

· 科研论著 ·

心脏移植术后早期血肌钙蛋白水平变化及院内死亡影响因素分析

李 敏,王慧华*,李燕君

(华中科技大学同济医学院附属协和医院,湖北 430022)

Changes of serum troponin levels and influencing factors of hospital death in early stage after heart transplantation

LI Min, WANG Huihua, LI Yanjun

(Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Hubei 430022 China)

摘要: [目的]探讨心脏移植术后早期血肌钙蛋白(TnI)水平变化及其与院内死亡的关系。[方法]选取2013年4月—2018年1月我院收治的进行心脏移植的病人520例作为研究对象,采用ROC曲线分析手术当天(术后入重症监护室1h内抽血化验)至手术第2天血TnI水平对心脏移植术后病人院内死亡预测作用并寻找阈值,根据阈值将病人分为高TnI水平组和低TnI水平组,然后比较两组的术前一般资料、术后恢复情况以及院内死亡率,并采用Logistic回归分析心脏移植术后病人发生院内死亡的独立危险因素。[结果]术后第1天TnI水平预测院内死亡ROC曲线下面积为0.888[95%CI(0.799~0.976), $P<0.05$],当TnI水平为38.5 ng/mL时,预测院内死亡的敏感性和特异性分别为82.1%和92.7%;以38.5 ng/mL为临界值,将纳入病人分为高TnI水平组($TnI \geq 38.5 \text{ ng/mL}$)和低TnI水平组($TnI < 38.5 \text{ ng/mL}$);两组病人受体术前肌酐、术前NT-proBNP升高倍数、供体体重、供体冷却血时间、供体冷却血时间 $\geq 6 \text{ h}$ 所占比例差异具有统计学意义($P<0.05$);520例心脏移植者中,院内死亡的病人有27例,其中高TnI水平组院内死亡13例,低TnI水平组院内死亡14例;高TnI水平组院内死亡率明显高于低TnI水平组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示,术前血肌酐[$OR=2.15, 95\%CI(1.31 \sim 3.43)$]、术前血胆红素[$OR=3.63, 95\%CI(1.55 \sim 8.79)$]、术后第1天TnI水平[$OR=4.26, 95\%CI(1.07 \sim 5.36)$]是影响心脏移植术后院内死亡的危险因素。[结论]心脏移植病人早期TnI水平升高与受体、供体等因素有关,术前血肌酐、术前血胆红素、术后第1天TnI水平($\geq 38.5 \text{ ng/mL}$)是院内死亡的危险因素。

关键词:心脏移植;血肌钙蛋白 I;院内死亡;影响因素;供体;受体;预测

Abstract Objective: To investigate the changes of serum troponin level in early stage after heart transplantation and analyse its relationship with hospital death. **Methods:** A total of 520 patients with cardiac transplantation admitted to our hospital from April 2013 to January 2018 were selected as the research objects. ROC curve was used to analyze the predictive effect of troponin I (TnI) level on the in-hospital death of cardiac transplant patients from the day of surgery (blood test within 1 hour after admission to the intensive care unit) to the second day of surgery and the threshold was analyzed. Patients were divided into two groups according to the threshold, high TnI level group and low TnI level group. Then the general preoperative data, postoperative recovery and in-hospital mortality of the two groups were compared. Logistic regression analysis was used to analyze the independent risk factors of in-hospital mortality of heart transplant patients. **Results:** The area under ROC curve for predicting in-hospital death at TnI level on the first day after operation was 0.888 [95%CI(0.799-0.976), $P<0.05$]. When TnI level was 38.5 ng/mL, the sensitivity and specificity for predicting in-hospital death was 82.1% and 92.7%, respectively. With 38.5 ng/mL as the critical value, the patients included in the study were divided into high TnI level group ($TnI \geq 38.5 \text{ ng/mL}$) and low TnI level group ($TnI < 38.5 \text{ ng/mL}$). The proportions of preoperative creatinine, preoperative NT-proBNP elevation degree, donor body weight, donor cooling blood time and donor cooling blood time $\geq 6 \text{ h}$ in the two groups were statistically significant ($P<0.05$). Among 520 heart transplanters, 27 patients suffered from in-hospital death, including 13 patients with high TnI level, and 14 patients with low TnI level. The in-hospital death rate of high TnI level group was significantly higher than that of low TnI level group, the difference was statistically significant ($P<0.05$). The multivariate Logistic regression analysis showed that preoperative serum creatinine [$OR=2.15, 95\%CI(1.31 \sim 3.43)$], preoperative blood bilirubin [$OR=3.63, 95\%CI(1.55 \sim 8.79)$], and TnI [$OR=4.26, 95\%CI(1.07 \sim 5.36)$] on the first day after heart transplantation were risk factors that affect hospital death after heart transplantation. **Conclusion:** The increase of TnI level in early stage of heart transplantation patients was related to recipient, donor and so on. Preoperative serum creatinine, preoperative serum bilirubin and TnI ($\geq 38.5 \text{ ng/mL}$) on the first day after operation were risk factors for hospital death.

