

• 论 著 •

血清同型半胱氨酸、脂蛋白(a)对维持性血液透析患者自体动静脉内瘘失功的预测价值*

林超师¹,何培燕²,周秀芬²,陈焕红¹,黄耀辉¹

广州中医药大学顺德医院附属均安医院(佛山市顺德区均安医院):

1. 内三科;2. 内一科,广东佛山 528329

摘要:**目的** 探究血清同型半胱氨酸(HCY)、脂蛋白(a)[Lp(a)]对维持性血液透析(MHD)患者自体动静脉内瘘(AVF)失功的预测价值。**方法** 选取2022年1—12月该院收治的MHD患者175例作为观察组,无AVF失功的103例患者作为观察1组,AVF失功的72例患者作为观察2组;选取同期来该院门诊体检中心健康体检的175例健康者作为对照组;酶联免疫吸附试验检测HCY、Lp(a)水平;Pearson法分析HCY、Lp(a)与临床指标的相关性;多因素Logistic回归分析MHD患者AVF失功的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清HCY、Lp(a)对MHD患者AVF失功的预测价值。**结果** 与对照组相比,观察1组血清HCY、Lp(a)水平升高($P<0.05$);与对照组和观察1组相比,观察2组血清HCY、Lp(a)水平升高($P<0.05$);观察2组血清HCY、Lp(a)与超滤量呈负相关($P<0.05$),HCY、Lp(a)与甲状旁腺激素(PTH)、血磷(P)、尿酸(UA)呈正相关($P<0.05$);多因素Logistic回归分析发现,HCY、Lp(a)、PTH、P、UA、糖尿病肾病、内瘘使用时间 ≥ 12 个月、穿刺点压迫时间 ≥ 30 min、前臂动静脉内径 <2 mm、管腔狭窄是影响MHD患者AVF失功的危险因素($P<0.05$),超滤量是影响MHD患者AVF失功的保护因素($P<0.05$);ROC曲线结果显示,HCY、Lp(a)各自单独及联合预测MHD患者AVF失功的曲线下面积分别为0.822、0.820、0.908($Z_{\text{联合vs. HCY}}=3.144$ 、 $Z_{\text{联合vs. Lp(a)}}=2.925$, $P<0.05$)。**结论** AVF失功的MHD患者血清HCY、Lp(a)水平升高,二者是MHD患者AVF失功的影响因素,二者联合预测MHD患者AVF失功的价值较高。

关键词:维持性血液透析; 自体动静脉内瘘; 失功; 预测

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2025.07.016 **中图法分类号:**R446.1

文章编号:1673-4130(2025)07-0850-07 **文献标志码:**A

Predictive value of serum homocysteine and lipoprotein (a) in autologous arteriovenous fistula failure in patients undergoing maintenance hemodialysis*

LIN Chaoshi¹, HE Peiyan², ZHOU Xiufen², CHEN Huanhong¹, HUANG Yaohui¹

1. Third Departments of Internal Medicine; 2. First Department of Internal Medicine, Jun'an Hospital Affiliated to Shunde Hospital of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine (Jun'an Hospital of Shunde District, Foshan), Foshan, Guangdong 528329, China

Abstract:**Objective** To investigate the predictive value of serum homocysteine (HCY) and lipoprotein (a) [Lp(a)] in autologous arteriovenous fistula (AVF) failure in patients undergoing maintenance hemodialysis (MHD). **Methods** A total of 175 patients with MHD admitted to the hospital from January to December 2022 were selected as the observation group, among them, 103 patients without AVF failure were selected as observation group 1, and 72 patients with AVF failure were selected as observation group 2. 175 healthy individuals who underwent physical examinations at the outpatient examination center of the hospital during the same period were selected as the control group. Enzyme-linked immunosorbent assay was used to detect the levels of HCY and Lp(a). Pearson method was used to analyze the correlation between HCY, Lp(a) with clinical indicators. Multivariate Logistic regression analysis was performed to analyze the influencing factors of AVF failure in MHD patients. Receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to analyze the predictive value of serum HCY and Lp(a) for AVF failure in MHD patients. **Results** Compared with the control group, the serum levels of HCY and Lp(a) in observation group 1 were increased ($P<0.05$). Compared with the control group and observation group 1, the serum levels of HCY and Lp(a) in observation group 2 were in-

