

消化系统疾病

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.002052

供体血钠、供受体血钠差值对肝移植患者术后的影响

田时静, 徐帆, 周发春

(重庆医科大学附属第一医院重症医学科, 重庆 400016)

【摘要】目的:探讨肝移植供体血钠、供受体血钠差值对肝移植患者术后的影响。**方法:**回顾性分析 2016 年 7 月至 2018 年 5 月我院行供体器官维护并行肝移植术的供体及肝移植患者分别 20 例, 记录临床资料进行分析。**结果:**①供体最高血钠 $\text{Na} > 155 \text{ mmol/L}$ 与 $\text{Na} < 155 \text{ mmol/L}$ 两组肝移植患者术后最高总胆红素、最高丙氨酸氨基转移酶(alanine transaminase, ALT)、门冬氨酸氨基转移酶(aspartate transaminase, AST)、肝功能恢复时间、重症监护病房(intensive care unit, ICU)住院时间、总住院时间差异无统计学意义。②供体移植时血钠分为 $\text{Na} > 155 \text{ mmol/L}$ 与 $\text{Na} < 155 \text{ mmol/L}$ 2 组, 其中 $\text{Na} < 155 \text{ mmol/L}$ 组术后最高 ALT 更高 $[(747.17 \pm 375.34) \text{ U/L vs. } (357.00 \pm 190.50) \text{ U/L}, t = -2.700, P = 0.015]$ 。③供受体血钠差值 $\Delta\text{Na} < 10 \text{ mmol/L}$ 、 $\Delta\text{Na} = 10 \sim 20 \text{ mmol/L}$ 、 $\Delta\text{Na} > 20 \text{ mmol/L}$ 3 组肝移植患者术后最高 ALT 有差异 $[(805.00 \pm 332.90) \text{ U/L} / (329.75 \pm 237.43) \text{ U/L} / (329.60 \pm 186.21) \text{ U/L}, F = 6.714, P = 0.007]$; 两两分析示 $\Delta\text{Na} < 10 \text{ mmol/L}$ 组肝移植术后最高 ALT 比其他 2 组更高 $(P = 0.012, P = 0.007)$, $\Delta\text{Na} = 10 \sim 20 \text{ mmol/L}$ 与 $\Delta\text{Na} > 20 \text{ mmol/L}$ 组无统计学差异 $(P = 0.999)$ 。④供受体血钠差值 ΔNa 与肝移植患者术后最高 ALT 两者存在线性负相关(相关系数 $R = -0.579, P = 0.007$), ΔNa 越小, 术后最高 ALT 越大。⑤回归分析示肝移植患者术前终末期肝病模型评分(model for end-stage liver disease, MELD)是移植术后感染并发症发生独立危险因素。**结论:**供体移植时血钠低于 155 mmol/L 肝移植患者术后最高 ALT 更高; 供受体血钠差值 ΔNa 越小, 术后最高 ALT 更高; MELD 评分是肝移植患者术后感染并发症的独立危险因素。

【关键词】肝移植; 供体血钠; 供受体血钠差**【中图分类号】**R657.3**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2018-10-17

Influence of donor blood sodium and donor-recipient blood sodium difference on patients after liver transplantation

