临床研究论著

LDL-C/HDL-C比值和BMI对成人急性髓系白血病M2型患者规范治疗后预后的影响

李 娅，赵田华，周 岩，许剑峰
联勤保障部队第980医院，河北石家庄 050082

摘要：背景 急性髓系白血病M2型(acute myeloid leukemia type M2，AML-M2)预后因患者个体差异而有所不同。低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol，LDL-C)与高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol，HDL-C)的比值及体质量指数(body mass index，BMI)已被证实与多种癌症的发生发展相关，目前缺少LDL-C/HDL-C和BMI在AML-M2中的研究。**目的** 探究LDL-C/HDL-C及BMI对AML-M2患者治疗预后的影响。**方法** 前瞻性选择2020年1月—2022年12月在联勤保障部队第980医院进行诊疗的成人AML-M2患者为研究对象。根据LDL-C/HDL-C和BMI将研究对象分为低LDL-C/HDL-C组、高LDL-C/HDL-C组以及低BMI组、高BMI组。比较各组患者临床资料，并采用Kaplan-Meier生存分析和Cox回归分析LDL-C/HDL-C及BMI对成人AML-M2患者治疗预后的影响。**结果** 研究纳入118例患者，男性55例，女性63例，对所有治疗患者进行2年随访，随访成功113例，其中死亡为阳性样本(n=76)，生存为阴性样本(n=37)。根据LDL-C/HDL-C比值(总样本水平为2.38±0.44)，取平均值2.37为分组截断阈值，LDL-C/HDL-C＜2.37为低LDL-C/HDL-C组，LDL-C/HDL-C≥2.37为高LDL-C/HDL-C组；根据BMI水平[总样本水平为(22.63±1.80) kg/m^2]，BMI＜23 kg/m^{2}为低BMI组，BMI≥23 kg/m^{2}为高BMI组。低LDL-C/HDL-C组的总生存(overall survival，OS)率、无复发生存(relapse-free survival，RFS)率、中位OS时间、中位RFS时间均高于高LDL-C/HDL-C组(40.04% *vs* 20.33%，38.57% *vs* 20.33%，17.3个月 *vs* 15.1个月，15.6个月 *vs* 12.4个月，Log-rank检验P＜0.05)；低BMI组的OS率、RFS率、中位OS时间、中位RFS时间均高于高BMI组(40.00% *vs* 19.39%，38.75% *vs* 19.39%，17.8个月 *vs* 14.6个月，15.4个月 *vs* 12.3个月，Log-rank检验P＜0.05)。Cox回归分析结果显示，BMI≥23 kg/m^2(*HR*=1.591，95% *CI*：1.215～3.036，P＜0.001)、LDL-C/HDL-C≥2.37(*HR*=1.703，95% *CI*：1.452～3.261，P＜0.001)、年龄≥50岁(*HR*=2.228，95% *CI*：1.921～2.891，P＜0.001)、髓外浸润(*HR*=1.926，95% *CI*：1.892～2.614，P＜0.001)、复杂核型(*HR*=1.774，95% *CI*：1.314～2.364，P＜0.001)、无造血干细胞移植(*HR*=1.943，95% *CI*：1.888～3.063，P＜0.001)是影响患者OS时间的独立危险因素，BMI≥23 kg/m^2(*HR*=1.760，95% *CI*：1.253～3.042，P＜0.001)、LDL-C/HDL-C≥2.37(*HR*=1.875，95% *CI*：1.520～3.007，P＜0.001)、髓外浸润(*HR*=2.334，95% *CI*：1.231～3.311，P＜0.001)、复杂核型(*HR*=1.987，95% *CI*：1.588～3.337，P＜0.001)、无造血干细胞移植(*HR*=2.031，95% *CI*：1.265～4.662，P＜0.001)是影响患者RFS时间的独立危险因素。**结论** 高LDL-C/HDL-C和高BMI的成人AML-M2患者预后较差，LDL-C/HDL-C和BMI水平可作为预测成人AML-M2患者预后的辅助标志物。

关键词：低密度脂蛋白胆固醇/高密度脂蛋白胆固醇比值；体质量指数；成人；急性髓系白血病M2型；预后
中图分类号：R733. 71 **文献标志码：**A **文章编号：**2095-5227(2025)04-0407-06
DOI：10.12435/j.issn.2095-5227.24121901
引用本文：李娅，赵田华，周岩，等.LDL-C/HDL-C比值和BMI对成人急性髓系白血病M2型患者规范治疗后预后的影响［J］.解放军医学院学报，2025，46（4）：407-412.

