

• 论 著 •

构建基于血脂联合血常规相关参数的列线图诊断模型及其对尘肺病的诊断价值分析^{*}

周 取¹, 王 维², 王子萌², 毛隆春², 胡 娟², 李媛媛², 于军丽³, 许商成², 刘文彬^{4△}

1. 重庆医药高等专科学校附属第一医院健康管理中心, 重庆 400060; 2. 重庆医药高等专科学校附属第一医院实验医学中心, 重庆 400060; 3. 重庆医药高等专科学校附属第一医院公共卫生科, 重庆 400060; 4. 重庆大学附属肿瘤医院肝胆胰肿瘤中心, 重庆 400030

摘 要:目的 分析血脂和血常规相关参数在尘肺病患者中的情况, 并构建列线图诊断模型探讨其对尘肺病的诊断价值。方法 选取 2022 年 1 月至 2024 年 1 月重庆医药高等专科学校附属第一医院入院的 456 例尘肺病患者作为尘肺病组, 以同期 462 例接触粉尘相关职业的体检健康者作为对照组。检测并比较两组血脂及血常规相关参数水平, 通过单因素和多因素 Logistic 回归分析与尘肺病相关的血脂及血常规参数。基于机器学习中逻辑回归法构建列线图诊断模型, 通过受试者工作特征(ROC)曲线计算 C 指数、Hosmer-Lemeshow 拟合优度绘制模型校准曲线评估列线图诊断模型的诊断效能, 并采用决策曲线分析(DCA)评估列线图诊断模型的临床实用性。结果 尘肺病组血清高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、总胆固醇(TC)、红细胞计数(RBC)、血细胞比容(HCT)、血红蛋白(Hb)、淋巴细胞数量(LYM)、淋巴细胞百分比(LYM%)水平低于对照组($P<0.05$), 中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)、血小板与淋巴细胞比值(PLR)、全身免疫炎症指数(SII)水平高于对照组($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 血中 HDL-C、TC、LYM%、PLR 和 SII 为尘肺病发生的独立影响因素($P<0.05$)。将 HDL-C、TC、LYM%、PLR 和 SII 作为诊断因子构建尘肺病发生的列线图诊断模型, 该诊断模型 ROC 曲线 C 指数为 0.84(95%CI: 0.81~0.86), 诊断尘肺病的灵敏度为 75.29%, 特异度为 77.51%, 阳性诊断值为 83.25%, 阴性诊断值为 67.88%。对构建的列线图诊断模型进行内部验证, 验证集 ROC 曲线 C 指数 0.84(95%CI: 0.80~0.87), 灵敏度为 80.91%, 特异度为 72.62%, 阳性诊断值为 79.46%, 阴性诊断值为 74.39%。该诊断模型校准曲线斜率接近 1, 拟合度检验 $P>0.05$ 。DCA 分析发现该诊断模型对尘肺病发生的风险诊断具有临床实用价值。结论 HDL-C、TC、LYM%、PLR 和 SII 为尘肺病发生的独立影响因素, 基于机器学习原理成功构建了尘肺病发生的列线图诊断模型, 经验证后有较高的诊断效能。

关键词: 尘肺病; 血脂; 血常规; 列线图诊断模型

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2025.08.013

中图法分类号: R135.2

文章编号: 1673-4130(2025)08-0965-07

文献标志码: A

Diagnostic value of blood lipids combined with blood routine parameters for pneumoconiosis and the construction of nomogram prediction model^{*}

ZHOU Qu¹, WANG Wei², WANG Zimeng², MAO Longchun², HU Juan²,
LI Yuanyuan², YU Junli³, XU Shangcheng², LIU Wenbing^{4△}

1. Health Management Center, First Affiliated Hospital of Chongqing Medical and Pharmaceutical College, Chongqing 400060, China; 2. Experimental Medicine Center, First Affiliated Hospital of Chongqing Medical and Pharmaceutical College, Chongqing 400060, China; 3. Department of Public Health, First Affiliated Hospital of Chongqing Medical and Pharmaceutical College, Chongqing 400060, China; 4. Hepatic Biliary and Pancreatic Cancer Center, Chongqing University Cancer Hospital, Chongqing 400030, China

Abstract: Objective To analyze the situation of blood lipid and blood routine parameters in patients with pneumoconiosis, and construct a column chart diagnostic model to explore their diagnostic value for pneumo-

^{*} 基金项目: 重庆市科卫联合医学科研面上项目(2022MSXM148); 重庆市沙坪坝区科卫联合医学科研面上项目(2023SQKWLH018); 重庆医药高等专科学校重点项目(ygzkt2023121)。