Keywords heart transplantation; troponin I; hospital death; influencing factors; donor; recipient; prediction

中图分类号:R473.6 文献标识码:A doi:10.12102/j.issn.1009-6493.2020.05.015

基金项目 湖北省自然科学基金项目,编号:2014CFA997

作者简介 李敏,本科

*通讯作者 王慧华,E-mail:57976120@qq.com

引用信息 李敏,王慧华,李燕君.心脏移植术后早期血肌钙蛋白水平变化及院内死亡影响因素分析[J].护理研究,2020,34(5):789-794.



近年来,心脏移植得到不断推广,心脏移植技术日益成熟完善,使得许多心功能衰竭病人的生命得以延续,心脏移植术后病人1年、5年和10年的存活率分别为85%、70%和55%,中位存活时间10年,已成为心脏病病人终末期的最有效治疗措施^[1-3]。血肌钙蛋白I(TnI)是心肌细胞损伤的特异性标志物,当心肌细胞受到损伤时TnI水平会有所升高^[4]。已有研究表明,TnI水平会在心脏移植术后7.1 d升至最高浓度,随后缓慢下降,术后43 d TnI水平仍高于正常值^[5]。国外学者多将心脏移植术后1个月以上的TnI作为研究点^[6],并已证实TnI在心脏移植术后出现心功能衰竭和1年生存率方面具有一定的预测价值。然而术后1周内TnI水平变化及和院内死亡关系的研究鲜有报道,本研究回顾性分析于我院进行心脏移植的520例病人的临床资料,分析手术当天至术后第2天不同TnI水平对心脏移植术后发生院内死亡的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2013年4月—2018年1月华中科技大学同济医学院附属协和医院收治的进行心脏移植的病人520例,所有病人的手术资料和随访信息均进行了详细的登记,并构建了心脏移植数据库。520例心脏移植者中,出现院内死亡的病人有27例。

1.2 方法

1.2.1 数据采集 收集心脏移植数据库中手术当天(术后入重症监护室1 h内抽血化验)至手术第2天TnI化验结果,同时参照国际心肺移植协会(ISHLT)报告^[7]提取心脏移植近期生存危险因素,其中受体术前临床资料:性别、身高、体重、年龄、体质指数(BMI)、原发性心脏疾病(冠心病/先天性心脏病/再移植/心肌病)、糖尿病史、输血史、高血压病史、术前两周抗生素应用史、机械辅助过度至心脏移植情况[持续肾脏替代疗法(ECMO)及体外膜肺氧合(CRRT)应用]、总胆红素、氨基末端脑钠肽前体(NT-proBNP)和血肌酐;Swan-Ganz导管:肺动脉舒张压(dPAP)、肺动脉收缩压(sPAP)、肺动脉平均压(mPAP)、肺毛细血管楔压(PAWP)、中心静脉压(CVP)、心脏指数(CI)以及肺血管阻力(PVR)。超声心电图:左室舒张末期前后径(LVEDd)、左房前后径(LA)、左室射血分数(LVEF)、右室前后径(RV)。供体资料:年龄、性别、身高、体重、供体类型、心脏保护液类型(UW/HTK)、供心冷却血

时间以及群体反应性抗体(PRA);供受匹配情况:供受体体重差与受体体重比值、供受体性别匹配情况;术后恢复情况:机械通气时间、重症监护室时间、术后机械辅助治疗[CRRT/ECMO/主动脉内球囊反搏(IABP)]应用情况以及院内死亡情况。