Effect of LDL-C/HDL-C and BMI on prognosis of adult patients with acute myeloid leukemia M2 after standardized treatment

LI Ya, ZHAO Tianhua, ZHOU Yan, XU Jianfeng
980 Hospital of Joint Logistic Support Force, Shijiazhuang 050082, Hebei Province, China
Corresponding author: LI Ya. Email: liya1000@163.com

Abstract: Background The prognosis of acute myeloid leukemia subtype M2 (AML-M2) varies among patients due to individual differences. The ratio of low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) to high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and

收稿日期：2024-12-19
基金项目：河北省卫生健康委员会项目(20252446)
通信作者：李娅，硕士，主治医师。Email: liya1000@163.com

body mass index (BMI) have been proven to be associated with the occurrence and development of various cancers. However, there is currently a lack of research on LDL-C/HDL-C and BMI in AML-M2. **Objective**　To explore the influence of LDL-C/HDL-C and BMI on the treatment prognosis of patients with AML-M2. **Methods**　Adult AML-M2 patients treated in 980 Hospital of Joint Logistic Support Force from January 2020 to December 2022 were prospectively selected as study subjects. According to the levels of LDL-C/HDL-C and BMI, the subjects were divided into low LDL-C/HDL-C group, high LDL-C/HDL-C group, low BMI group, and high BMI group. Clinical data about patients in each group were compared. Kaplan-Meier survival analysis and COX regression were used to analyze the impact of LDL-C/HDL-C and BMI on the prognosis of adult patients with AML-M2. **Results**　A total of 118 patients were included in the study, including 55 males and 63 females. A total of 113 patients were successfully followed up for 2 years. Among them, OS death was positive in 76 cases, while negative in 37 cases. According to the ratio of LDL-C/HDL-C (total sample level was 2.38±0.44), and the mean value of 2.37 was taken as the cut-off threshold of the groups, the subjects were divided into low LDL-C/HDL-C group (LDL-C/HDL-C < 2.37) and high LDL-C/HDL-C group (LDL-C/HDL-C ⩾ 2.37). Subjects with BMI < 23 kg/m^2 were divided into low BMI group and those with BMI⩾23 kg/m^2 were divided into high BMI group according to their BMI level (total sample level was 22.63±1.80 kg/m^2). The OS rate, RFS rate, median OS time, and median RFS time in the low LDL-C/HDL-C group were all higher than those in the high LDL-C/HDL-C group (40.04% *vs* 20.33%, 38.57% *vs* 20.33%, 17.3 months *vs* 15.1 months, 15.6 months *vs* 12.4 months, Log-rank test $P < 0.05$); The low BMI group had higher OS rate, RFS rate, median OS time and median RFS time than the high BMI group (40.00% *vs* 19.39%, 38.75% *vs* 19.39%, 17.8 months *vs* 14.6 months, 15.4 months *vs* 12.3 months, Logrank test $P < 0.05$). COX regression analysis showed that BMI⩾23kg/m^2(*HR*=1.591, 95%*CI*: 1.215-3.036, $P<0.001$), LDL-C/HDL-C⩾2.37(*HR*=1.703, 95%*CI*: 1.452 - 3.261, $P<0.001$), age ⩾50 years (*HR*=2.228, 95%*CI*: 1.921 - 2.891, $P<0.001$), extramedullary invasion (*HR*=1.926, 95% *CI*: 1.892 - 2.614, $P<0.001$), complex karyotype (*HR*=1.774, 95%*CI*: 1.314 - 2.364, $P<0.001$), non-hematopoietic stem cell transplantation (*HR*=1.943, 95%*CI*: 1888 - 3.063, $P<0.001$) were independent risk factors influencing the OS time of patients. BMI⩾23 kg/m^2(*HR*=1.760, 95%*CI*: 1.253 - 3.042, $P<0.001$), LDL-C/HDL-C⩾2.37(*HR*=1.875, 95%*CI*: 1.520 - 3.007, $P<0.001$), extramedullary invasion (*HR*=2.334, 95%*CI*: 1.231 - 3.311, $P<0.001$), complex karyotype (*HR*=1.987, 95%*CI*: 1.588 - 3.337, $P<0.001$) and non-hematopoietic stem cell transplantation (*HR*=2.031, 95%*CI*: 1.265 - 4.662, $P<0.001$) were independent risk factors affecting the RFS time of patients. **Conclusion**　Adult patients with AML-M2 who have high LDL-C/HDL-C and high BMI have a poor prognosis. The levels of LDL-C/HDL-C and BMI can be used as auxiliary markers to predict the prognosis of adult patients with AML-M2.