作者简介: 周取, 男, 主管技师, 主要从事职业病诊断方向的研究。 △ 通信作者, E-mail: cqmulwb0401@163.com。

coniosis. **Methods** A total of 456 patients with pneumoconiosis admitted to the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical and Pharmaceutical College from January 2022 to January 2024 were selected as the pneumoconiosis group, while 462 healthy subjects exposed to dust during the same period were chosen as the control group. Serum lipids and blood routine parameters related to pneumoconiosis were measured and compared between two groups. Univariate and multivariate Logistic regression analyzes were conducted to examine serum lipids and blood routine parameters associated with pneumoconiosis. A risk prediction model was constructed using logistic regression in machine learning, and the diagnostic efficacy of the column chart diagnostic model was evaluated by calculating the C-index through receiver operating characteristic (ROC) curve and plotting the model calibration curve based on Hosmer Lemeshow goodness of fit. Decision curve analysis (DCA) was used to assess the clinical practicality of the column chart diagnostic model. **Results** The levels of serum high-density ester protein cholesterol (HDL-C), cholesterol (TC), red blood cell (RBC), hematocrit (HCT), hemoglobin concentration (HGB), lymphocyte number (LYM), and lymphocyte percentage (LYM%) in the pneumoconiosis group were lower than those in the control group ($P<0.05$). The levels of neutrophil-lymphocyte ratio (NLR), platelet-to-lymphocyte ratio (PLR), and systemic immune inflammation index (SII) were higher than those in the control group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that HDL-C, LYM%, PLR, and SII were independent influencing factors for pneumoconiosis ($P<0.05$). A column chart diagnostic model for the occurrence of pneumoconiosis was constructed using HDL-C, TC, LYM%, PLR, and SII as diagnostic factors. The ROC curve C-index of the diagnostic model was 0.84 (95%CI: 0.81–0.86), with sensitivity for diagnosing pneumoconiosis of 75.29%, specificity of 77.51%, positive predictive value of 83.25%, and negative predictive value of 67.88%. Internal validation was conducted on the constructed column chart diagnostic model, with a validation set ROC curve C-index of 0.84 (95%CI: 0.80–0.87), sensitivity of 80.91%, specificity of 72.62%, positive diagnostic value of 79.46%, and negative diagnostic value of 74.39%. The calibration positive curve slope of the diagnostic model was close to 1, and in the fit test $P>0.05$. DCA analysis showed that the diagnostic model had clinical practical value for risk diagnosis of pneumoconiosis. **Conclusion** HDL-C, TC, LYM%, PLR and SII are independent influencing factors for pneumoconiosis. A column chart diagnostic model for the occurrence of pneumoconiosis is successfully constructed based on machine learning principles, and it has been verified to have high diagnostic efficiency.

Key words: pneumoconiosis; blood lipids; blood routine; nomogram prediction model

尘肺病是由于长期吸入工业粉尘并在肺内滞留所致以肺纤维化为主要病理特征的疾病,是全球分布最广的职业病,其发生后呈进行性加重且具有不可逆性,严重威胁患者生命和制约经济发展。据统计,从2015年至今,每年都有超过21 000例尘肺病患者死亡,职业性尘肺病已成为全球范围内重大公共卫生问题之一^[1-2]。尘肺病的诊断以粉尘接触史和胸片表现为主要依据^[3],然而影像学依赖于工作人员的经验,客观上存在偏移,且尘肺病的临床表现差异较大,影像学诊断不利于临床治疗和病情评估^[4]。尘肺病发展呈进行性且无法治愈,药物治疗只能减缓肺损伤和减轻症状,提高尘肺病诊断效能对于改善患者生活质量和延长生命至关重要。目前,鲜见其他辅助诊断尘肺病的新方法。近年来,有研究发现,血常规相关参数与慢性阻塞性肺疾病(COPD)等多种疾病相关,可作为临床诊疗的依据。脂质作为肺表面活性物质的主要成分,除了在维持肺表面活性张力上发挥作用,

其水平和性质的改变与肺纤维化等多种肺疾病有关^[5]。提示尘肺病患者血常规与血脂检测有望成为辅助尘肺病诊断的新方法。本研究拟筛选对尘肺病有诊断价值的血常规和血脂相关指标,并基于机器学习方式构建尘肺病列线图诊断模型,可能有助于进一步完善诊疗方案,提高尘肺病的诊断效率。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2022年1月至2024年1月重庆医药高等专科学校附属第一医院入院的456例尘肺病患者作为尘肺病组,其中男452例,女4例;平均年龄(57.97±9.65)岁;平均体重指数(BMI)(21.65±2.24)kg/m²;吸烟148例;饮酒116例;平均接触粉尘时间(9.56±6.32)年。以同期462例接触粉尘相关职业的体检健康者作为对照组,其中男456例,女6例;平均年龄(57.27±9.59)岁;平均BMI(21.78±3.16)kg/m²;吸烟144例;饮酒115例;平均接触粉尘时间(9.14±6.49)年。两组性别、年龄、