1.2.2 研究方法 检测术后当天至第2天TnI水平并绘制ROC曲线观察其对心脏移植病人院内死亡的预测价值,并找出院内死亡预测阈值(cut-off)。依据cut-off将纳入病人分为高TnI水平组和低TnI水平组,对两组的一般资料、术后恢复情况以及院内死亡情况比较,然后采用单因素和多因素分析影响心脏移植术后病人院内死亡的危险因素。

1.2.3 TnI水平的检测 采集空腹静脉血2 mL,分离血清后检测血TnI水平。使用MEIA试剂盒(美国ABBOTT LABORATORIES公司),采用微粒子酶免疫分析法定量测定血TnI水平。

1.2.4 统计学分析 数据分析采用SPSS 16.0统计软件,利用ROC曲线分析TnI水平对院内死亡预测价值并找出cut-off,计量资料符合正态分布,则采用均数±标准差(±s)进行描述,组间比较采用独立t检验;不符合正态分布的则以中位数表示,组间比较采用Wilcoxon秩和检验;计数资料采用频率、百分比(%)描述,组间比较采用 χ^2 检验;院内死亡因素分析则采用Logistic回归分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术后当天至第2天TnI水平对心脏移植病人院内死亡预测价值 术后当天TnI水平预测院内死亡ROC曲线下面积为0.801[95%CI(0.687, 0.914), $P<0.05$],当TnI水平为46.5 ng/mL时,预测院内死亡的敏感性和特异性分别为66.7%和88.6%。术后第1天TnI水平预测院内死亡ROC曲线下面积为0.888[95%CI(0.799, 0.976), $P<0.05$],当TnI水平为38.5 ng/mL时,预测院内死亡的敏感性和特异性分别为82.1%和92.7%。术后第2天TnI水平预测院内死亡ROC曲线下面积为0.742[95%CI(0.627, 0.857), $P<0.05$],当TnI水平为13.5 ng/mL时,预测院内死亡的敏感性和特异性分别为64.3%和84.9%。选择预测价值较高的术后第1天TnI水平作为研究点,以38.5 ng/mL为临界值,将纳入病人分为高TnI水平组($TnI \geq 38.5$ ng/mL)和低TnI水平组($TnI < 38.5$ ng/mL)。见图1。

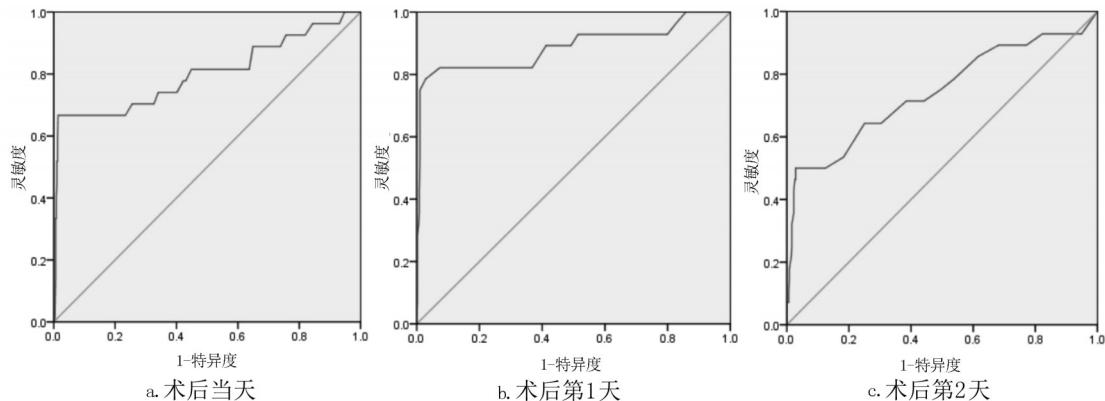


图 1 术后当天~第 2 天 TnI 水平对心脏移植病人院内死亡预测 ROC 曲线

2.2 高 TnI 水平组和低 TnI 水平组病人一般资料比较 高 TnI 水平组($TnI \geq 38.5 \text{ ng/mL}$)病人有 50 例, 占 9.6%, 中位 TnI 水平为 58.1 ng/mL ; 低 TnI 水平组($TnI < 38.5 \text{ ng/mL}$)病人有 470 例, 占 90.4%, 中位 TnI

水平为 12.3 ng/mL 。两组病人受体术前肌酐、术前 NT-proBNP 升高倍数、供体体重、供体冷却血时间、供体冷却血时间 $\geq 6 \text{ h}$ 所占比例差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组临床资料比较见表 1。