Keywords: ratio of low-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol; body mass index; adult; acute myeloid leukemia subtype M2; prognosis

Cited as: Li Y, Zhao TH, Zhou Y, et al. Effect of LDL-C/HDL-C and BMI on prognosis of adult patients with acute myeloid leukemia M2 after standardized treatment[J]. Acad J Chin PLA Med Sch, 2025, 46(4): 407-412.

急性髓系白血病(acute myeloid leukemia，AML)是一种起源于骨髓髓系祖细胞的恶性血液肿瘤，其特征是大量异常未成熟的白细胞快速生长和积累，最终侵犯骨髓、血液和其他器官，抑制正常血细胞生成，导致患者出现贫血、易感染和出血倾向等症状[1]。AML可发生于任何年龄段，但在老年人中更为常见，其发病率随着年龄的增长而增加。根据法、美、英分型系统(French-American-British classification systems，FAB)标准，AML被分为M0～M7亚型。AML-M2也被称为急性粒细胞白血病部分分化型，是最常见的AML亚型之一。AML-M2的特点在于骨髓中存在大量未成熟的髓系细胞，即原始粒细胞，且这些细胞显示出一定程度的分化迹象[2]。低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol，LDL-C)是血液中的一种脂蛋白，其主要负责将肝合成的胆固醇运输到全身各组织[3]。高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol，HDL-C)的功能是从周边组织收集多余胆固醇并将其运输回肝，通过胆汁排出体外，或是再循环用于其他生理过程[4]。LDL-C/HDL-C比值反映了机体对脂质代谢的水平。脂质代谢在癌症中扮演多重角色，从能量和物质供给到微环境调节，这些重编程过程使得癌细胞能够克服生长限制、逃避免疫监视并对抗治疗[5]。体质量指数(body mass index，BMI)被广泛用作肥胖的评价指标。既往研究结果表明，高BMI与多种恶性肿瘤风险增加直接相关，是许多类型癌症发展的重要因素[6]。本文旨在探究LDL-C/HDL-C比值及BMI对成人AML-M2患者预后的影响。

1　对象和方法

1.1　研究对象

以2020年1月—2022年12月在联勤保障部队第980医院进行诊疗的成人AML-M2患者为研究对象。纳入标准：(1)符合《成人急性髓系白血病中国诊疗指南》中AML-M2的诊断标准，并通过重要体征、骨髓细胞形态学、免疫分型、细胞遗传学等检查确诊[7]；(2)年龄≥18岁；(3)首次诊断为AML-M2；(4)耐受临床研究制定的AML治疗方案；(5)已获得患者知情同意。排除标准：(1)合并

其他恶性肿瘤；(2)合并严重肝肾功能损伤、晚期心脏病、主要脏器功能不全等严重影响预后的疾病；(3)复发和(或)既往治疗失败再次入院；(4)未能按医嘱进行治疗、随访。本研究经联勤保障部队第980医院伦理委员会批准(批号：2020-ky-407)。

1.2 临床资料收集

收集研究对象年龄、性别、BMI、NCCN危险分层、髓外浸润、复杂核型、无造血干细胞移植、治疗方案、内科合并症、白细胞、血红蛋白、LDL-C/HDL-C、三酰甘油、总胆固醇、总胆红素、白蛋白等临床资料。其中LDL-C/HDL-C检测方法：采集患者晨起空腹外周静脉血5 mL，离心处理后取上层血清采用全自动生化分析仪进行LDL-C和HDL-C检测，并计算LDL-C/HDL-C(迈瑞mindrayBS-1000M全自动生化分析仪)。

1.3 方法

1.3.1 分组方法 (1)根据LDL-C/HDL-C比值(总样本水平为2.38±0.44)，取平均值2.37为分组截断阈值，LDL-C/HDL-C＜2.37为低LDL-C/HDL-C组，LDL-C/HDL-C≥2.37为高LDL-C/HDL-C组；(2)根据BMI水平[总样本水平为(22.63±1.80) kg/m^2]，取平均值23 kg/m^{2}为分组截断阈值，BMI＜23 kg/m^{2}为低BMI组，BMI≥23 kg/m^{2}为高BMI组。