* 基金项目:佛山市自筹经费类科技创新项目(2220001003909)。
作者简介:林超师,男,副主任医师,主要从事肾脏病学方向的研究。

creased ($P < 0.05$). The serum levels of HCY and Lp(a) in observation group 2 were negatively correlated with ultrafiltration amount ($P < 0.05$), and HCY and Lp(a) were positively correlated with parathyroid hormone (PTH), blood phosphorus (P), uric acid (UA) ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that HCY, Lp(a), PTH, P, UA, diabetic nephropathy, duration of endovascular fistula use ≥ 12 months, duration of puncture point compression ≥ 30 min, and arteriovenous internal diameter < 2 mm and vascular stenosis were the risk factors for AVF failure in MHD patients ($P < 0.05$), and ultrafiltration amount was a protective factor for AVF failure in MHD patients ($P < 0.05$). ROC curve results showed that the area under the curve of HCY and Lp(a) alone and in combination in the prediction of AVF failure in MHD patients were 0.822, 0.820 and 0.908, respectively ($Z_{\text{combination vs. HCY}} = 3.144$, $Z_{\text{combination vs. Lp(a)}} = 2.925$, $P < 0.05$).

Conclusion The serum levels of HCY and Lp(a) in MHD patients with AVF failure are increased. They are the influencing factors of AVF failure in MHD patients, and the value of the combination of the two for predicting AVF failure in MHD patients is relatively high.

Key words: maintenance hemodialysis; autologous arteriovenous fistula; failure; prediction

维持性血液透析(MHD)是慢性肾功能衰竭的关键治疗干预措施,通过清除体内的废物和多余液体来维持患者的生命^[1]。自体动静脉内瘘(AVF)是接受MHD患者的主要血管通路,具有安全、血流量充足、感染风险低、透析充足、通路寿命长、不干扰患者日常生活等优点^[2-3],然而,AVF失功会损害患者治疗结果和生活质量,并带来严重的并发症风险,包括感染、动脉瘤出血和血栓形成^[4]。因此,能够对MHD患者AVF失功进行早期预测具有至关重要的临床意义。同型半胱氨酸(HCY)是一种非蛋白性含硫氨基酸,在必需氨基酸蛋氨酸代谢过程中形成,可以引起肾血管损伤^[5]。脂蛋白(a)[Lp(a)]是一种低密度、含胆固醇的脂蛋白,Lp(a)水平升高与动脉粥样硬化性心血管疾病和钙化性主动脉瓣狭窄有关^[6]。目前关于血清HCY、Lp(a)水平对MHD患者AVF失功的预测研究较少,因此,本研究对MHD患者血清中HCY、Lp(a)水平进行检测分析,评估二者对MHD患者AVF失功的预测效能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1—12月本院收治的175例MHD患者作为观察组,所有患者每3个月进行1次AVF评估^[7],并记录患者是否出现AVF失功,截止到2023年12月,无AVF失功的103例患者作为观察1组,其中男53例,女50例,平均年龄(66.08 ± 5.52)岁;AVF失功的72例患者作为观察2组,其中男40例,女32例,平均年龄(65.25 ± 6.32)岁;选取同期来本院门诊体检中心健康体检的175例体检健康志愿者作为对照组,其中男95例,女80例,平均年龄(65.82 ± 4.11)岁;3组性别、年龄比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。纳入标准:(1)观察组患者在入组时未出现AVF失功;(2)已建立并使用AVF作为血液透析的血管通路;(3)年龄在18岁以上;(4)血液透析治疗时间不少于3个月,以确保AVF的成熟和稳定性;(5)对照组无任何已知的慢性疾病或急性疾病。排除标准:(1)活动性感染、恶性肿

瘤或其他严重并发症;(2)近1个月内有心血管事件(如心肌梗死、脑卒中);(3)有影响钙、磷代谢的药物使用史,如糖皮质激素、钙剂、磷酸盐合剂等;(4)结缔组织病、严重营养不良、精神疾病或其他可能影响研究结果的疾病。所有受试者均签署知情同意书,同意参与本研究。本研究经本院伦理委员会批准通过。

1.2 方法

1.2.1 血清HCY、Lp(a)水平的检测 采集所有受试者入组当日5 mL清晨空腹静脉血,进行离心处理,以2 500 r/min速度,离心25 min,分离上层血清,运用酶联免疫吸附试验(ELISA)测定血清中HCY、Lp(a)水平。ELISA试剂盒由上海江莱生物科技有限公司提供。

1.2.2 临床指标收集 收集性别、年龄、体重指数(BMI)、透析龄、基础肾病构成、超滤量、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、甲状旁腺激素(PTH)、血钙(Ca)、血磷(P)、尿酸(UA)、空腹血糖(FPG)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、血红蛋白(Hb)、白蛋白(ALB)、血小板计数(PLT)、纤维蛋白原(FIB)、内瘘使用时间、穿刺点压迫时间、前臂动静脉内径、吻合方式、术前血管超声等临床指标。

