢救不及时会导致血流动力学异常和呼吸衰竭,其病死率高达15%~35%,连枷胸合并呼吸障碍患者的病死率更高<sup>[2]</sup>。目前连枷胸的治疗仍存在争议,对未合并严重并发症的连枷胸患者倾向于胸部外固定+呼吸机的保守治疗,而对于严重连枷胸患者倾向于手术治疗。近年随着内固定材料的不断改进和发展,采用胸部内固定治疗连枷胸已成为主要趋势<sup>[3]</sup>,但手术指征、手术时间、术式选择等尚无统一论。本研究旨在比较胸廓外固定与爪型纯钛肋骨接骨板内固定治疗连枷胸并呼吸衰竭患者的临床效果,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 纳入、排除及剔除标准** 纳入标准: (1)经胸部X线检查、CT及肋骨三维图像检查确诊为连枷胸; (2)符合呼吸衰竭的诊断标准,即动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)<60 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)、动脉血氧饱和度(SaO<sub>2</sub>)<90%<sup>[4]</sup>; (3)无手术禁忌证。排除标准: (1)合并严重颅脑损伤、昏迷等需手术治疗者; (2)因其他原因需气管切开建立人工气道者; (3)合并严重腹部脏器损伤者; (4)高龄且伴有严重心血管疾病者; (5)无法耐受麻醉或取侧卧位及不适宜手术者; (6)

颜面部畸形或严重损伤,无法进行鼻或面罩通气者。剔除标准: (1)失访者; (2)意外死者; (3)患者或家属依从性差,拒绝复查等者。

**1.2 一般资料** 选取2016年2月—2018年8月河北医科大学第三医院收治的严重胸部钝性伤、多处肋骨骨折所致连枷胸并呼吸衰竭患者150例,根据手术方式分为对照组( $n=69$ )和观察组( $n=81$ )。两组患者性别、年龄、连枷胸类型、骨折类型、致伤因素、胸部合并伤、全身合并伤比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ,见表1),具有可比性。本研究经河北医科大学第三医院医学伦理委员会审核批准,所有患者家属对本研究知情并签署知情同意书。

**1.3 方法** 所有患者入院后给予抗感染、抗休克、吸氧、维持血容量、纠正酸碱失衡及电解质紊乱等常规治疗,同时在创伤处给予软敷料包扎或固定板外固定,伴有疼痛者给予阿片类药物镇痛,伴有血气胸者行胸腔闭式引流术并给予血凝酶、卡络磺钠等止血药物止血。

**1.3.1 对照组** 对照组患者行胸廓外固定(包括胸廓加压、包扎外固定或胸廓牵引外固定):常规局部麻醉、碘伏消毒、铺巾,于肋骨平行处做上下两处切口,胸壁薄者钳夹骨折肋骨直接进行牵引,胸壁厚者则在分离肌肉、游离骨折肋骨后钳夹牵引,牵引质量2~3 kg,根据浮动胸壁情况选择需要牵引的肋骨,牵引时间2~3周。同时进行机械通气治疗,通气模式为同步间歇指令通气(SIMV)+压力支持通气(PSV)+呼气末正压通气(PEEP),通气频率为10~20次/min,潮气

表1 两组患者一般资料比较  
Table 1 Comparison of general information between the two groups

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	连枷胸类型 [n (%) ]		骨折类型 [n (%) ]			致伤因素 [n (%) ]			
				单侧	双侧	横形	斜形	粉碎性	交通事故	机械事故	高空坠落	重度挤压
对照组	69	45/24	41.6 $\pm$ 7.1	47 (68.1)	22 (31.9)	33 (47.8)	29 (42.0)	7 (10.2)	30 (43.5)	18 (26.1)	14 (20.3)	7 (10.1)
观察组	81	52/29	41.7 $\pm$ 6.9	50 (61.7)	31 (38.3)	37 (45.7)	34 (42.0)	10 (12.3)	35 (43.2)	20 (24.7)	17 (21.0)	9 (11.1)
$\chi^2$ (t) 值			0.017	0.087 <sup>a</sup>	0.665			0.196			1.253	
P 值			0.896	0.931	0.415			0.907			0.087	

  