1.3.2 治疗方法 参考《成人急性髓系白血病中国诊疗指南》，诱导治疗：标准剂量阿糖胞苷(Ara-C) + 去甲氧柔红霉素(IDA)或柔红霉素(DNR)或阿克拉霉素(ACM) + 粒细胞集落刺激因子(G-CSF)。停用化疗药后的21～28 d复查骨髓细胞原始细胞的比例，评估残留白血病细胞负荷，并根据骨髓情况考虑进入巩固治疗、重复诱导治疗、更换治疗方案或干细胞移植等治疗[7]。

1.3.3 生存、疗效评估标准 进行2年随访，统计患者总生存(overall survival，OS)时间、无复发生存(relapse-free survival，RFS)时间、完全缓解(complete remission，CR)率。CR：原始细胞占骨髓非红系细胞小于5%，无形态学可见的白血病细胞，恢复正常造血，且无髓外浸润证据；部分缓解(partial remission，PR)：虽未达到CR标准，但原始细胞减少显著，病情有改善趋势；无效(non-remission，NR)：未达上述标准，疾病进展或稳定。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行统计学分析。计量资料均通过正态检验，符合正态分布的计量资料以$\bar{x}\pm s$表示，组间比较采用独立样本t检验；计数资料以例数(百分比)表示，组间比较采用χ^2检验；采用受试者工作特征(receiver operating curve，ROC)曲线计算LDL-C/HDL-C的截断值；采用Kaplan-Meier生存分析对患者OS和RFS进行分析；Cox回归分析成人AML-M2患者预后的影响因素。P＜0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者治疗情况/近期疗效

118例患者中，70例(59.32%)在2次诱导治疗后获得CR，42例(35.59%)获得PR，6例(5.08%)NR。其中，低LDL-C/HDL-C组CR率为68.49%(50/73)，高于高LDL-C/HDL-C组的44.44%(20/45)(P＜0.05)；低BMI组CR率为69.41%(59/85)，高于高BMI组的33.33%(11/33)，差异有统计学意义(χ^2=12.822，P＜0.001)。

2.2 低LDL-C/HDL-C组与高LDL-C/HDL-C组临床资料比较

低LDL-C/HDL-C组与高LDL-C/HDL-C组比较，高血脂、糖尿病、冠心病、BMI的差异有统计学意义(P＜0.05)。见表1。

2.3 低BMI组与高BMI组临床资料比较

低BMI组与高BMI组比较，年龄、高血脂、高血压、糖尿病、冠心病、LDL-C/HDL-C的差异有统计学意义(P＜0.05)。见表2。

2.4 长期疗效分析(预后生存分析)

对所有患者进行2年随访，118例患者中共5例失访，113例成功随访，其中死亡76例，生存37例。经生存分析(表3、图1、图2)知：(1)低LDL-C/HDL-C组的OS率、RFS率、中位OS时间、中位RFS时间均高于高LDL-C/HDL-C组。整体生存资料比较均有统计学差异(Log-rank检验P＜0.05)。(2)低BMI组的OS率、RFS率、中位OS时间、中位RFS时间均高于高BMI组。整体生存资料比较均有统计学差异(Log-rank检验P＜0.05)。

2.5 影响成人AML-M2患者预后的影响因素分析

(1)单因素Cox回归：对患者临床资料进行赋值(表4)。将患者临床资料作为自变量(X)，OS、DFS作为因变量(Y)，进行Cox回归单因素分析，结果见表5和表6。由其知：BMI等7个指标与患者的OS生存预后密切关联(P＜0.05)，BMI等6个指标与患者的RFS生存预后密切关联(P＜0.05)。即它们可能是患者预后的潜在影响因素。(2)多因素Cox回归：上述潜在因素分别计算对应的

表 1　低LDL-C/HDL-C组与高LDL-C/HDL-C组临床资料比较

Tab. 1　Comparison of clinical data between low LDL-C/HDL-C group and high LDL-C/HDL-C group