1.3 统计学处理 采用SPSS25.0处理数据,计量资料经过Shapiro-Wilk检验以评估其正态性,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较行 t 检验;多组间比较行单因素方差分析,两两比较使用SNK- q 检验;计数资料以频数或百分率表示,组间比较行 χ^2 检验;Pearson法分析血清HCY、Lp(a)与临床指标的相关性;采用多因素Logistic回归分析MHD患者AVF失功的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清HCY、Lp(a)对MHD患者AVF失功的预测价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 观察组和对照组临床指标比较 观察组SBP、DBP、PTH、P、UA、FPG、TG、FIB水平明显高于对照

组($P<0.05$), 观察组 Hb、ALB、PLT 水平明显低于对照组($P<0.05$), 其他临床指标比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

2.2 观察 1 组和观察 2 组临床指标比较 观察 2 组糖尿病肾病、内瘘使用时间 ≥ 12 个月、穿刺点压迫时

间 ≥ 30 min、前臂动静脉内径 < 2 mm、管腔狭窄占比
较观察 1 组更高($P<0.05$), 观察 2 组的超滤量较观察 1 组更低($P<0.05$), 观察 2 组 PTH、P、UA 水平较观察 1 组更高($P<0.05$), 其他指标比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 1 观察组和对对照组临床指标比较($\bar{x}\pm s$ 或 n/n)				
项目	对照组($n=175$)	观察组($n=175$)	t/χ^2	P
年龄(岁)	65.82 $\pm$ 4.11	65.74 $\pm$ 4.35	0.133	0.895
性别(男/女)	95/80	93/82	0.046	0.830
BMI(kg/m ²)	22.58 $\pm$ 2.48	22.39 $\pm$ 2.37	0.733	0.464
SBP(mmHg)	109.33 $\pm$ 9.24	118.47 $\pm$ 10.45	8.668	<0.001
DBP(mmHg)	71.08 $\pm$ 8.21	89.46 $\pm$ 8.38	20.726	<0.001
PTH(ng/L)	208.19 $\pm$ 21.42	320.55 $\pm$ 29.91	40.403	<0.001
Ca(mmol/L)	2.43 $\pm$ 0.41	2.25 $\pm$ 0.32	0.439	0.661
P(mmol/L)	1.15 $\pm$ 0.26	1.45 $\pm$ 0.29	10.189	<0.001
UA(μ mol/L)	282.34 $\pm$ 21.47	352.47 $\pm$ 28.36	26.082	<0.001
FPG(mmol/L)	5.28 $\pm$ 0.71	6.14 $\pm$ 1.27	7.819	<0.001
TC(mmol/L)	3.93 $\pm$ 0.89	3.57 $\pm$ 0.78	1.789	0.075
TG(mmol/L)	0.92 $\pm$ 0.18	1.34 $\pm$ 0.26	17.570	<0.001
LDL-C(mmol/L)	2.57 $\pm$ 0.61	2.48 $\pm$ 0.59	1.403	0.162
Hb(g/L)	140.54 $\pm$ 13.35	128.67 $\pm$ 9.34	9.638	<0.001
ALB(g/L)	41.27 $\pm$ 6.24	38.35 $\pm$ 4.68	4.952	<0.001
PLT($\times 10^9$ /L)	305.67 $\pm$ 33.48	211.71 $\pm$ 20.57	69.699	<0.001
FIB(g/L)	2.91 $\pm$ 0.67	3.92 $\pm$ 0.68	13.996	<0.001