组别	胸部合并伤 [n (%) ]				全身合并伤 [n (%) ]				
	血气胸	肺挫伤	纵隔血肿	其他	四肢骨折	胸及腰椎压缩性骨折	失血性休克	轻度脑损伤	其他
对照组	25 (36.2)	21 (30.4)	18 (26.1)	5 (7.2)	27 (39.1)	16 (23.2)	12 (17.4)	9 (13.0)	5 (7.2)
观察组	28 (34.6)	25 (30.9)	22 (27.2)	6 (7.4)	30 (37.0)	17 (21.0)	15 (18.5)	10 (12.3)	9 (11.1)
$\chi^2$ (t) 值	0.045	0.003	0.022	0.001	0.069	0.105	0.032	0.016	0.658
P 值	0.832	0.955	0.882	0.970	0.792	0.746	0.858	0.898	0.417

注: <sup>a</sup> 为 t 值

量为 6~10 ml/kg, 吸入氧浓度 ( $\text{FiO}_2$ ) 为 40%~100%, PEEP 为 6~10 cm H<sub>2</sub>O (1 cm H<sub>2</sub>O=0.098 kPa)。

1.3.2 观察组 观察组患者行爪型纯钛肋骨接骨板内固定: 静脉复合全身麻醉, 取健侧卧位或平卧位, 优先开胸处理胸内损伤; 合并血气胸者首先清除血凝块, 进行肺修补, 根据 CT 或肋骨三维重建结果决定需要固定的肋骨, 游离暴露肋骨骨折断端, 沿肌纤维走行入路, 避免切断肌肉, 不剥离肋骨骨膜, 尽量保护肋骨血运。复位后用相应宽度的肋骨接骨板进行固定, 根据骨折处肋骨形状及弯曲度进行塑形。对位良好后, 以固定钳夹闭各环抱臂, 顺序为外侧 2 处、内侧 2 处。单侧肋骨骨折者采取 90° 健侧卧位, 双侧肋骨骨折者先行严重侧手术, 再翻身行对侧手术, 术后放置胸腔闭式引流管。同时进行机械通气治疗, 参数同对照组。

#### 1.4 观察指标

1.4.1 ICU 停留时间、机械通气时间、住院时间 记录两组患者 ICU 停留时间、机械通气时间、住院时间。

1.4.2 肺功能指标 术后 2 个月采用 ST-150 型肺功能仪 (日本福田株式会社生产) 检测两组患者肺功能指标, 包括用力肺活量 (FVC)、第 1 秒用力呼气容积 (FEV<sub>1</sub>)、呼气流量峰值 (PEF)、肺总容量 (TLC)。

1.4.3 血流动力学指标 分别于术前 (T0)、术后 3 h (T1)、术后 24 h (T2)、术后 48 h (T3) 采用 LIDCO HM 81-01 血流动力学分析仪 (上海聚慕医疗器械有限公司生产) 检测两组患者血流动力学指标, 包括中心静脉压 (CVP)、心脏指数 (CI) 及血管外肺水指数 (EVLWI), 均检测 3 次取平均值。

1.4.4 血清胱抑素 C (CysC) 水平 分别于术手前后清晨抽取两组患者空腹静脉血 5 ml, 4 000 r/min 离心 5 min (离心半径 2.5 cm), 取上清液, 采用 INFORS-YSI 2900 生化分析仪 [伊孚森生物科技 (中国) 有限公司生产] 使用免疫层析法检测血清 CysC 水平, 试剂盒购自武汉明德生物科技股份有限公司, 严格按照说明书进行操作。

1.4.5 血气分析指标 分别于术前及术后 3 d 检测两组患者经皮二氧化碳分压 (TcPCO<sub>2</sub>), 同时经桡动脉抽动脉血 4 ml, 采用 GEM3000 血气分析仪 (美国贝克曼库尔特公司生产) 检测动脉血二氧化碳分压 (PaCO<sub>2</sub>)、动脉血氧分压 (PaO<sub>2</sub>)。

1.4.6 并发症发生情况 观察治疗期间两组患者并发症发生情况。

1.5 统计学方法 使用 SPSS 20.0 统计软件进行数据分析, 计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 组间比较采用两独立样本 *t* 检验; 重复测量资料采用双因素重复测量方差分析; 计数资料分析采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 ICU 停留时间、机械通气时间、住院时间 观察组患者 ICU 停留时间、机械通气时间、住院时间短于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 见表 2)。