项目	低LDL-C/HDL-C组(n=73)	高LDL-C/HDL-C组(n=45)	χ^2/t值	P值
年龄/(岁,$\bar{x}\pm s$)	44.81±15.31	45.23±13.61	0.151	0.880
性别/(例,%)			0.137	0.711
男	35(47.95)	20(44.44)		
女	38(52.05)	25(55.56)		
NCCN危险分层/(例,%)			1.193	0.551
有利风险	21(28.77)	12(26.67)		
中间风险	32(43.84)	24(53.33)		
不利风险	20(27.40)	9(20.00)		
髓外浸润/(例,%)	17(23.29)	8(17.78)	0.506	0.477
复杂核型/(例,%)	14(19.18)	8(17.78)	0.036	0.850
造血干细胞移植/(例,%)	15(20.55)	7(15.56)	0.457	0.499
治疗方案/(例,%)			0.921	0.631
阿糖胞苷＋去甲氧柔红霉素	43(58.90)	23(51.11)		
阿糖胞苷＋柔红霉素	17(23.29)	11(24.44)		
阿糖胞苷＋阿克拉霉素-粒细胞集落刺激因子	13(17.81)	11(24.44)		
内科合并症/(例,%)				
高血脂	11(15.07)	15(33.33)	5.406	0.020
高血压病	10(13.70)	6(13.33)	0.003	0.955
糖尿病	9(12.33)	13(28.89)	5.033	0.025
冠心病	0(0)	7(15.56)	12.072	0.001
白细胞/($\times10^9$/L,$\bar{x}\pm s$)	14.78±6.86	15.34±5.25	0.469	0.640
血红蛋白/(g/L,$\bar{x}\pm s$)	73.93±18.92	74.62±17.77	0.197	0.844
三酰甘油/(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	1.56±0.43	1.61±0.34	0.662	0.509
总胆固醇/(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	3.03±0.87	3.14±0.88	0.664	0.508
总胆红素/(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	10.28±2.03	10.32±2.64	0.087	0.931
白蛋白/(g/L,$\bar{x}\pm s$)	40.36±5.11	39.78±4.83	0.611	0.542
BMI/(kg/m^2,$\bar{x}\pm s$)	22.24±1.77	23.26±1.83	3.002	0.003

表 2　低BMI组与高BMI组临床资料比较

Tab. 2　Comparison of clinical data between low BMI group and high BMI group

临床资料	低BMI组(n=85)	高BMI组(n=33)	χ^2/t值	P值
年龄/(岁,$\bar{x}\pm s$)	43.29±17.33	52.46±11.74	3.303	0.001
性别/(例,%)			0.323	0.570
男	41(48.24)	14(42.42)		
女	44(51.76)	19(57.58)		
NCCN危险分层/(例,%)			0.378	0.828
有利风险	24(28.24)	9(27.27)		
中间风险	39(45.88)	17(51.52)		
不利风险	22(25.88)	7(21.21)		
髓外浸润/(例,%)	17(20.00)	7(21.21)	0.022	0.883
复杂核型/(例,%)	16(18.82)	6(18.18)	0.006	0.936
造血干细胞移植/(例,%)	16(18.82)	6(18.18)	0.006	0.936
治疗方案/(例,%)			1.942	0.378
阿糖胞苷＋去甲氧柔红霉素	46(54.12)	20(60.61)		
阿糖胞苷＋柔红霉素	23(27.06)	5(15.15)		
阿糖胞苷＋阿克拉霉素-粒细胞集落刺激因子	16(18.82)	8(24.24)		
内科合并症/(例,%)				
高血脂	7(8.24)	19(57.58)	33.687	＜0.001
高血压病	5(5.88)	11(33.33)	15.283	＜0.001
糖尿病	8(9.41)	14(42.42)	17.080	＜0.001
冠心病	1(1.18)	6(18.18)	12.319	＜0.001
白细胞/($\times10^9$/L,$\bar{x}\pm s$)	14.51±5.97	15.42±5.03	0.775	0.440
血红蛋白/(g/L,$\bar{x}\pm s$)	74.31±15.26	74.67±14.93	0.116	0.908
三酰甘油/(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	1.58±0.52	1.63±0.47	0.481	0.631
总胆固醇/(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	3.11±0.71	3.13±0.87	0.129	0.898
总胆红素/(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	10.62±1.87	10.83±2.03	0.535	0.594
白蛋白/(g/L,$\bar{x}\pm s$)	41.33±4.23	39.77±4.77	1.734	0.086
LDL-C/HDL-C/$\bar{x}\pm s$	2.31±0.42	2.57±0.55	2.758	0.007