表 2 观察 1 组和观察 2 组临床指标比较($\bar{x}\pm s$ 或 n/n 或 $n(\%)$)				
项目	观察 1 组($n=103$)	观察 2 组($n=72$)	t/χ^2	P
年龄(岁)	66.08 $\pm$ 5.52	65.25 $\pm$ 6.32	0.922	0.358
性别(男/女)	53/50	40/32	0.286	0.593
BMI(kg/m ²)	22.11 $\pm$ 2.79	22.79 $\pm$ 3.56	1.415	0.159
透析龄(月)	47.62 $\pm$ 6.47	48.15 $\pm$ 5.63	0.562	0.575
糖尿病肾病(是)	38(36.89)	43(59.72)	8.883	0.003
超滤量(mL/min)	5.64 $\pm$ 1.41	3.27 $\pm$ 0.61	13.404	<0.001
SBP(mmHg)	117.93 $\pm$ 19.67	119.25 $\pm$ 10.61	0.519	0.605
DBP(mmHg)	89.04 $\pm$ 9.35	90.06 $\pm$ 7.68	0.763	0.447
PTH(ng/L)	319.25 $\pm$ 6.58	322.41 $\pm$ 3.56	3.711	<0.001
Ca(mmol/L)	2.29 $\pm$ 0.46	2.19 $\pm$ 0.35	1.556	0.122
P(mmol/L)	1.37 $\pm$ 0.11	1.56 $\pm$ 0.28	6.238	<0.001
UA(μ mol/L)	351.14 $\pm$ 7.59	354.38 $\pm$ 1.49	3.571	<0.001
FPG(mmol/L)	6.09 $\pm$ 1.33	6.22 $\pm$ 1.41	0.621	0.536
TC(mmol/L)	3.51 $\pm$ 1.09	3.65 $\pm$ 1.12	0.827	0.410
TG(mmol/L)	1.33 $\pm$ 0.19	1.36 $\pm$ 0.21	0.984	0.326
LDL-C(mmol/L)	2.49 $\pm$ 0.61	2.47 $\pm$ 0.58	0.218	0.828
Hb(g/L)	129.06 $\pm$ 11.35	128.11 $\pm$ 11.22	0.547	0.585
ALB(g/L)	39.21 $\pm$ 8.25	37.12 $\pm$ 7.23	1.734	0.085

续表 2 观察 1 组和观察 2 组临床指标比较[$\bar{x}\pm s$ 或 n/n 或 $n(\%)$]

项目	观察 1 组($n=103$)	观察 2 组($n=72$)	t/χ^2	P
PLT($\times 10^9/L$)	212.22 $\pm$ 11.24	210.97 $\pm$ 12.13	0.701	0.484
FIB(g/L)	3.87 $\pm$ 0.78	3.99 $\pm$ 0.79	0.996	0.321
内瘘使用时间(个月)			13.539	<0.001
≥ 12	41(39.81)	49(68.06)		
<12	62(60.19)	23(31.94)		
穿刺点压迫时间(min)			12.608	<0.001
≥ 30	45(43.69)	51(70.83)		
<30	58(56.31)	21(29.17)		
前臂动静脉内径(mm)			14.208	<0.001
≥ 2	71(68.93)	29(40.28)		
<2	32(31.07)	43(59.72)		
吻合方式			0.069	0.793
端侧吻合	55(53.40)	37(51.39)		
非端侧吻合	48(46.60)	35(48.61)		
术前血管超声			15.452	<0.001
管腔狭窄	39(37.86)	49(68.06)		
无管腔狭窄	64(62.14)	23(31.94)		

2.3 3 组血清 HCY、Lp(a)水平比较 与对照组相比,观察 1 组血清 HCY、Lp(a)水平升高($P<0.05$);与对照组和观察 1 组相比,观察 2 组血清 HCY、Lp(a)水平升高($P<0.05$)。见表 3。

表 3 两组血清 HCY、Lp(a)水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	HCY($\mu\text{mol/L}$)	Lp(a)(mg/L)
对照组	175	8.74 $\pm$ 1.85	121.56 $\pm$ 12.45
观察 1 组	103	11.39 $\pm$ 2.47 ^a	163.44 $\pm$ 18.37 ^a
观察 2 组	72	15.61 $\pm$ 3.64 ^{ab}	198.34 $\pm$ 22.14 ^{ab}
F		195.970	592.250
P		<0.001	<0.001

注:与对照组比较,^a $P<0.05$,与观察 1 组比较,^b $P<0.05$ 。

2.4 观察 2 组血清 HCY、Lp(a)与临床指标相关性分析 由 Pearson 法分析可知,HCY、Lp(a)与超滤量呈负相关($P<0.05$),HCY、Lp(a)与 PTH、P、UA 呈正相关($P<0.05$)。见表 4。

表 4 HCY、Lp(a)与临床指标相关性分析

项目	HCY		Lp(a)	
	r	P	r	P
超滤量	-0.474	<0.001	-0.522	<0.001
PTH	0.629	<0.001	0.519	<0.001
P	0.611	<0.001	0.453	<0.001
UA	0.513	<0.001	0.524	<0.001