Tian Shijing, Xu Fan, Zhou Fachun

(Department of Critical Care Medicine, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To investigate the effect of donor blood sodium and donor-recipient blood sodium difference on patients after liver transplantation. **Methods:** A retrospective analysis was performed for the clinical data of 20 donors who underwent donor organ maintenance and 20 patients who underwent liver transplantation in our hospital from July 2016 to May 2018. Related clinical data were analyzed. **Results:** There were no significant differences in the highest levels of total bilirubin, alanine aminotransferase (ALT), and aspartate aminotransferase (AST), recovery time of liver function, length of stay in the intensive care unit, and length of hospital stay after liver transplantation between the blood sodium $> 155 \text{ mmol/L}$ donor group and the blood sodium $< 155 \text{ mmol/L}$ donor group. According to donor blood sodium at the time of transplantation, the patients were divided into donor blood sodium $> 155 \text{ mmol/L}$ group and donor blood sodium $< 155 \text{ mmol/L}$ group, and the highest ALT level after surgery in the donor blood sodium $< 155 \text{ mmol/L}$ group was significantly higher than that in the donor blood sodium $> 155 \text{ mmol/L}$ group $(747.17 \pm 375.34 \text{ U/L vs. } 357.00 \pm 190.50 \text{ U/L}, t = -2.700, P = 0.015)$. According to donor-recipient blood sodium difference (ΔNa), the patients were divided into $\Delta\text{Na} < 10 \text{ mmol/L}$, $\Delta\text{Na} = 10 \sim 20 \text{ mmol/L}$, and $\Delta\text{Na} > 20 \text{ mmol/L}$ groups, and there was a significant difference in the highest ALT level after liver transplantation between the three groups $(805.00 \pm 332.90 \text{ U/L vs. } 329.75 \pm 237.43 \text{ U/L vs. } 329.60 \pm 186.21 \text{ U/L}, F = 6.714, P = 0.007)$; the highest ALT level after liver transplantation in the $\Delta\text{Na} < 10 \text{ mmol/L}$ group was significantly higher than that in the other two groups $(P = 0.012 \text{ and } 0.007)$, and there was no significant difference between the $\Delta\text{Na} = 10 \sim 20 \text{ mmol/L}$ group and the $\Delta\text{Na} > 20 \text{ mmol/L}$ group $(P = 0.999)$. ΔNa was negatively correlated with the highest ALT level after liver transplantation $(r = -0.579, P = 0.007)$, and the highest ALT level after liver transplantation increased with the reduction in ΔNa . The linear regression analysis showed that model for end-stage liver disease (MELD) score was an independent risk factor for infec-

作者介绍: 田时静, Email: 348228031@qq.com,

研究方向: 急危重症医学方向。

通信作者: 周发春, Email: zfc88@126.com。

优先出版: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20190404.0838.002.html>

(2019-04-08)

tively correlated with the highest ALT level after liver transplantation $(r = -0.579, P = 0.007)$, and the highest ALT level after liver transplantation increased with the reduction in ΔNa . The linear regression analysis showed that model for end-stage liver disease (MELD) score was an independent risk factor for infec-

tion after liver transplantation. **Conclusion:** Donor blood sodium <155 mmol/L may result in an increase in the highest ALT level after liver transplantation. The highest ALT level after liver transplantation increases with the reduction in ΔNa . MELD score is an independent risk factor for infection after liver transplantation.

【Key words】liver transplantation; donor blood sodium; donor-recipient blood sodium difference

肝移植是终末期肝病的有效治疗手段,随着科学的发展、医疗的进步,目前肝移植手术已经广泛在各大医院开展,而肝移植供体的选择及供体的器官维护对于移植手术成功开展至关重要。之前有研究发现^[1-2],肝移植供体血钠大于 155 mmol/L 影响移植患者结局,供体高钠血症可能对肝移植患者肝功能恢复造成影响,并可能增加术后并发症发生^[3]。供体血钠大于 155 mmol/L 是肝移植肝源选择的边缘供体范围^[4-5]。目前有大量研究发现,供体高钠血症对肝移植患者肝功能恢复及预后无明显影响^[6-9]。但目前仍以积极纠正供体高血钠为供体维护目标,是供体维护的重要方面^[10],而对于具体降钠目标值不确切,目前尚未界定肝移植供体血钠的最适值。肝移植是供体肝移植到受体身上发挥作用,受体内环境会影响到移植肝的功能,肝移植受体的血钠应该被纳入考虑范围,尚未发现有关供受体血钠差值对肝移植术后肝功能影响研究,本文对进行供体器官维护并行肝移植手术患者进行回顾性资料分析,了解供体血钠、供受体血钠差值对肝移植患者术后的影响。根据边缘供体血钠值以及参考文献研究中供体血钠的分组,本文以供体血钠 155 mmol/L 为分组的界值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2016 年 7 月至 2018 年 5 月我院普外科 ICU 进行供体器官维护并行肝移植手术的供体及移植患者,期间肝移植患者共 30 余例,选择其中供体于我院维护并行肝移植手术病例,共收集肝移植病例 20 例,相应的供体 20 例。20 例供体中,男性 17 例,女性 3 例,年龄 11~68 岁,平均年龄 (37.00 ± 17.71) 岁,其中脑外伤 13 例、脑出血 3 例、脑肿瘤 2 例、心肺复苏后 2 例。20 例肝移植病例,其中原发性肝癌 13 例、乙肝后肝硬化 6 例、自身免疫肝硬化 1 例,男性 17 例、女性 3 例,年龄 31~72 岁,平均年龄 (49.50 ± 9.85) 岁。移植患者共发生术后相关并发症 9 例,其中感染并发症 6 例、胆管狭窄 2 例、胃十二指肠动脉出血 1 例,感染并发症中血流感染 3 例、肺部感染 2 例、腹腔感染 1 例,1 例死亡,1 例自动出院,