表 3　随访资料和生存分析结果

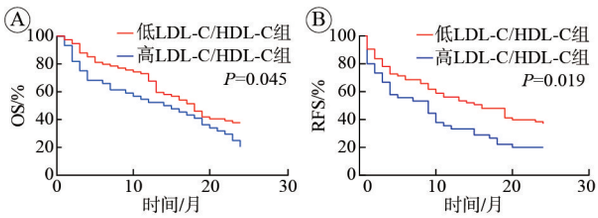
Tab. 3　Follow-up data and survival analysis results

组别	总样本/例	失访/例	随访成功/例	生存/(例,%)		中位生存时间/月	
				OS	RFS	OS	RFS
低LDL-C/HDL-C组	73	3	70	28(40.04)	27(38.57)	17.3	15.6
高LDL-C/HDL-C组	45	2	43	9(20.33)	9(20.33)	15.1	12.4
低BMI组	85	4	80	32(40.00)	31(38.75)	17.8	15.4
高BMI组	33	1	33	5(19.39)	5(19.39)	14.6	12.3

Schoenfeld残差，发现均在时间轴上随机分布，基本满足比例风险假设，遂作为自变量纳入多因素Cox回归中，结果见表5和表6。由其知：BMI≥23 kg/m^2、LDL-C/HDL-C≥2.37、年龄≥50岁、髓外浸润、复杂核型、无造血干细胞移植是影响患者OS时间的独立危险因素。BMI≥23 kg/m^2、LDL-C/HDL-C≥2.37、髓外浸润、复杂核型、无造血干细胞移植是影响患者RFS时间的独立危险因素。

3　讨论

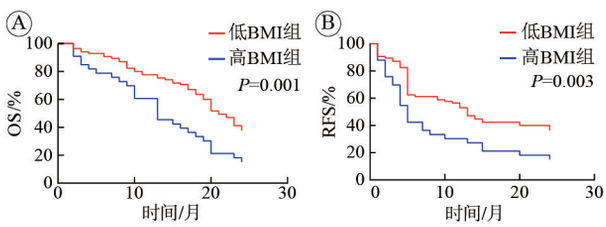
对于成人AML-M2，标准的一线治疗方法通常是诱导化疗，旨在快速减少白血病细胞数量以达到CR，而后会采用巩固治疗或造血干细胞移植。成人AML-M2在治疗和预后方面表现出一定的异质性[8]。通过深入研究LDL-C/HDL-C和BMI对成人AML-M2预后的影响，可以帮助临床筛选



A：OS曲线；B：RFS曲线。

图 1　LDL-C/HDL-C对成人AML-M2患者的影响

Fig. 1　Effect of LDL-C/HDL-C on adult AML-M2 patients



A：OS曲线；B：RFS曲线。

图 2　BMI对成人AML-M2患者的影响

Fig. 2　Effect of BMI on adult AML-M2 patients

表 4　自变量赋值

Tab. 4　Assignment of argument variables

自变量	回归哑变量编码赋值设计
BMI	＜23 kg/m^2=0，≥23 kg/m^2=1
LDL-C/HDL-C	＜2.37=0，≥2.37=1
年龄	＜50岁=0，≥50岁=1
性别	男=0，女=1
NCCN危险分层	有利风险=0，中间风险/不利风险=1
髓外浸润	否=0，是=1
复杂核型	否=0，是=1
造血干细胞移植	否=0，是=1
治疗方案	阿糖胞苷＋去甲氧柔红霉素=0，阿糖胞苷＋柔红霉素/阿糖胞苷＋阿克拉霉素-粒细胞集落刺激因子=1
高血脂	否=0，是=1
高血压病	否=0，是=1
糖尿病	否=0，是=1
冠心病	否=0，是=1
白细胞	原值
血红蛋白	原值
三酰甘油	原值
总胆固醇	原值
总胆红素	原值
白蛋白	原值

预后不良的高风险群体，有助于改善现有治疗方案的有效性。

本研究结果显示，低LDL-C/HDL-C组的OS时间和RFS时间均高于高LDL-C/HDL-C组，低LDL-C/HDL-C组CR率高于高LDL-C/HDL-C组。提示高LDL-C/HDL-C水平成人AML-M2患者相较于低LDL-C/HDL-C水平患者预后可能较差。对脂