2.5 多因素 Logistic 回归分析影响 MHD 患者 AVF

失功的因素 将 2.2 和 2.3 中差异有统计学意义的指标[HCY、Lp(a)、超滤量、PTH、P、UA、糖尿病肾病、内瘘使用时间、穿刺点压迫时间、前臂动静脉内径、术前血管超声]作为自变量,AVF 失功作为因变量,变量赋值见表 5,进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示 HCY、Lp(a)、PTH、P、UA、糖尿病肾病、内瘘使用时间 ≥ 12 个月、穿刺点压迫时间 ≥ 30 min、前臂动静脉内径 < 2 mm、管腔狭窄是影响 MHD 患者 AVF 失功的危险因素($P<0.05$),超滤量是影响 MHD 患者 AVF 失功的保护因素($P<0.05$)。见表 6。

表 5 变量赋值方式

变量	赋值方式
MHD 患者 AVF 失功	否=0,是=1
HCY	连续变量
Lp(a)	连续变量
超滤量	连续变量
PTH	连续变量
P	连续变量
UA	连续变量
糖尿病肾病	无=0,有=1
内瘘使用时间	<12 个月=0, ≥ 12 个月=1
穿刺点压迫时间	<30 min=0, ≥ 30 min=1
前臂动静脉内径	≥ 2 mm=0,<2 mm=1
术前血管超声	无管腔狭窄=0,管腔狭窄=1

表 6 MHD 患者 AVF 失功的多因素分析

变量	B	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
HCY	0.805	0.264	9.301	2.237	1.333~3.753	0.002
Lp(a)	0.856	0.287	8.898	2.354	1.341~4.131	0.003
超滤量	-0.779	0.209	13.882	0.459	0.305~0.691	<0.001
PTH	0.915	0.307	8.885	2.497	1.368~4.558	0.003
P	1.108	0.344	10.379	3.029	1.543~5.945	0.001
UA	1.168	0.387	9.116	3.217	1.507~6.869	0.003
糖尿病肾病	1.270	0.405	9.838	3.562	1.610~7.878	0.002
内瘘使用时间	0.942	0.343	7.536	2.564	1.309~5.022	0.006
穿刺点压迫时间	1.110	0.389	8.145	3.035	1.416~6.506	0.004
前臂动静脉内径	1.817	0.586	9.612	6.152	1.951~19.401	0.002
术前血管超声	0.538	0.161	11.152	1.712	1.249~2.347	0.001

2.6 HCY、Lp(a)各自单独及联合检测对 MHD 患者 AVF 失功的预测价值分析 ROC 曲线分析可知, HCY、Lp(a)各自单独及联合预测 MHD 患者 AVF 失功的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.822、0.820、0.908 ($Z_{\text{联合 vs. HCY}} = 3.144$ 、 $Z_{\text{联合 vs. Lp(a)}} = 2.925$, $P < 0.05$)。见图 1、表 8。

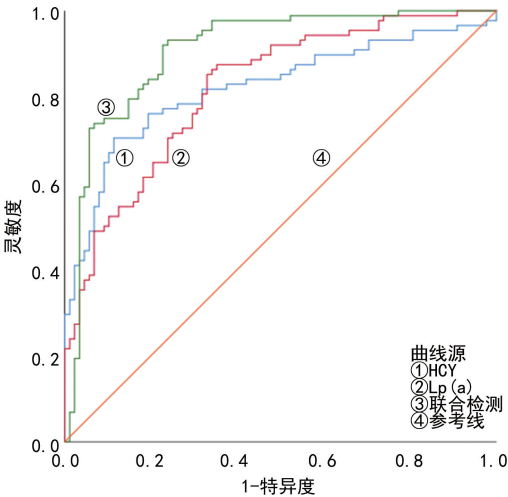


图 1 HCY、Lp(a)各自单独及联合预测 MHD 患者 AVF 失功的 ROC 曲线

表 8 HCY、Lp(a)各自单独及联合检测对 MHD 患者 AVF 失功的预测价值

项目	AUC	95%CI	灵敏度 (%)	特异度 (%)	最佳截断值
HCY	0.822	0.758~0.886	70.59	90.39	14.36 mmol/L
Lp(a)	0.820	0.759~0.880	65.53	79.26	191.67 mg/L
联合检测	0.908	0.862~0.954	94.64	77.37	—

注:—表示无数据。

3 讨 论

MHD 患者通常因为慢性肾病进展到终末期肾病而需要定期进行血液透析,在这种情况下,肾脏功能严重受损,无法有效地执行其正常的过滤和排泄功

能^[8]。AVF 是一种手术创建的连接动脉和静脉的通道,允许较大的血液流动,以适应血液透析过程中所需的高血流量^[9]。如果在日常护理中,没有及时关注血管情况,极易造成 AVF 失功,从而影响正常透析,因此,寻找 MHD 患者 AVF 失功的预测生物标志物具有重要意义。