BMI、吸烟、饮酒、接触粉尘时间等一般资料比较差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。纳入标准:依据我国《职业性尘肺病的诊断》(GBZ 70-2015)^[3],经医院尘肺病诊断专家组诊断为尘肺病。排除标准:排除感染性疾病,传染性疾病,肺部疾病如肺炎、肺心病、活动期肺结核及其他部位纤维化性疾病,同时排除肝功能异常和高脂血症患者。本研究通过重庆医药高等专科学校附属第一医院医学伦理委员会的审批。

1.2 方法 采集所有纳入对象清晨空腹外周静脉血 6 mL,其中 2 mL 加入乙二胺四乙酸二钾抗凝管中,混匀后用于血常规检测,另 4 mL 分离血清后检测血脂相关指标。血常规检测采用迈瑞 BC6300 五分类血细胞分析仪器检测红细胞计数(RBC)、血小板计数(PLT)等 22 项参数。血中总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)采用西门子全自动流水线仪器进行检测,测定方法为一点终点法,测定时间为 10 min,波长(主波长/副波长)为 540/700 nm,试剂为西门子配套试剂。所有检测项目当日质控均在控,所有检测项目均参加国家和省级临床检验中心组织的室间质评活动,成绩满分。

1.3 统计学处理 使用 SPSS26.0 及 R 软件 4.3.2 对数据进行处理及分析。符合正态分布的计量数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的计量资料以 $M(P_{25},P_{75})$ 表示,组间比较采用非参数检验;计数资料以频数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。根据单因素分析确定的变量,采用多因

素 Logistic 回归确定独立危险因素。纳入研究的队列按 70 : 30 的比例随机分为训练集和验证集,训练集的数据主要用来拟合模型、调整参数。采用 R 软件 4.3.2 对 HDL-C、TC、淋巴细胞百分比(LYM%)、血小板与淋巴细胞比值(PLR)和全身免疫炎症指数(SII)进行逻辑回归(LR)模型建模。计算 C 指数以评价列线图诊断模型的效能,采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度统计检验绘制列线图诊断模型的标准曲线及列线图诊断模型的校准度。绘制受试者工作特征(ROC)曲线,分析列线图诊断模型的灵敏度和特异度。采用决策曲线分析(DCA)衡量列线图诊断模型在给定阈值以下的净效益。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基于血脂联合血常规相关参数的尘肺病发生的单因素分析 单因素分析显示,尘肺病组血中 HDL-C、TC、RBC、血细胞比容(HCT)、血红蛋白(Hb)、淋巴细胞数量(LYM)、LYM% 水平低于对照组($P<0.05$),大型血小板比例(P-LCR)、单核细胞数量(MON)、中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)、PLR、SII 水平高于对照组($P<0.05$)。见表 1。

2.2 基于血脂联合血常规相关参数的尘肺病发生的多因素 Logistic 回归分析 以表 1 单因素分析中差异有统计学意义的变量为自变量,赋值尘肺病发生为因变量(是=1,否=0)建立多因素 Logistic 回归模型。多因素 Logistic 回归分析结果显示,HDL-C、TC、LYM%、PLR 和 SII 为尘肺病的独立影响因素($P<0.05$)。见表 2。

表 1 尘肺病发生的单因素分析[$\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25},P_{75})$]

因素	对照组($n=462$)	尘肺病组($n=456$)	t	P
HDL-C(mmol/L)	1.24±0.31	1.13±0.30	5.46	<0.001
LDL-C(mmol/L)	3.13±0.82	3.05±0.75	1.50	0.140
TG(mmol/L)	1.24(0.98,1.78)	1.26(0.89,1.82)	0.41	0.680
TC(mmol/L)	5.06±1.07	4.60±0.97	6.73	<0.001
白细胞计数($\times 10^9/L$)	6.48±1.87	6.55±2.49	0.58	0.560
PLT($\times 10^9/L$)	215.89±57.98	221.36±78.88	1.44	0.150
P-LCR(%)	24.63±8.47	25.95±9.94	2.37	0.020
平均血小板体积(fL)	9.87±1.33	9.85±1.48	0.23	0.820
血小板分布宽度(fL)	16.26±1.40	16.24±0.45	0.22	0.830
RBC($\times 10^{12}/L$)	4.81±0.58	4.50±0.62	8.67	<0.001
血小板分布宽度变异系数(%)	13.55±2.90	13.76±1.68	1.10	0.270
HCT(%)	43.73±4.68	40.75±6.02	9.73	<0.001
平均红细胞体积(fL)	91.38±7.99	90.70±7.32	1.30	0.200
Hb(g/L)	145.23±15.95	134.91±21.46	10.10	<0.001