表 5　成人AML-M2患者OS的单因素与多因素Cox回归分析

Tab. 5　Univariate and multivariate Cox regression analysis of OS in adult AML-M2 patients

相关因素	单因素			多因素		
	HR	95% *CI*	*P*值	*HR*	95% *CI*	*P*值
BMI	1.587	1.242～2.028	＜0.001	1.591	1.228～2.060	＜0.001
LDL-C/HDL-C	1.624	1.251～2.108	＜0.001	1.703	1.279～2.266	＜0.001
年龄	1.462	1.188～1.800	＜0.001	2.228	1.419～3.497	＜0.001
性别	0.846	0.442～1.619	0.613			
NCCN危险分层	0.876	0.677～1.135	0.316			
髓外浸润	1.453	1.190～1.775	＜0.001	1.926	1.345～2.756	＜0.001
复杂核型	1.832	1.323～2.535	＜0.001	1.774	1.296～2.427	＜0.001
造血干细胞移植	1.674	1.277～2.193	＜0.001	1.943	1.365～2.764	＜0.001
治疗方案	0.852	0.662～1.097	0.216			
高血脂	1.094	0.996～1.202	0.061			
高血压病	1.012	1.000～1.024	0.061			
糖尿病	1.049	0.993～1.108	0.087			
冠心病	0.932	0.852～1.020	0.131			
白细胞	0.874	0.691～1.105	0.262			
血红蛋白	0.862	0.631～1.177	0.348			
三酰甘油	0.931	0.861～1.007	0.077			
总胆固醇	0.791	0.308～2.031	0.626			
总胆红素	0.929	0.788～1.095	0.379			
白蛋白	0.894	0.811～0.986	0.025	0.906	0.861～1.030	0.082

质代谢的重新编程是许多癌症的关键特征之一。癌症细胞为了应对快速分裂和扩增的需求，需要大量的胆固醇来制造细胞膜和其他必需的脂质化合物，如磷脂和固醇激素[9]。为了满足这一需求，癌细胞可能上调胆固醇的吸收或自身合成，甚至改变脂蛋白受体的表达模式，以获得足够的能量和构建细胞结构所需的分子[10-11]。高LDL-C/HDL-C水平反映了肿瘤细胞对脂质代谢的优化调整，尤其是对胆固醇摄入的增加，以满足其高速分裂和扩张所需。这包括通过LDL受体(LDLR)的胆固醇摄取增强，支持癌细胞的生物合成需求、信号传递和能量供给，促进肿瘤的生长和进展。既往研究结果表明，LDLR水平与AML、乳腺癌和胰腺导管腺癌的OS时间、RFS时间呈负相关[12]。这一结果强调了LDL-C和LDLR的高水平可能反映出癌细胞对脂质的强烈需求，以支持其快速生长和分裂，继而造成患者预后较差。高水平的LDL-C可能促进肿瘤细胞的抗凋亡机制和对化疗药物的抵抗力，通过保持充足的胆固醇供应，细胞能够维护其膜稳定性，避免化疗诱导的死亡，并促进

表 6　成人 AML-M2 患者 RFS 的单因素与多因素 Cox 回归分析

Tab. 6　Univariate and multivariate Cox regression analysis of RFS in adult AML-M2 patients

相关因素	单因素			多因素		
	HR	95% *CI*	*P* 值	*HR*	95% *CI*	*P* 值
BMI	1.497	1.201～1.864	＜0.001	1.760	1.337～2.315	＜0.001
LDL-C/HDL-C	1.638	1.249～2.146	＜0.001	1.875	1.365～2.577	＜0.001
年龄	0.816	0.500～1.332	0.416			
性别	0.874	0.572～1.334	0.531			
NCCN危险分层	1.911	1.242～2.942	0.003	0.909	0.820～1.009	0.074
髓外浸润	1.658	1.256～2.191	＜0.001	2.334	1.453～3.752	＜0.001
复杂核型	1.961	1.351～2.845	＜0.001	1.987	1.508～2.620	＜0.001
造血干细胞移植	1.761	1.376～2.255	＜0.001	2.031	1.417～2.914	＜0.001
治疗方案	0.856	0.705～1.040	0.117			
高血脂	0.954	0.874～1.042	0.299			
高血压病	1.031	0.980～1.085	0.231			
糖尿病	0.964	0.902～1.030	0.281			
冠心病	1.054	0.964～1.154	0.253			
白细胞	1.123	0.896～1.407	0.315			
血红蛋白	0.962	0.691～1.339	0.818			
三酰甘油	0.798	0.237～2.689	0.715			
总胆固醇	0.921	0.827～1.026	0.135			
总胆红素	1.214	0.956～1.542	0.111			
白蛋白	0.945	0.880～1.014	0.108			