当 HCY 在体内水平异常升高时,即为高同型半胱氨酸血症,与血管损伤和重塑存在密切关联,可通过多种机制对血管造成损伤^[10],HCY 能够通过自氧化过程产生有害的活性氧(ROS),如过氧化氢和自由基,这些物质可直接损伤血管内皮细胞和平滑肌细胞^[11-12]。HCY 可能干扰体内氧化剂与抗氧化酶之间的平衡,例如激活 NADPH 氧化酶并抑制超氧化物歧化酶(SOD),这导致氧化应激的加重^[13-15]。HCY 可能激活基质金属蛋白酶(MMPs),后者在血管炎症和重构中起到关键作用,导致血管壁的结构和功能发生改变^[16]。氧化应激和炎症反应在动脉粥样硬化的发展中发挥相互加强的作用,HCY 通过这一途径促进动脉粥样硬化的进程^[10]。HCY 增加 Hb 的氧化,这会进一步导致脂质过氧化和动脉壁上的动脉粥样硬化病变^[17]。基于此,可以猜测 HCY 可能通过上述机制损害血管,对血管健康产生负面影响,导致 AVF 失功。

Lp(a)是一种特殊的脂蛋白,由与低密度脂蛋白(LDL)相似的载脂蛋白(Apo)B 部分和独特的 Apo(a)部分组成,Lp(a)的存在可能通过其脂蛋白部分促进动脉粥样硬化,并可能通过 Apo(a)部分影响血栓形成,然而,近期研究更加重视 Lp(a)独特的促炎和促钙化效应,这些效应对血管健康有显著影响^[18]。Lp(a)携带的氧化磷脂(OxPL)能被先天免疫系统识别,触发无菌炎症和钙化,这与动脉粥样硬化性心血管疾病(ASCVD)和钙化性主动脉瓣疾病(CAVD)的发病机制相关^[19]。Lp(a)通过 Apo(a)与细胞外基质蛋白结合,存在于人类动脉粥样硬化和钙化主动脉瓣

中^[20-21]。Lp(a)对血管的影响还包括其在主动脉瓣钙化中的作用,这在主动脉瓣狭窄的发展中起着主要作用,有研究表明,Lp(a)水平升高的患者中主动脉瓣¹⁸F-NaF 摄取增加,代表钙化活性增强,主动脉瓣钙化进展更快,临床结果更差^[18]。虽然关于 Lp(a)是否发挥直接抑制纤溶作用,是否促进血栓形成,以及其在动脉粥样硬化形成中的作用是否对动脉粥样硬化性血栓疾病有贡献仍在研究之中,但 Apo(a)在体外抑制纤溶酶介导的纤溶作用已被研究证实^[22-23]。

本研究结果显示,HCY、Lp(a)水平在对照组、观察 1 组、观察 2 组血清中依次升高,说明 HCY、Lp(a)与 MHD 患者的病理状态和 MHD 患者 AVF 失功有关。这与早期研究结果一致,HCY 水平在体内的异常升高已被证实会改变血管壁的结构和功能,从而对血管健康可能产生不利影响^[10,16]。Lp(a)的促炎特性和促进血管钙化的能力,能够削弱纤溶酶介导的纤溶机制,对血管健康造成进一步地破坏^[18,22-23]。相关性分析结果显示,HCY、Lp(a)与超滤量呈负相关,而与 PTH、P、UA 呈正相关,揭示了 HCY、Lp(a)通过影响上述指标在 MHD 患者 AVF 失功中发挥潜在作用。多因素 Logistic 回归分析结果显示,HCY、Lp(a)、PTH、P、UA 及糖尿病肾病、内瘘使用时间 ≥ 12 个月、穿刺点压迫时间 ≥ 30 min、前臂动静脉内径 < 2 mm、管腔狭窄是影响 MHD 患者 AVF 失功的危险因素,而超滤量是保护因素,与既往文献研究结果相似^[7,24],提示在 MHD 患者管理中需要综合考虑多种因素,尤其是在评估和预防 AVF 失功时。ROC 曲线结果显示,HCY 和 Lp(a)各自单独预测 MHD 患者 AVF 失功的 AUC 分别为 0.822 和 0.820,提示二者单独检测具有一定的预测价值,当二者联合预测时,AUC 提高至 0.908,这表明联合检测可以提高对 MHD 患者 AVF 失功的预测价值。这一发现提示在临床实践中,联合检测 HCY 和 Lp(a)可能有助于更早地识别那些有较高风险发生 AVF 失功的患者,从而及时采取预防措施。