续表 1 尘肺病发生的单因素分析[$\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$]				
因素	对照组($n=462$)	尘肺病组($n=456$)	t	P
MON($\times 10^9/L$)	0.36(0.29, 0.47)	0.43(0.33, 0.53)	0.13	0.010
LYM($\times 10^9/L$)	1.75(1.43, 2.16)	1.20(0.84, 1.55)	12.94	<0.001
LYM%(%)	29.20 $\pm$ 9.30	19.50 $\pm$ 8.16	15.80	<0.001
嗜酸性粒细胞数量($\times 10^9/L$)	0.11(0.07, 0.21)	0.13(0.07, 0.24)	2.13	0.520
中性粒细胞数量($\times 10^9/L$)	3.83(3.00, 4.64)	4.34(3.52, 5.53)	5.31	0.610
NLR	2.07(1.52, 3.02)	3.59(2.53, 3.74)	2.54	<0.001
PLR	127.89 $\pm$ 51.33	225.75 $\pm$ 165.65	28.97	<0.001
SII	444.60(307.16, 637.86)	754.67(516.19, 1 258.26)	11.38	<0.001

表 2 尘肺病发生的多因素 Logistic 回归分析						
项目	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
HDL-C	-0.880	0.329	7.166	0.415	0.220~0.790	0.007
TC	-0.354	0.098	13.137	0.702	0.580~0.850	<0.001
LYM%	-0.114	0.020	33.719	0.892	0.860~0.930	<0.001
PLR	0.013	0.003	20.212	1.013	1.010~1.020	<0.001
SII	-0.002	<0.001	17.303	0.998	0.990~0.999	<0.001
常量	8.065	1.328	36.903	3 181.816	—	<0.001

注：—表示无数据。

2.3 基于血脂和血常规相关参数构建和评价尘肺病列线图诊断模型 将 HDL、TC、LYM%、PLR 和 SII 作为诊断因子构建尘肺病的列线图风险诊断模型,见图 1,训练集 ROC 曲线 C 指数为 0.84(95%CI: 0.80~0.86),灵敏度为 75.29%,特异度为 77.51%,阳性诊断值为 83.25%,阴性诊断值为 67.88%。进

行内部验证结果显示,验证集 ROC 曲线 C 指数 0.84(95%CI: 0.80~0.87),灵敏度为 80.91%,特异度为 72.62%,阳性诊断值为 79.46%,阴性诊断值为 74.39%。绘制该列线图诊断模型的校准曲线,列线图校准曲线斜率接近 1,拟合度检验 $P>0.05$,诊断事件与实际事件的一致性较高。见图 2~4。