表 1 高 TnI 水平组和低 TnI 水平组病人及其供体临床资料比较

项目	低 TnI 水平组($n=470$)	高 TnI 水平组($n=50$)	统计值	P
受体				
年龄(岁)	44.8 ± 10.1	45.1 ± 10.3	$t = -0.199$	0.842
性别[男(%)]	400(85.1)	41(82.0)	$\chi^2 = 0.339$	0.561
身高(cm)	171.2 ± 7.9	170.8 ± 8.3	$t = 0.339$	0.735
体重(kg)	63.5 ± 9.5	64.1 ± 9.2	$t = -0.426$	0.670
BMI(kg/m^2)	22.2 ± 4.1	22.5 ± 3.9	$t = -0.494$	0.621
冠心病/心肌病(%)	18.2	22.2	$\chi^2 = 0.348$	0.556
先天性心脏病/心肌病(%)	1.3	5.6	$\chi^2 = 3.408$	0.065
既往心脏移植[例(%)]	5(1.1)	0(0.0)	$\chi^2 = 0.537$	0.464
高血压史[例(%)]	60(12.8)	9(18.0)	$\chi^2 = 1.076$	0.300
糖尿病史[例(%)]	61(13.0)	6(12.0)	$\chi^2 = 0.039$	0.844
输血史[例(%)]	20(4.3)	3(6.0)	$\chi^2 = 0.325$	0.568
术前 2 周使用抗生素史[例(%)]	90(19.1)	9(18.0)	$\chi^2 = 0.167$	0.682
术前使用 CRRT[例(%)]	5(1.1)	0(0.0)	$\chi^2 = 0.537$	0.464
术前使用 ECMO[例(%)]	5(1.1)	2(4.0)	$\chi^2 = 2.934$	0.087
术前肌酐($\mu\text{mol}/\text{L}$)	91.3 ± 10.2	102.7 ± 21.4	$t = -6.535$	<0.001
术前总胆红素($\mu\text{mol}/\text{L}$)	30.4 ± 6.3	30.8 ± 6.1	$t = -0.428$	0.669
术前 NT-proBNP 升高倍数	8.1 ± 1.2	10.8 ± 2.3	$t = -13.513$	<0.001
术前 Swan-Ganz 导管				
sPAP(mmHg)	38.2 ± 5.4	37.9 ± 4.9	$t = 0.377$	0.307
dPAP(mmHg)	19.3 ± 3.7	18.8 ± 4.2	$t = 0.896$	0.371
mPAP(mmHg)	26.1 ± 4.6	25.8 ± 4.2	$t = 0.442$	0.659
PAWP(mmHg)	17.6 ± 3.8	17.7 ± 4.1	$t = -0.176$	0.861
CVP(mmHg)	6.3 ± 1.2	6.5 ± 1.3	$t = -1.111$	0.267
PVR/Wood	2.6 ± 0.9	2.6 ± 0.8	$t = 0.000$	1.000
CI [$\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$]	2.2 ± 0.5	2.3 ± 0.5	$t = -1.345$	0.179

(续表)

项目	低 TnI 水平组(n=470)	高 TnI 水平组(n=50)	统计值	P
术前超声心动图				
LA(mm)	48.5±8.7	48.4±7.9	$t=0.078$	0.938
LVEDd(mm)	71.3±8.2	70.9±7.8	$t=0.329$	0.742
LVEF(%)	28.1±5.4	28.4±4.9	$t=-0.377$	0.707
RV(mm)	27.1±4.3	26.9±4.2	$t=0.313$	0.754
供体				
年龄(岁)	28.9±4.5	29.3±4.2	$t=-0.601$	0.548
性别[男(%)]	468(99.6)	50(100.0)	$\chi^2=0.214$	0.644
体重(kg)	67.9±6.4	70.4±6.2	$t=-2.634$	0.009
供体类型/[脑死亡(%)]	25(5.3)	4(8.0)	$\chi^2=0.617$	0.432
心脏保护液类型[HTK/UW(%)]	320(68.1)	29(58.0)	$\chi^2=2.083$	0.149
冷却血时间(min)	325.7±10.9	389.8±11.2	$t=-39.429$	<0.001
冷却血时间≥6 h[例(%)]	200(42.6)	36(72.0)	$\chi^2=15.810$	<0.001
群体反应性抗体阳性/[例(%)]	15(3.2)	2(4.0)	$\chi^2=0.093$	0.760
供受体匹配情况				
供受体体重差与受体体重比值(%)	0.03(-0.1,0.3)	0.04(-0.1,0.4)	$Z=0.117$	0.829
女供/男受体与男供/男受体比值(%)	0.43	0.00	$\chi^2=0.214$	0.644