综上所述,AVF 失功的 MHD 患者血清 HCY、Lp(a)水平升高,二者是 MHD 患者 AVF 失功的影响因素,二者联合预测 MHD 患者 AVF 失功的价值较高。本项研究的样本量较小,这限制了研究结果的广泛适用性。为了克服这些限制,未来的研究应当设计为涉及多个医疗中心的大型研究,以增强研究结果的普遍性和可信度。

参考文献

[1] CHEN J, ZHOU M, ZENG K, et al. The risk factors of autogenous arteriovenous fistula dysfunction in maintenance hemodialysis patients and the curative effect of personalized nursing[J]. Am J Transl Res, 2021, 13(5): 5107-5116.

[2] WEI S, JIAO J, YU Y, et al. Long-term arteriovenous fistula prognosis for maintenance hemodialysis patients who accepted PIRRT by using arteriovenous fistula[J]. Int J Artif Organs, 2023, 46(4): 195-201.

[3] LI Y, CUI W, WANG J, et al. Comparative efficacy of five balloons for treating autogenous arteriovenous fistula stenosis: a Bayesian network meta-analysis[J]. Ann Palliat Med, 2022, 11(8): 2574-2585.

[4] MEOLA M, MARCIELLO A, DI SALLE G, et al. Ultrasound evaluation of access complications: thrombosis, aneurysms, pseudoaneurysms and infections[J]. J Vasc Access, 2021, 22(1): 71-83.

[5] PUSHPAKUMAR S, KUNDU S, SEN U. Hydrogen sulfide protects hyperhomocysteinemia-induced renal damage by modulation of caveolin and enos interaction[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 2223-2229.

[6] SHAH N P, PAJIDIPATI N J, MCGARRAH R W, et al. Lipoprotein (a): an update on a marker of residual risk and associated clinical manifestations[J]. Am J Cardiol, 2020, 126(1): 94-102.

[7] 叶美玲, 丁新国, 陈志松, 等. 维持性血液透析患者血清脂蛋白相关磷脂酶 A2、细胞间黏附因子 1 与其发生自体动静脉内瘘失功的关系研究[J]. 临床合理用药杂志, 2021, 14(33): 18-21.

[8] DU J, KONG X, LIANG L, et al. Plasma D-dimer level and the failure of forearm autologous arteriovenous fistula in patients with end-stage renal disease[J]. Ther Apher Dial, 2020, 24(4): 400-407.

[9] LUO C, LIANG M, LIU Y, et al. Paclitaxel coated balloon versus conventional balloon angioplasty in dysfunctional dialysis arteriovenous fistula: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Ren Fail. 2022, 44(1): 155-170.

[10] YANG Q, HE G W. Imbalance of homocysteine and HS: significance, mechanisms, and therapeutic promise in vascular injury[J]. Oxid Med Cell Longev, 2019, 54(3): 184-192.

[11] ESSE R, BARROSO M, TAVARES DE ALMEIDA I, et al. The contribution of homocysteine metabolism disruption to endothelial dysfunction: state-of-the-art[J]. Int J Mol Sci, 2019, 20(4): 867-876.

[12] MAJUMDER A. Targeting homocysteine and hydrogen sulfide balance as future therapeutics in cancer treatment[J]. Antioxidants (Basel), 2023, 12(8): 1520-1528.

[13] MCCULLY K S. Chemical pathology of homocysteine VII. cholesterol, thioretinaco ozonide, mitochondrial dysfunction, and prevention of mortality[J]. Ann Clin Lab Sci, 2019, 49(4): 425-438.

[14] NATH N, PRASAD H K, KUMAR M. Cerebroprotective effects of hydrogen sulfide in homocysteine-induced neurovascular permeability: involvement of oxidative stress, arginase, and matrix metalloproteinase-9[J]. J Cell Physiol, 2019, 234(3): 3007-3019. (下转第 860 页)