余 18 例均好转出院。

供体维护:所有供体均经器官移植中心红十字会联系入院,符合器官移植伦理及程序要求。入院后常规进行供体器官维护,维持内环境稳定,积极纠正水电解质紊乱及低蛋白血症,高钠患者积极通过限钠、补液、胃注温开水等措施降低血钠。

肝移植:肝移植患者需排除暴发性肝衰竭、再次移植、同时肝/肾移植病例,所有患者均行经典原位肝移植术,胆道重建采用胆管端端吻合,未放置 T 管,手术后,所有患者送回普外科 ICU 治疗,病情相对稳定后转回普通病房。肝移植术后基础免疫抑制方案均为三联方案:激素+骁悉胶囊+他克莫司(FK506)。

1.2 数据收集

记录供体及肝移植患者临床资料,供体包括年龄、性别、入院血钠、最高血钠、移植时血钠。相应的肝移植受体资料包括年龄、性别、体质指数、肝病分型、终末期肝病模型评分(model for end-stage liver disease, MELD)、急性生理学和慢性健康评分(acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)、术前血钠、术前总胆红素(total bilirubin, TB)、ALT、AST,记录肝移植患者术后最高 TB、最高 AST、最高 ALT、肝功能恢复时间、ICU 住院时间、总住院时间、并发症及转归。MELD 评分^[11] $R=3.8 \times \ln[\text{胆红素}(\text{mg/dL})] + 11.2 \times \ln(\text{INR}) + 9.6 \times \ln[\text{肌酐}(\text{mg/dL})] + 6.4$ (病因:胆汁性或酒精性 0,其他 1)。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 19.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用成组设计的 t 检验、单因素方差分析,组间两两比较采用 LSD- t 分析方法,两变量相关性采用双变量 Pearson 相关分析;计数资料以频数或百分率表示;采用线性逐步回归分析方法进行危险因素分析,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 供体最高血钠对肝移植患者术后影响

将供体最高血钠分为 $Na > 155$ mmol/L、 $Na < 155$ mmol/L 2 组(分组依据详见前言),其中 $Na > 155$ mmol/L 组 14 例,平均血钠 (168.86 ± 9.76) mmol/L, $Na < 155$ mmol/L 组 6 例,平均血钠 (146.00 ± 7.29) mmol/L,2 组供体相应的肝移植患者年龄、体质指数、术前 MELD 评分、APACHE II 评分差异无统计学意义,肝移植患者术后最高总胆红素、最高 ALT、AST、肝功

能恢复时间、ICU 住院时间、总住院时间差异无统计学意义(表 1)。

2.2 供体移植时血钠对肝移植患者术后影响

将供体移植时血钠分为 $\text{Na}>155\text{ mmol/L}$ 、 $\text{Na}<155\text{ mmol/L}$ 两组, $\text{Na}>155\text{ mmol/L}$ 组 8 例, 平均血钠(163.25 ± 7.76) mmol/L , $\text{Na}<155\text{ mmol/L}$ 组 12 例, 平均血钠(145.58 ± 6.92) mmol/L , 两组供体相应的肝移植患者年龄、体质指数、术前 MELD 评分、APACHE II 评分差异无统计学意义(表 2), 肝移植患者术后最高 TB、最高 AST、肝功能恢复时间、ICU 住院时间、总住院时间差异无统计学意义。而 $\text{Na}<155\text{ mmol/L}$ 组术后最高 ALT 更高, 差异有统计学意义($t=-2.700, P=0.015$)。