注:1 mmHg=0.133 kPa。

2.3 高 TnI 水平组和低 TnI 水平组病人院内恢复情况比较 高 TnI 水平组机械通气时间和 ICU 住院时间均明显长于低 TnI 水平组,差异具有统计学意义($P<$

0.05);高 TnI 水平组术后机械辅助治疗比例也明显高于低 TnI 水平组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。详见表 2。

表 2 高 TnI 水平组和低 TnI 水平组病人院内恢复情况比较

组别	例数	机械通气时间(h)	ICU 住院时间(d)	术后需机械辅助治疗[例(%)]		
				CRRT	ECMO	IABP
低 TnI 水平组	470	19.0(17.0,35.0)	3.5(2.5,5.3)	15(3.2)	26(5.5)	24(5.1)
高 TnI 水平组	50	56.0(33.0,164.0)	7.4(3.6,11.0)	16(32.0)	16(32.0)	6(12.0)
统计值		$Z=36.189$	$Z=21.325$	$\chi^2=66.903$	$\chi^2=42.642$	$\chi^2=4.114$
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.043

2.4 高 TnI 水平组和低 TnI 水平组病人院内死亡情况比较 520 例心脏移植者中,出现院内死亡的病人有 27 例,其中高 TnI 水平组院内死亡 13 例;低 TnI 水

平组院内死亡 14 例。高 TnI 水平组院内死亡率明显高于低 TnI 水平组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

表 3 高 TnI 水平组和低 TnI 水平组病人院内死亡情况比较

组别	例数	移植植物心脏衰竭(例)	多功能器官衰竭(例)	合计[例(%)]
低 TnI 水平组	470	10	4	14(3.0)
高 TnI 水平组	50	8	5	13(26.0)

注: $\chi^2=48.654$, $P<0.001$ 。

2.5 心脏移植术后院内死亡影响因素分析 单因素 Logistic 回归分析结果显示,术前血肌酐、术前血胆红素、术后第 1 天和第 2 天 TnI 水平是影响心脏移植术后院内死亡的危险因素($P<0.05$)。将单因素有统计学意义的因素纳入多因素 Logistic 回归分析结果显示,术前

血肌酐[OR=2.15,95%CI(1.31~3.43)],术前血胆红素[OR=3.63,95%CI(1.55~8.79)],术后第 1 天 TnI 水平[OR=4.26,95%CI(1.07~5.36)]是影响心脏移植术后院内死亡的危险因素。见表 4。

表 4 心脏移植术后院内死亡影响因素分析

项目	单因素 Logistic 分析		多因素 Logistic 分析	
	OR 值(95%CI)	P	OR 值(95%CI)	P
受体 性别	1.93(0.85~3.62)	0.433		
年龄	0.56(0.23~1.98)	0.346		
身高	1.68(0.25~3.18)	0.716		
BMI	0.91(0.34~1.24)	0.332		
先心病/心肌病	1.04(0.92~2.03)	0.459		
冠心病/心肌病	0.62(0.43~1.31)	0.543		
既往心脏移植	1.18(0.79~3.45)	0.814		
既往输血史	2.61(0.98~6.24)	0.916		
术前 2 周抗生素使用史	0.65(0.91~3.78)	0.324		
术前 ECMO 应用史	1.45(0.65~4.57)	0.116		
术前血肌酐	4.63(2.36~9.36)	<0.001	2.15(1.31~3.43)	<0.001
术前血胆红素	6.35(2.36~9.78)	0.005	3.63(1.55~8.79)	0.003
术前 NT-proBNP 升高倍数	2.24(0.34~3.54)	0.781		
术前 sPAP	1.33(0.66~2.18)	0.652		
术前 mPAP	0.85(0.12~1.24)	0.549		
术前 PAWP	0.28(0.16~1.09)	0.867		
术前 PVR	1.15(0.89~2.11)	0.517		
术后当天 TnI	1.57(0.68~5.51)	0.435		
术后第 1 天 TnI	2.12(1.02~5.66)	0.002	4.26(1.07~5.36)	<0.001
术后第 2 天 TnI	4.63(2.36~9.36)	<0.001		
供体 年龄	1.23(0.82~2.91)	0.592		
供体体重	0.96(0.76~2.74)	0.438		
供心冷却血时间	1.15(0.96~1.36)	0.764		
群体反应性抗体	0.87(0.75~1.72)	0.882		
供受体体重差与受体体重比值	1.23(0.87~1.89)	0.487		