细胞修复[13]。与此相反，较低的LD-L/HDL-C比值可能反映了一个更有利于化疗药物效力的代谢环境，提高了肿瘤细胞对治疗的敏感性。从而改善患者预后情况。

本研究结果显示，低BMI组的OS时间和RFS时间均高于高BMI组，低BMI组CR率高于高BMI组。提示高BMI水平成人AML-M2患者相较于低BMI水平患者预后可能较差。肥胖已被证明是一种独立的健康风险，其与一系列代谢性疾病紧密相连，包括但不限于高脂血症、2型糖尿病、高血压、脑卒中和心血管疾病[14]。这些问题不仅增加了治疗过程中的并发症发生率，也使得患者对治疗的耐受性下降。既往研究显示，肥胖AML患者在接受标准诱导化疗方案时，早期病死率显著高于正常体质量组[15]。这些并发症的存在可能会限制医师选择最有效的治疗方案，或需更加谨慎地管理不良反应，从而间接影响了患者的预后。肥胖状态下，机体存在慢性低度炎症状态，这种炎症环境可能是通过脂肪组织释放促炎因子来促进白血病细胞生长并抑制免疫系统功能。肥胖患者体内高水平的瘦素和低水平的脂联素可能会影响AML细胞的增殖、凋亡抵抗以及对化疗药物敏感性。既往针对AML的研究指出，超重组血清脂联素表达水平低于正常体质量组，而急性淋巴细胞白血病儿童患者中肥胖/超重组血清瘦素表达水平较高[16]。这些代谢产物的变化可能促进AML的发展，并降低治疗反应。肥胖改变了骨髓内的微环境，特别是脂肪细胞分泌的各种细胞因子和趋化因子，这些因子能调节造血微环境间的相互作用，可能有利于AML细胞存活及逃避治疗。骨髓脂肪细胞因子与骨髓增生异常综合征的发生、进展及预后有关[17]。因此，肥胖造成的微环境改变也可能不利于AML-M2患者的预后。

本研究由于样本量有限，未进行外部验证；未对高LDL-C/HDL-C和高BMI与不良预后相关联的具体生物学机制进行探究。为了确保结果的普遍性和可靠性，未来的研究需扩大样本量以验证研究结果的外部有效性。总之，高LDL-C/HDL-C和高BMI的成人AML-M2患者预后较差，LDL-C/HDL-C比值和BMI水平可作为预测成人AML-M2患者预后的辅助标志物。

作者贡献　李娅：收集数据，文章撰写；赵田华、周岩：采集数据，统计分析；许剑峰：指导，行政、技术或材料支持。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突。

数据共享声明　本论文相关数据可依据合理理由从作者处获取，Email：liya1000@163.com。

参考文献

1　张红霞，王奎，吴广胜. miR-381-3p在急性髓系白血病中的表达及对白血病细胞增殖和凋亡的影响［J］. 安徽医科大学学报，2023，58（7）：1164-1170.

2　刘宇，刘雅筠，杨璐，等. LPCAT1在FAB-M2亚型成人急性髓系白血病患者中的预后意义［J］. 中国实验血液学杂志，2023，31（1）：64-70.

3　范雪松，莘琳琳，胡荣，等. 小而密低密度脂蛋白胆固醇与动脉粥样硬化性心血管疾病相关性的研究进展［J］. 中华预防医学杂志，2021，55（12）：1507-1512.

4　关旭敏，吴寿岭，夏云龙. 高密度脂蛋白胆固醇对动脉粥样硬化性心血管疾病及肿瘤发生风险的影响［J］. 中国循环杂志，2023，38（7）：711-716.

5　Bian XL，Liu R，Meng Y，et al. Lipid metabolism and cancer［J］. J Exp Med，2021，218（1）：e20201606.

6　Recalde M，Pistillo A，Davila-Batista V，et al. Longitudinal body mass index and cancer risk：a cohort study of 2.6 million Catalan adults［J］. Nat Commun，2023，14（1）：3816.

（下转封三）