2.3 供受体血钠差值对肝移植患者术后影响

供受体血钠差值 ΔNa 分为 $\Delta\text{Na}<10\text{ mmol/L}$ 、 $\Delta\text{Na}=10\sim20\text{ mmol/L}$ 、 $\Delta\text{Na}>20\text{ mmol/L}$ 3 组, 3 组成对患者分别为 11、4、5 例。单因素方差分析显示, 3 组肝移植患者年龄、性别、体质指数、术前 MELD 评分、APACHE II 评分以及术前 TB、AST、ALT 差异无统计学意义; 对于术后最高 ALT 差异有统计学意义($F=6.714, P=0.007$)(表 3); LSD- t 两两比较显示, $\Delta\text{Na}<10\text{ mmol/L}$ 组与 $\Delta\text{Na}=10\sim20\text{ mmol/L}$ 、 $\Delta\text{Na}>20\text{ mmol/L}$ 组差异有统计学意义($P=0.012, P=0.007$), $\Delta\text{Na}<10\text{ mmol/L}$ 组最高 ALT 相对其他 2 组更高, $\Delta\text{Na}=10\sim20\text{ mmol/L}$ 与 $\Delta\text{Na}>20\text{ mmol/L}$ 组最高 ALT 差异无统计学意义($P=0.999$)。

2.4 供受体血钠差值 ΔNa 与肝移植患者术后最高 ALT 关系

将供受体血钠差值 ΔNa 与肝移植患者术后最高 ALT 进行 Pearson 相关分析, 并做散点图(图 1)。结果示两者存在线性负相关(相关系数 $R=-0.579, P=0.007$), 提示 ΔNa 越小, 术后最高 ALT 越大, ΔNa 越大, 术后最高 ALT 越小。

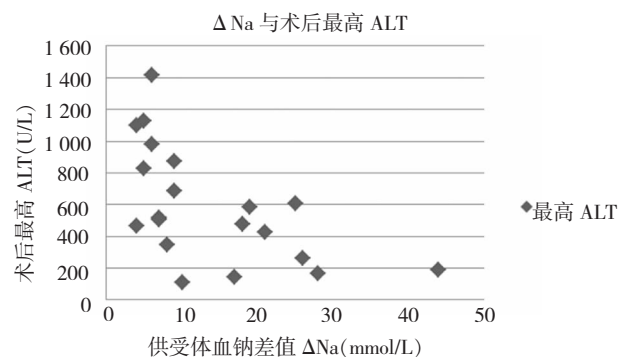


图 1 供受体血钠差值 ΔNa 与术后最高 ALT 散点图

2.5 肝移植术后感染并发症发生危险因素进行线性逐步回归分析

纳入供体年龄、供体最高血钠、移植时血钠、受体年龄、体质指数、术前 MELD 评分、 ΔNa 、术前 TB、术前 ALT 及 AST、术后最高 TB、术后最高 ALT 及 AST 指标。结果表明, 术前 MELD 评分是肝移植术后感染并发症发生独立危险因素(表 4)。

表 1 供体最高血钠对肝移植患者术后影响

指标	$\text{Na}>155\text{ mmol/L}$ ($n=14$)	$\text{Na}<155\text{ mmol/L}$ ($n=6$)	t 值	P 值
年龄(岁)	48.93 ± 11.50	50.83 ± 11.50	-0.387	0.703
体质指数(kg/m^2)	22.27 ± 3.47	22.14 ± 4.22	0.075	0.941
MELD	11.57 ± 5.88	9.67 ± 3.33	0.737	0.471
APACHE II	15.14 ± 1.92	16.33 ± 2.07	-1.246	0.229
最高 TB($\mu\text{mol/L}$)	107.81 ± 64.02	116.70 ± 77.99	-0.267	0.792
最高 ALT(U/L)	505.71 ± 270.88	790.33 ± 498.06	-1.319	0.233
最高 AST(U/L)	1114.43 ± 711.50	1805.17 ± 1143.28	-1.658	0.115
肝功恢复时间(d)	19.21 ± 11.54	29.33 ± 11.61	-1.794	0.090
ICU 住院时间(d)	5.50 ± 3.78	5.33 ± 2.34	0.099	0.922
总住院时间(d)	39.54 ± 17.61	48.50 ± 18.93	-1.008	0.327