2.2 肺功能指标 术后 2 个月观察组患者 FVC、FEV<sub>1</sub>、PEF、TLC 大于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 见表 3)。

2.3 血流动力学指标 时间与方法在 CVP、CI、EVLWI 上存在交互作用 ( $P < 0.05$ ), 时间、方法在 CVP、CI、EVLWI 上主效应显著 ( $P < 0.05$ )。观察组患者 T1~T3 CVP 高于对照组, T1~T2 CI 低于对照组, T1~T3 EVLWI 低于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 见表 4)。

表2 两组患者ICU停留时间、机械通气时间、住院时间比较 ( $\bar{x} \pm s$ , d)  
Table 2 Comparison of ICU stays, duration of mechanical ventilation and hospital stays between the two groups

组别	例数	ICU 停留时间	机械通气时间	住院时间
对照组	69	8.6 $\pm$ 0.8	6.5 $\pm$ 1.3	18.5 $\pm$ 3.8
观察组	81	6.3 $\pm$ 0.7	4.4 $\pm$ 1.2	12.7 $\pm$ 3.6
<i>t</i> 值		18.252	10.780	9.501
<i>P</i> 值		<0.01	<0.01	<0.01

表3 两组患者术后2个月肺功能指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

**Table 3** Comparisons of index of pulmonary function between the two groups 2 months after surgery

组别	例数	FVC (L)	FEV <sub>1</sub> (L)	PEF (L/s)	TLC (L)
对照组	69	2.75 ± 0.74	2.15 ± 0.63	3.71 ± 0.79	3.85 ± 0.87
观察组	81	3.41 ± 0.71	2.87 ± 0.66	4.56 ± 0.83	4.71 ± 0.92
<i>t</i> 值		5.565	6.799	6.391	5.850
<i>P</i> 值		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

注: FVC=用力肺活量, FEV<sub>1</sub>=第1秒用力呼气容积, PEF=呼气流量峰值, TLC=肺总容量

**2.4 血清 CysC 水平** 术前对照组患者血清 CysC 水平为  $(1.49 \pm 0.25)$  mg/L, 观察组患者为  $(1.52 \pm 0.26)$  mg/L; 术后对照组患者血清 CysC 水平为  $(1.23 \pm 0.21)$  mg/L, 观察组患者为  $(0.98 \pm 0.23)$  mg/L。术前两组患者血清 CysC 水平比较, 差异无统计学意义 ( $t=0.717$ ,  $P=0.474$ ); 术后观察组患者血清 CysC 水平低于对照组, 差异有统计学意义 ( $t=6.904$ ,  $P<0.01$ )。

**2.5 血气分析指标** 两组患者术前  $TcPCO_2$ 、 $PaCO_2$ 、 $PaO_2$  比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 术后 3 d 观察组患者  $TcPCO_2$ 、 $PaCO_2$  低于对照组,  $PaO_2$  高于对照组, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ , 见表 5)。

表5 两组患者术前及术后3d血气分析指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)

**Table 5** Comparison of blood-gas analysis results between the two groups before surgery and 3 days after surgery

组别	例数	$TcPCO_2$		$PaCO_2$		$PaO_2$	
		术前	术后3d	术前	术后3d	术前	术后3d
对照组	69	54.26 ± 5.56	47.71 ± 4.36	52.35 ± 5.26	45.68 ± 4.16	62.71 ± 5.87	78.59 ± 9.03
观察组	81	54.73 ± 5.61	42.83 ± 4.85	52.81 ± 5.37	40.35 ± 4.72	63.02 ± 5.59	89.61 ± 8.56
<i>t</i> 值		0.529	6.406	0.329	7.276	0.331	7.662
<i>P</i> 值		0.598	<0.01	0.742	<0.01	0.741	<0.01