• 论 著 •

肺部超声评分、CT 联合血清 CXCL8、sB7-H3 对儿童重症肺炎支原体肺炎的诊断价值

王腾飞¹, 刘淑英¹, 王 萍¹, 王业珠¹, 刘庆华², 李执正¹, 王叶颖^{1△}

1. 济南市章丘区妇幼保健院超声科, 山东济南 250200; 2. 山东大学附属儿童医院超声科, 山东济南 250200

摘 要:**目的** 探讨肺部超声(LUS)评分、计算机断层扫描(CT)联合血清 CXC 趋化因子配体 8(CXCL8)、可溶性共刺激分子 B7-H3(sB7-H3)对儿童重症肺炎支原体肺炎(MPP)的诊断价值。**方法** 选取 2022 年 4 月至 2024 年 4 月在济南市章丘区妇幼保健院就诊的 210 例 MPP 患儿作为研究对象,根据病情严重程度分为重症 MPP 组和非重症 MPP 组,采用酶联免疫吸附试验检测血清 CXCL8、sB7-H3 水平;行肺部超声(LUS)评分和 CT 诊断;采用一致性 Kappa 检验比较 LUS 评分、CT 及血清 CXCL8、sB7-H3 单独及联合诊断重症 MPP 与临床检查结果的一致性;采用受试者工作特征曲线分析 LUS 评分、CT 及血清 CXCL8、sB7-H3 诊断重症 MPP 的价值。**结果** 重症 MPP 组与非重症 MPP 组身高、年龄、发热天数、体重、住院天数、性别等一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);与非重症 MPP 组比较,重症 MPP 组血清 CXCL8、sB7-H3 水平及 LUS 评分均升高($P<0.05$);LUS 评分、血清 CXCL8、sB7-H3 诊断重症 MPP 的曲线下面积(AUC)为 0.865、0.785、0.750;CT 诊断结果显示假阳性 35 例,假阴性 22 例,与临床检查结果比较,Kappa 为 0.459($P<0.05$);LUS 评分、CT 联合血清 CXCL8、sB7-H3 诊断结果显示假阳性 3 例,假阴性 15 例,与临床检查结果比较,Kappa 为 0.828($P<0.05$);LUS 评分、CT 联合血清 CXCL8、sB7-H3 诊断较 4 项检测单独诊断的特异度和准确度均增加($P<0.05$),四者联合诊断较 CXCL8、sB7-H3 两项指标单独诊断的灵敏度增加($P<0.05$),漏诊率降低($P<0.05$)。**结论** MPP 患儿血清 CXCL8、sB7-H3 水平及 LUS 评分均升高,LUS 评分、CT 联合血清 CXCL8、sB7-H3 诊断重症 MPP 的特异度和准确度均增加。

关键词:肺炎支原体肺炎; CXC 趋化因子配体 8; 可溶性共刺激分子 B7-H3; 肺部超声评分; 诊断
DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2025.07.017 **中图法分类号:**R563.1
文章编号:1673-4130(2025)07-0856-05 **文献标志码:**A

Diagnostic value of lung ultrasound score,CT combined with serum CXCL8 and sB7-H3 for severe Mycoplasma pneumoniae pneumonia in children

WANG Tengfei¹, LIU Shuying¹, WANG Ping¹, WANG Yezhu¹, LIU Qinghua²,
LI Zhizheng¹, WANG Yeying^{1△}

1. Department of Ultrasound, Maternal and Child Health Hospital of Zhangqiu District, Jinan, Shandong 250200, China; 2. Department of Ultrasound, Children's Hospital Affiliated to Shandong University, Jinan, Shandong 250200, China

Abstract:**Objective** To explore the diagnostic value of lung ultrasound (LUS) score, computed tomography (CT) combined with serum CXC chemokine ligand 8 (CXCL8) and soluble co stimulatory molecule B7-H3 (sB7-H3) for severe Mycoplasma pneumoniae pneumonia (MPP) in children. **Methods** From April 2022 to April 2024, a total of 210 children with MPP who visited Maternal and Child Health Hospital of Zhangqiu District were included as research subjects, and they were separated into severe MPP group and non severe MPP group according to the severity of the disease. Enzyme-linked immunosorbent assay was applied to detect serum levels of CXCL8 and sB7-H3. LUS score and CT diagnosis were conducted. The value of LUS score, CT and serum CXCL8, sB7-H3 in the diagnosis of severe MPP was analyzed using the receiver operating characteristic curve. **Results** There were no statistically significant differences in height, age, fever days, weight, hospital stay, and gender between the severe MPP group and the non severe MPP group ($P>0.05$). Compared with the non severe MPP group, the serum levels of CXCL8, sB7-H3, and LUS score were all increased in the severe MPP group ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) of LUS score, serum CXCL8, and sB7-H3 for diagnosing severe MPP was 0.865, 0.785, and 0.750, respectively. The CT diagnosis results showed 35 false positives and 22 false negatives, with Kappa value of 0.459 compared to clinical examination