表 2 供体移植时血钠对肝移植患者术后影响

指标	$\text{Na}>155\text{ mmol/L}$ ($n=8$)	$\text{Na}<155\text{ mmol/L}$ ($n=12$)	t 值	P 值
年龄(岁)	48.13 ± 12.32	50.42 ± 8.30	-0.499	0.624
体质指数(kg/m^2)	21.41 ± 3.33	22.78 ± 3.80	-0.827	0.419
MELD	12.88 ± 6.90	9.75 ± 3.57	1.335	0.198
APACHE II	15.25 ± 2.38	15.67 ± 1.78	-0.450	0.658
最高 TB($\mu\text{mol/L}$)	119.66 ± 82.25	104.35 ± 56.85	0.494	0.627
最高 ALT(U/L)	357.00 ± 190.50	747.17 ± 375.34	-2.700	0.015
最高 AST(U/L)	952.13 ± 483.45	1568.00 ± 1029.73	-1.570	0.134
肝功恢复时间(d)	18.63 ± 12.09	24.67 ± 12.20	-1.089	0.291
ICU 住院时间(d)	5.75 ± 4.74	5.25 ± 2.22	0.319	0.753
总住院时间(d)	46.50 ± 19.13	39.36 ± 17.44	0.846	0.409

表 3 供受体血钠差值对肝移植患者术后影响

指标	$\Delta Na < 10 \text{ mmol/L} (n=11)$	$\Delta Na = 10 \sim 20 \text{ mmol/L} (n=4)$	$\Delta Na > 20 \text{ mmol/L} (n=5)$	F 值	P 值
年龄(岁)	50.27 ± 8.68	48.75 ± 5.74	48.40 ± 15.63	0.069	0.934
体质指数(kg/m ²)	23.11 ± 3.79	23.06 ± 3.73	19.63 ± 1.91	1.917	0.178
MELD	9.64 ± 3.83	13.00 ± 3.74	12.80 ± 8.53	0.930	0.414
APACHE II	15.27 ± 1.19	16.75 ± 3.77	15.00 ± 1.99	1.025	0.380
术前 TB($\mu\text{mol/L}$)	27.65 ± 13.35	95.48 ± 64.69	135.18 ± 166.73	2.945	0.080
术前 ALT(U/L)	42.09 ± 11.76	45.75 ± 11.87	205.20 ± 341.90	1.786	0.198
术前 AST(U/L)	44.82 ± 21.72	72.50 ± 37.81	105.60 ± 94.68	2.452	0.116
最高 TB($\mu\text{mol/L}$)	90.35 ± 31.08	128.9 ± 91.88	140.02 ± 98.56	1.172	0.334
最高 ALT(U/L)	805.00 ± 332.90	329.75 ± 237.43	329.60 ± 186.21	6.714	0.007
最高 AST(U/L)	1 673.64 ± 1 009.49	743.25 ± 523.89	1 010.00 ± 479.50	2.270	0.134
恢复时间(d)	23.36 ± 11.89	22.25 ± 13.60	19.80 ± 14.36	0.133	0.876
ICU 住院时间(d)	5.36 ± 2.29	4.75 ± 1.71	6.20 ± 6.06	0.198	0.822
总住院时间(d)	36.30 ± 14.95	51.75 ± 22.40	47.00 ± 19.35	1.321	0.295