注:  $TcPCO_2$ =经皮二氧化碳分压,  $PaCO_2$ =动脉血二氧化碳分压,  $PaO_2$ =动脉血氧分压

**2.6 并发症发生情况** 治疗期间两组患者未发生切口感染、骨折愈合不良等并发症。

### 3 讨论

创伤性连枷胸是比较棘手的胸部创伤, 多由交通事故、重度挤压、高处坠落、机械事故等原因造成。肋骨骨折易导致胸痛、血气胸、肺部感染和肺不张, 早期病死率较高。连枷胸患者由于胸壁软化和反常呼吸运动而严重损伤呼吸功能, 也是诱发早期呼吸衰竭的重要因素<sup>[5]</sup>, 尤其是并发肺挫伤和血气胸的患者, 因肺泡与间质出血、水肿、肺泡破裂和肺不张等情况造成肺通气及弥散功能障碍进而加剧呼吸衰竭<sup>[6]</sup>。机械通气是目前治疗呼吸衰竭的主流方法, 其不仅能降低呼吸功能消耗、缓解呼吸肌疲劳、纠正低氧血症、预防肺不张, 为镇痛镇静药物的安全使用提供保障, 还能够机械性地消除反常呼吸, 保持胸壁稳定<sup>[7]</sup>。因此, 在连枷胸并呼吸衰竭患者治疗中机械通气是重要的辅助治疗方法。

连枷胸的治疗目的是重塑骨折区域, 纠正胸壁塌陷及浮动, 进而发挥胸廓的正常生理功能<sup>[8-9]</sup>, 而胸廓外固定和内固定均可实现该目的, 但胸廓外固定稳定效果不佳, 患者难以恢复正常呼吸功能, 且机械通气脱机需待肋骨断端机化纤维包裹相对稳定后进行, 进而增加机械通气相关肺损伤发生风险; 此外, 胸廓外固定无法保证骨折端精确对位对线, 极大增加胸廓畸形发生概率<sup>[10]</sup>。因此, 如何更好发挥胸廓生理功能、快速恢复呼吸功能、缩短机械通气时间、降低相关并发症发生是临床研究重点。

有研究表明, 胸廓内固定能够恢复胸壁解剖形状和肋骨生理杠杆功能, 提高患者肺顺应性, 改善呼吸作用<sup>[11]</sup>。肋骨爪形接骨板能够有效固定骨折端, 恢复骨折前稳定状态, 从而有效恢复胸廓生理功能, 且随着内固定材料的不断改进和研发, 胸廓内固定治疗越来越被医生及患者认可。爪型纯钛肋骨接骨板作为新型材料的代表被广泛应用于临床, 其较容易被固定于骨折端, 简化操作过程, 降低操作难度、缩短手术时间并减轻对骨折周围组织的损伤。此外, 爪型纯钛肋骨接骨板还具有良好组织的相容性, 符合人体植入材料的要求, 并通过多点环绕肋骨而产生环抱力, 固定牢固不易移位, 复位效果佳, 避免对骨髓腔产生影响<sup>[12]</sup>, 利于患者早期恢复。

本研究结果显示, 观察组患者 ICU 停留时间、机械通气时间、住院时间短于对照组, 提示与胸廓外固定相比, 爪型纯钛肋骨接骨板内固定可更有效地缩短连枷胸并呼吸衰竭患者 ICU 停留时间、机械通气时间、住院时间, 分析其原因可能是爪型纯钛肋骨接骨板内固定能够在胸腔镜的直视下对胸

表4 两组患者术前及术后不同时间点血流动力学指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

**Table 4** Comparison of hemodynamic parameters between the two groups before surgery and at different time points after surgery

组别	例数	CVP (mm Hg)				CI [ $L \cdot min^{-1} \cdot (m^2)^{-1}$ ]				EVLWI ( $ml/m^2$ )			
		T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
对照组	69	6.31 ± 1.30	6.85 ± 2.35	7.83 ± 3.08	8.95 ± 3.53	3.64 ± 1.51	4.12 ± 1.69	4.51 ± 1.76	4.60 ± 1.58	8.21 ± 2.73	12.15 ± 3.59	14.28 ± 3.64	13.07 ± 3.81
观察组	81	6.23 ± 1.35	7.75 ± 2.84 <sup>a</sup>	11.32 ± 3.87 <sup>a</sup>	12.58 ± 3.95 <sup>a</sup>	3.65 ± 1.36	4.71 ± 1.62 <sup>a</sup>	4.95 ± 1.58 <sup>a</sup>	4.36 ± 1.75	8.24 ± 2.56	10.86 ± 3.62 <sup>a</sup>	11.43 ± 3.75 <sup>a</sup>	11.85 ± 3.68 <sup>a</sup>
<i>F</i> 值		$F_{时间}=85.126$ , $F_{组间}=6.751$ , $F_{交互}=5.176$				$F_{时间}=29.268$ , $F_{组间}=4.125$ , $F_{交互}=3.875$				$F_{时间}=110.587$ , $F_{组间}=6.851$ , $F_{交互}=5.436$			
<i>P</i> 值		$P_{时间}<0.01$ , $P_{组间}=0.008$ , $P_{交互}=0.013$				$P_{时间}<0.01$ , $P_{组间}=0.017$ , $P_{交互}=0.026$				$P_{时间}<0.01$ , $P_{组间}=0.001$ , $P_{交互}=0.011$			