3 讨论

作为有效治疗终末期心脏疾病措施之一,心脏移植被广泛应用于临床治疗。存在于人体横纹肌肌丝中的血 TnI 水平是心脏移植术后心血管事件的重要检测因子^[8-9]。国外学者对 29 例心脏移植病人进行研究发现, TnI 在术后第 1 天达到顶峰^[10], TnI 水平在术后升高与围术期的多种原因引起的心肌细胞损伤有关, 其病理表现为巨噬细胞浸润、中性粒细胞坏死, 免疫组化可观察到纤维蛋白在心肌细胞内和微血管中沉积, 且心肌纤维多伴随有明显的收缩带, 能够快速引起单核细胞钙化^[11-12]。本研究检测心脏移植病人术后当天至术后 2 d 的 TnI 水平变化, 并绘制 ROC 曲线, 结果显示, 术后第 1 天 TnI 水平预测院内死亡 ROC 曲线下面积为 0.888[95%CI(0.799~0.976), $P<0.01$], 当 TnI 水平为 38.5 ng/mL 时, 预测院内死亡的敏感性和特异性分别为 82.1% 和 92.7%。将术后第 1 天 TnI 水平 38.5

ng/mL 作为临界点将纳入病人分为两组, 高 TnI 水平组(≥ 38.5 ng/mL) 供心冷却血时间为(389.8±11.2) min, 明显长于低 TnI 水平组(<38.5 ng/mL) 的(325.7±10.9) min。心脏移植术后早期 TnI 水平升高不仅和供体心脏缺血时间有关, 还可能和供体术前状态、手术操作等因素有关^[13-14]。另有学者研究发现肾功能不全、炎症反应以及心脏负荷过重均会引起 TnI 水平发生变化^[15]。病人术前心力衰竭较重和肾功能较差也会引起术后早期 TnI 水平升高。本研究还发现, 高 TnI 水平组术前血肌酐以及 NT-proBNP 水平明显高于低 TnI 水平组。综上所述, TnI 水平升高和供体、受体以及手术操作等多种因素均有关系。本研究未发现早期 TnI 水平变化和供体脑死亡有明显关系, 可能是因为脑死亡例数较少, 使用脑死亡供体 TnI 水平变化是否和非脑死亡供体 TnI 水平变化趋势一致, 有待进一步研究。

本研究纳入520例心脏移植者中,院内死亡的病人有27例,其中高TnI水平组院内死亡13例,低TnI水平组院内死亡14例。高TnI水平组院内死亡率明显高于低TnI水平组,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。本研究还证实术后当天至术后2 d TnI水平对心脏移植病人院内死亡均具有一定的预测作用,多因素Logistic回归分析结果显示术后第1天TnI水平 $\geq 38.5 \text{ ng/mL}$ 是院内死亡的独立危险因素,提示术后当天至术后第2天TnI水平可以作为是否应用ECMO、CRRT和IABP等机械辅助治疗的参考依据,此观点有待进行前瞻性研究证实。国外有学者对362例心脏移植病人进行回顾性分析,发现术后24 h的TnI水平 $> 10 \text{ ng/mL}$ 可以作为急性肾损伤和移植植物功能衰竭的预测因素^[16]。还有学者观察了术后1个月TnI水平对心脏移植病人预后的影响,结果显示TnI水平升高大大增加了移植植物血管病变的风险,且能够预测1年生存率^[17]。本研究多因素分析结果显示,术前血肌酐[OR=2.15, 95%CI(1.31~3.43)]、术前血胆红素[OR=3.63, 95%CI(1.55~8.79)]、术后第1天TnI[OR=4.26, 95%CI(1.07~5.36)]均是影响心脏移植术后院内死亡的危险因素,提示在参考早期TnI水平的同时,还需要充分结合病人术前血肌酐以及胆红素水平。

4 小结

综上所述,心脏移植病人早期TnI水平升高和受体、供体等因素有关,术前血肌酐、术前血胆红素、术后第1天TnI水平($\geq 38.5 \text{ ng/mL}$)是院内死亡的危险因素。