表 4 术后感染并发症线性逐步回归分析结果

变量	B	标准误	β 值	t 值	P 值
MELD评分	0.028	0.008	0.619	3.436	0.003

3 讨 论

肝脏移植是终末期肝病的有效治疗手段。我国是肝病大国,肝移植技术的不断发展是肝病患者福音,而肝移植供体的选择评估直接关系到捐献能否成功,是肝移植手术成功的关键环节。潜在供体维护的目标是使所需器官的生理功能达到最优化,使供体器官生理状况处于最佳的平衡状态。器官捐献者发生脑死亡或心脏骤停后会引发一系列病理生理变化,通常存在神经体液调节失常^[12],表现为血流动力学不稳定、器官组织灌注不足以及水电解质酸碱失衡等,高钠血症是常见的电解质代谢紊乱类型,而之前有研究发现^[1-4],供体高钠血症影响肝移植后肝功能恢复及并发症发生,供体血钠大于 155 mmol/L 被纳入边缘供体范围^[5],高钠血症供体以积极降血钠为器官维护目标^[6],而对于供体血钠的最佳水平目前尚无定论。

Cywinski 等^[6]通过回顾性研究发现,供体血钠是否大于 155 mmol/L 对肝移植后早期肝无功能、住院时间、血液制品使用、短期生存率差异无统计学意义。Mangus 等^[7]回顾性分析纳入 1 030 病例的大型数据发现,供体血钠分为 160 mmol/L、160~170 mmol/L、170 mmol/L 3 组,3 组供体对肝移植后 ALT 和总胆

红素、原发性肝无功能、移植后 30 d 和 1 年患者存活率无明显影响。Goldaracena 等^[8]分析扩大边缘供体及标准供体对肝移植影响,其中包括高钠血症供体,发现移植患者肝功能、住院时间、30 d 及 1 年生存率无明显影响。Kaseje 等^[9]分析供体高钠血症对小儿肝移植影响,以血钠 160 mmol/L 为分界点,未发现高钠血症供体对移植后 30 d 死亡率、肝衰竭率有影响。本文统计学数据发现,供体最高血钠、移植时血钠是否大于 155 mmol/L,与肝移植术后肝功能、住院时间、并发症发生无统计学差异,这与其他有关供体高钠血症对肝移植无明显影响研究相符合。本文发现供体血钠低于 155 mmol/L 肝移植术后最高 ALT 更高,结合文献报道^[13],低钠血症供体对肝移植后肝功能及生存率造成不良影响,这提示供体血钠偏低可能影响肝移植后肝功能。供体血钠对肝移植影响具体机制不明确,可能是通过影响细胞渗透压产生作用。

Cywinski 等^[6]发现,肝移植供受体血钠差值对肝移植后肝功能恢复时间、ICU 住院时间、总住院时间、生存率无明显差异,未对肝移植术后最高 TB、ALT、AST 影响进行数据分析。本文统计学数据发现,供受体血钠差值 3 组 $\Delta Na < 10 \text{ mmol/L}$ 、 $\Delta Na = 10 \sim 20 \text{ mmol/L}$ 、 $\Delta Na > 20 \text{ mmol/L}$ 对肝移植后最高总胆红素、最高 AST、肝功能恢复时间、ICU 住院时间、总住院时间

差异无统计学意义,但供受体血钠差值对肝移植后最高 ALT 有影响,且差值越小,ALT 更高,差值增加,ALT 更低,本文统计学显示 $\Delta\text{Na}=10\sim 20\text{ mmol/L}$ 与 $\Delta\text{Na}>20\text{ mmol/L}$ 最高 ALT 无明显差异,说明可能差值增加到一定程度后,ALT 不再下降,但因本文数据样本量较小, ΔNa 影响最高 ALT 的具体节点不能明确。对于这一发现具体机制尚不十分明确,之前无相关研究。因 ALT 增加可能与肝细胞通透性增加有关,血钠是影响渗透压的重要因素,结合血钠差值增加到一定程度后 ALT 不再改变,这可能与细胞渗透压改变有关,但渗透压影响因素还有血糖、尿素氮、胶体渗透压等指标,本文未包括,也可能供受体血钠差值对肝移植影响不仅仅是渗透压,具体机制尚不明确。