注: CVP=中心静脉压, CI=心脏指数, EVLWI=血管外肺水指数; 与对照组比较, <sup>a</sup> $P<0.05$

廓凹陷最深处的肋骨进行固定并快速稳定胸壁, 纠正胸廓畸形, 最大程度上降低连枷胸对呼吸功能的损伤<sup>[13]</sup>, 同时还可快速清除胸腔积液, 并能清晰观察病变脏器和组织以进行修复, 促进患者恢复。本研究结果显示, 术后2个月观察组患者FVC、FEV<sub>1</sub>、PEF、TLC大于对照组, 提示与胸廓外固定相比, 爪型纯钛肋骨接骨板内固定可更有效改善连枷胸并呼吸衰竭患者的肺功能, 并减轻肺损伤。

CVP指右心房及上、下腔静脉胸腔段压力, 是反映患者血容量、心功能与血管张力等综合情况的重要指标; CI以单位体表面积计算心输出量; EVLWI是目前检测肺水肿最具特异性的指标。循环、呼吸、肾脏、中枢神经系统及严重感染等疾病均与血流动力学有关, 但胸廓内固定对患者血流动力学的影响还不能完全确定。本研究结果显示, 观察组患者T1~T3CVP高于对照组, T1~T2CI高于对照组, T1~T3EVLWI低于对照组, 提示与胸廓外固定相比, 爪型纯钛肋骨接骨板内固定可更有效改善连枷胸并呼吸衰竭患者血流动力学, 可能原因为爪型纯钛肋骨接骨板内固定可减轻骨折端摩擦的疼痛和纵隔摆动对心血管循环的影响, 使患者能够恢复正常呼吸。CysC是由CST3基因编码的一种蛋白质, 广泛分布在各组织中, 因其能自由通过肾小球且肾小管上皮细胞不分泌亦不重吸收, 故被作为肾功能生物学标志物。张杰等<sup>[14]</sup>研究发现, CysC可作为诊断呼吸衰竭并肾损伤的指标, 对患者严重程度和预后评估有一定作用, 而CysC升高可能与交感神经兴奋、低氧血症导致的严重氧化应激反应和炎性因子异常分泌有关。本研究结果显示, 术后观察组患者血清CysC水平低于对照组, 提示与胸廓外固定相比, 爪型纯钛肋骨接骨板内固定可更有效降低连枷胸并呼吸衰竭患者血清CysC水平, 与廖琦等<sup>[15]</sup>研究结果相似。PaCO<sub>2</sub>由呼吸中枢调节, 且影响血液pH值, 其可反映呼吸功能对酸碱平衡的调节能力; 因各种原因造成的上呼吸道阻塞、肺泡通气不足、呼吸功能减退等疾病均会使PaCO<sub>2</sub>升高。PaO<sub>2</sub>是反映机体缺氧的敏感指标。观察血气分析指标能了解肺换气功能及其酸碱平衡状态, 是诊断低氧血症和呼吸衰竭的重要指标。本研究结果显示, 术后3d观察组患者TcPCO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>低于对照组, PaO<sub>2</sub>高于对照组, 提示与胸廓外固定相比, 爪型纯钛肋骨接骨板内固定可有效纠正连枷胸并呼吸衰竭患者低氧血症, 改善患者肺换气功能。

综上所述, 与胸廓外固定相比, 爪型纯钛肋骨接骨板内固定可更有效缩短连枷胸并呼吸衰竭患者ICU停留时间、机械通气时间和住院时间, 改善患者肺功能及血流动力学, 降低患者血清CysC水平, 纠正患者低氧血症, 有一定临床应用推广价值; 但本研究样本量较小, 结果结论仍有待扩大样本量、联合多中心进一步证实。