参考文献:

- [1] BREATHETT K, ALLEN L A, HELMKAMP L, et al. The affordable care act medicaid expansion correlated with increased heart transplant listings in African-Americans but not Hispanics or Caucasians[J]. JACC Heart Failure, 2017, 5(2):136-147.
- [2] BANSAL N, DELIUS R E, AGGARWAL S. Coronary artery spasm in a neonate with transposition of great arteries: a rare complication and reason for heart transplant[J]. Cardiology in the Young, 2017, 28(1):1.
- [3] ALIVIZATOS P A. Fiftieth anniversary of the first heart transplant: the progress of American medical research, the ethical dilemmas, and Christiaan Barnard[J]. Proceedings, 2017, 30(4):475.
- [4] FREUNDT M, PHILIPP A, KOLAT P, et al. Impact of elevated donor troponin I as predictor of adverse outcome in adult heart transplantation: a single-center experience[J]. Thoracic & Cardiovascular Surgeon, 2017, 66(5):417-424.
- [5] KEDDIS M T, EL-ZOGHBY Z, KAPLAN B, et al. Soluble ST2 does not change cardiovascular risk prediction compared to cardiac troponin T in kidney transplant candidates[J]. PLoS One, 2017, 12(7):e0181123.
- [6] GALEONE A, VARNOUS S, LEBRETON G, et al. Impact of cardiac arrest resuscitated donors on heart transplant recipients' outcome[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2017, 153(3):622-630.
- [7] None. Correction to: 2017 ACC/AHA/HFSA/ISHLT/ACP Advanced Training Statement on Advanced Heart Failure and Transplant Cardiology (revision of the ACCF/AHA/ACP/HFSA/ISHLT 2010 clinical competence statement on management of patients with advanced heart failure)[J]. Circ Heart Fail, 2018, 11(5):e000028.
- [8] ROLID K, ANDREASSEN A K, YARDLEY M, et al. Clinical features and determinants of $\text{VO}_{2\text{peak}}$ in de novo heart transplant recipients[J]. World Journal of Transplantation, 2018, 8(5):70-79.
- [9] BARGECABALLERO E, GARCÍA LÓPEZ F, MARZOARIVAS R, et al. Prognostic value of the nutritional risk index in heart transplant recipients[J]. Revista Española De Cardiología, 2017, 70(8):639-645.
- [10] JANKOWSKI K, TRZEBICKI J, BIELECKI M, et al. Prognostic value of perioperative assessment of plasma cardiac troponin I in patients undergoing liver transplantation[J]. Acta Biochimica Polonica, 2017, 64(2):331-337.
- [11] LEWIS J R, LIM W H, WONG G, et al. Association between high-sensitivity cardiac troponin I and cardiac events in elderly women[J]. J Am Heart Assoc, 2017, 6(8):e004174.
- [12] LI Y, ZHU G, PAOLOCCI N, et al. Heart failure-related hyperphosphorylation in the cardiac troponin I C terminus has divergent effects on cardiac function in Vivo[J]. Circ Heart Fail, 2017, 10(9):e003850.
- [13] CHAPMAN A R, NEWBY D E, MILLS N L. High-sensitivity cardiac troponin I assays in the diagnosis of acute myocardial infarction[J]. Heart Asia, 2017, 9(1):88-89.
- [14] VITRONE M, ANDINI R, MATTUCCI I, et al. Direct antiviral treatment of chronic hepatitis C in heart transplant recipients[J]. Transplant Infectious Disease, 2018, 20(1):e12813.
- [15] KAYALI S, ERTUGRUL I, YOLDAS T, et al. Sensitive cardiac troponins: could they be new biomarkers in pediatric pulmonary hypertension due to congenital heart disease?[J]. Pediatric Cardiology, 2018, 39(4):1-8.
- [16] SANTO L S D, ROMANO G P, MAIELLO C, et al. Perioperative myocardial injury in adult heart transplant: determinants and prognostic value[J]. PLoS One, 2015, 10(5):e0120813.
- [17] ERBEL C, TASKIN R, DOESCH A, et al. High-sensitive troponin T measurements early after heart transplantation predict short and long-term survival[J]. Transplant International, 2013, 26(3):267-272.

(收稿日期:2019-03-29;修回日期:2020-01-29)

(本文编辑 崔晓芳)