肝移植患者免疫力低下,感染是肝移植术后最常见并发症^[14],影响患者预后。本文逐步回归分析显示肝移植患者术前 MELD 评分是感染并发症发生的危险因素,且术前 MELD 评分越高越易发生术后感染。MELD 评分是评价肝病患者的肝功能可靠指标^[11],MELD 评分越高,肝功能越差,一般情况越差,免疫力低下明显,感染并发症发生率越高。

4 结 论

本文数据分析示供体最高血钠、移植时供体血钠对肝移植患者术后最高总胆红素、最高 AST、肝功能恢复时间、ICU 住院时间、总住院时间无影响,移植时供体血钠低于 155 mmol/L 肝移植患者术后最高 ALT 更高。供受体血钠差值越小,术后最高 ALT 更高,差值增加,最高 ALT 下降,可能差值增加大于一定程度后最高 ALT 不再下降。回归分析显示术前 MELD 评分是肝移植患者术后感染并发症发生的独立危险因素。本研究存在一定局限性,样本量小,且为回顾性研究,供受体血钠差值对肝移植术后最高 ALT 影响具体机制不清楚,需要更大样本进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] Totsuka E, Dodson F, Urakami A, et al. Influence of high donor serum sodium levels on early postoperative graft function in human liver transplantation: effect of correction of donor hyponatremia[J]. *Liver Transpl Surg*, 1999, 5(5): 421-428.
- [2] Totsuka E, Fung U, Hakamada K, et al. Analysis of clinical variables of donors and recipients with respect to short-term graft outcome in human liver transplantation[J]. *Transplant Proc*, 2004, 36(8): 2215-2218.
- [3] Kaseje N, Leuthold S, Mentha G, et al. Donor hyponatremia influences outcomes following pediatric liver transplantation[J]. *Eur J Pediatr Surg*, 2013, 23(1): 8-13.
- [4] Tisone G, Manzia TM, Zazza S, et al. Marginal donors in liver transplantation[J]. *Transplantation Proceedings*, 2004, 36(3): 525-526.
- [5] 王 东, 朱继业. 临床肝移植中边缘供体的应用[J]. *中华肝脏病杂志*, 2008, 16(4): 251-253.
- [6] Cywinski JB, Mascha E, Miller C, et al. Association between donor-recipient serum sodium differences and orthotopic liver transplant graft function[J]. *Liver Transplantation*, 2008, 14(1): 59-65.
- [7] Mangus RS, Fridell JA, Vianna RM, et al. Severe hyponatremia in deceased liver donors does not impact early transplant outcome[J]. *Transplantation*, 2010, 90(4): 438-443.
- [8] Goldaracena N, Quiñonez E, Méndez P, et al. Extremely marginal liver grafts from deceased donors have outcomes similar to ideal grafts[J]. *Transplant Proc*, 2012, 44(7): 2219-2222.
- [9] Kaseje N, McLin V, Toso C, et al. Donor hyponatremia before procurement and early outcomes following pediatric liver transplantation[J]. *Liver Transplantation*, 2015, 21(8): 1076-1081.
- [10] Busuttil RW, Tanaka K. The utility of marginal donors in liver transplantation[J]. *Liver Transplantation*, 2003, 9(7): 651-663.
- [11] Asrani SK, Kamath PS. Model for end-stage liver disease score and MELD exceptions: 15 years later[J]. *Hepatol Int*, 2015, 9(3): 346-354.
- [12] Chamorro C, Falcon JA, Michelena JC. Controversial points in organ donor management[J]. *Transplantation Proceedings*, 2009, 41(8): 3473-3475.
- [13] Kim WR, Biggins SW, Kremers WK, et al. Hyponatremia and mortality among patients on the liver-transplant waiting list[J]. *The New England Journal of Medicine*, 2008, 359(10): 1018-1026.
- [14] Kim SI, Kim YJ, Jun YH, et al. Epidemiology and risk factors for bacteremia in 144 consecutive living donor liver transplant recipients[J]. *Yonsei Med J*, 2009, 50(1): 112-121.

(责任编辑: 张辉洁)