## 参考文献

- [1] 张亮, 武钰, 范志强, 等. 记忆合金环抱器内固定修复连枷胸的临床效果及对患者血气指标的影响分析 [J]. 中国医药导刊, 2018, 20(6): 326~329. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0959.2018.06.002.
- [2] 沈中斌, 尹大宇, 刘祥舟, 等. 镍钛合金环抱式爪形肋骨接骨器治疗连枷胸20例 [J]. 西北国防医学杂志, 2018, 39(4): 263~266. DOI: 10.16021/j.cnki.1007-8622.2018.04.013.
- [3] 曾小飞, 贾维坤, 马瑞东, 等. 机械通气联合内固定治疗创伤性连枷胸合并肺挫伤的临床研究 [J]. 创伤外科杂志, 2018, 20(4): 263~267. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2018.04.006.
- [4] 俞森洋. 急性呼吸衰竭的诊断和治疗 [J]. 解放军保健医学杂志, 2003, 5(1): 3~6. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3245.2003.01.001.
- [5] 刘晋梁, 张亮, 吴永胜, 等. 手术内固定治疗创伤性连枷胸对患者呼吸功能的影响 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2014, 21(5): 703~706. DOI: 10.7507/1007-4848.20140202.
- [6] 张耀超, 张晗, 柳立军, 等. 免连枷胸模型建立的研究 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2018, 25(2): 159~163. DOI: 10.7507/1007-4848.201611007.
- [7] 陈玉梅, 童瑾. 以气胸拔管窗为切换点行创-无创序贯机械通气治疗慢性阻塞性肺疾病急性加重合并呼吸衰竭伴发气胸患者30例疗效观察 [J]. 中国实用内科杂志, 2018, 38(7): 615~617. DOI: 10.19538/j.nk2018070108.
- [8] 丁明, 张志宇, 潘忠军, 等. 胸腔镜辅助肋骨内固定术治疗连枷胸 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2016, 23(8): 844~846. DOI: 10.7507/1007-4848.20160202.
- [9] 齐拥军, 付景伟. 肋骨内固定术治疗多发性肋骨骨折及连枷胸的临床研究 [J]. 西北国防医学杂志, 2017, 38(1): 23~25. DOI: 10.16021/j.cnki.1007-8622.2017.01.007.
- [10] 刘瑞林. 腔镜配合爪型肋骨接骨钛板小切口内固定治疗连枷胸42例临床分析 [J]. 腹腔镜外科杂志, 2015, 20(3): 237~240. DOI: 10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2015.03.237.
- [11] 刘晋梁, 葛永玲, 李克耀, 等. 创伤性连枷胸伴肺挫伤的外科治疗 [J]. 西北国防医学杂志, 2015, 36(1): 12~14. DOI: 10.16021/j.cnki.1007-8622.2015.01.005.
- [12] 王霞光. 连枷胸伴肺挫伤的腔镜手术固定与非手术固定治疗的临床研究 [J]. 中国社区医师, 2017, 33(17): 64~65. DOI: 10.3969/j.issn.1007-614x.2017.17.39.
- [13] 周存荣, 陆志斌, 占根生. 手术内固定对钝性胸外伤导致连枷胸合并呼吸困难的观察 [J]. 临床肺科杂志, 2013, 18(9): 1607~1609. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6663.2013.09.026.
- [14] 张杰, 叶慧芳, 单艳华. 肾损伤因子-1、中性粒细胞明胶酶相关蛋白及胱抑素C诊断呼吸衰竭并发急性肾损伤的价值 [J]. 中国临床医生杂志, 2019, 47(4): 416~419. DOI: 10.3969/j.issn.2095-8552.2019.04.011.
- [15] 廖琦, 孙斐, 代诗琼. 老年COPD伴呼吸衰竭病人血清CHE、白蛋白、 $\beta_2$ -MG、Cys C水平及意义 [J]. 实用老年医学, 2019, 33(4): 351~354. DOI: 10.3969/j.issn.1003-9198.2019.04.011.

(收稿日期: 2019-03-06; 修回日期: 2019-07-20)

(本文编辑: 刘新蒙)