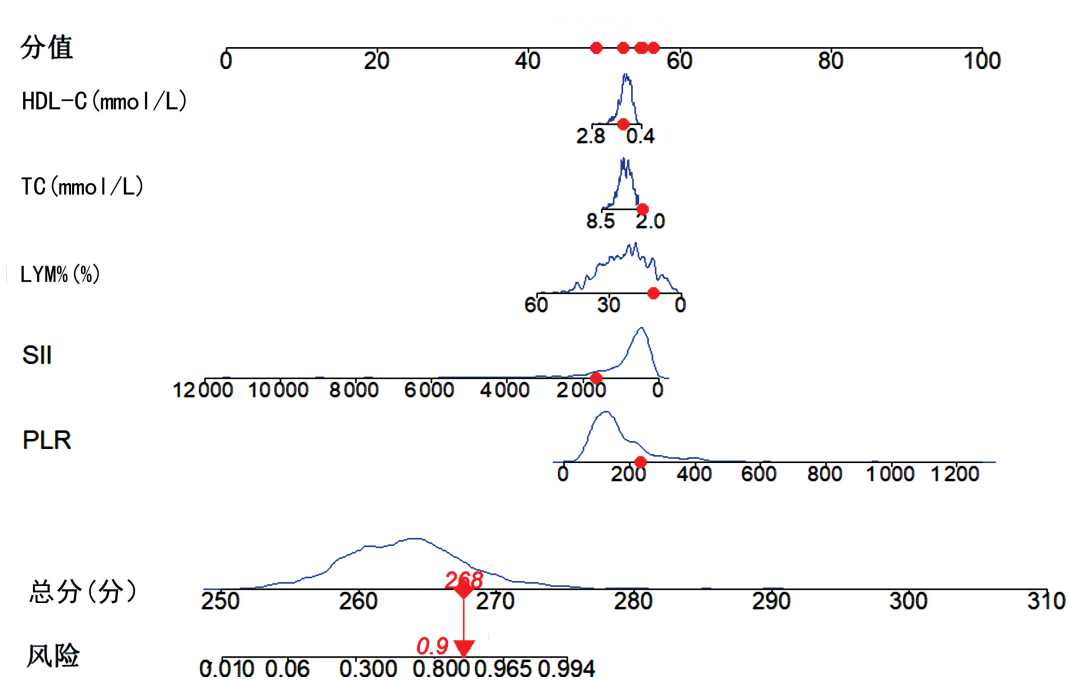
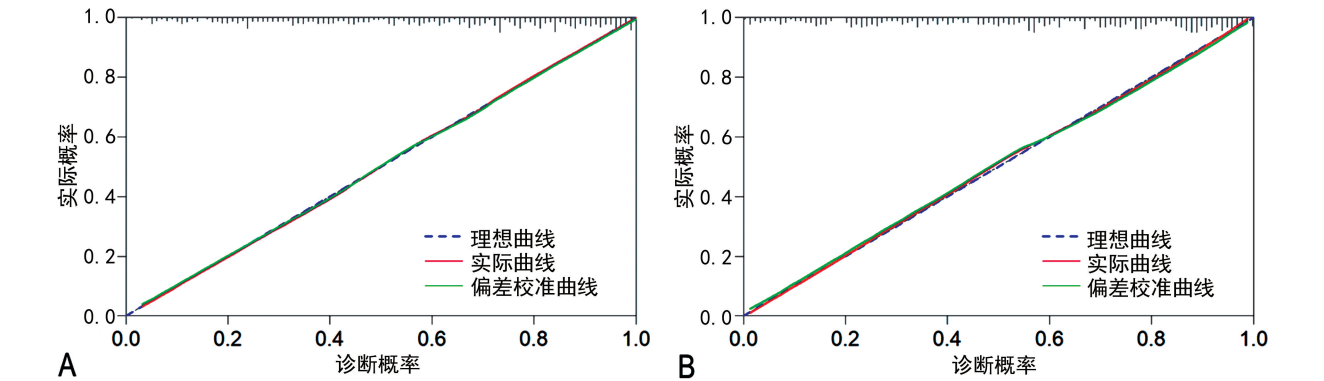
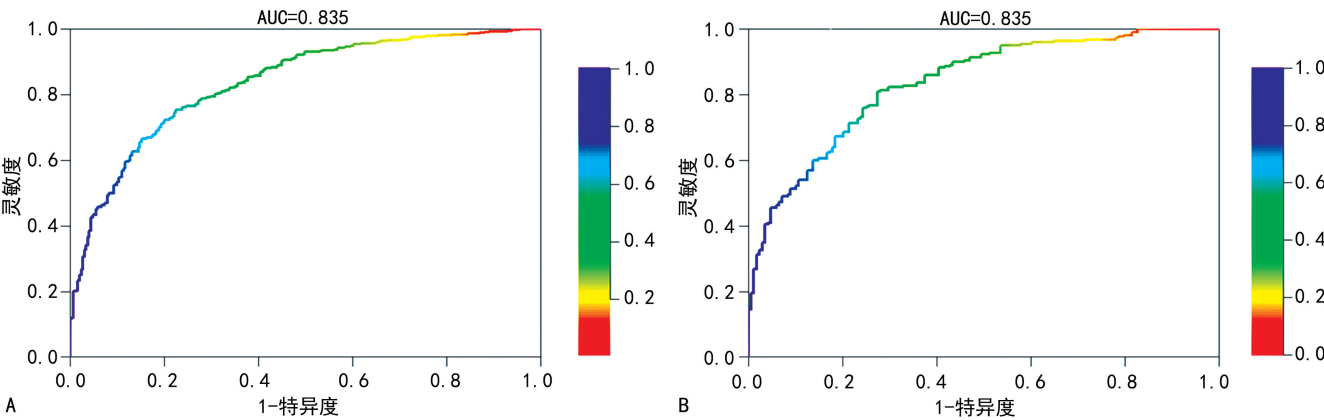


图 1 基于血脂和血常规相关参数构建尘肺病列线图诊断模型



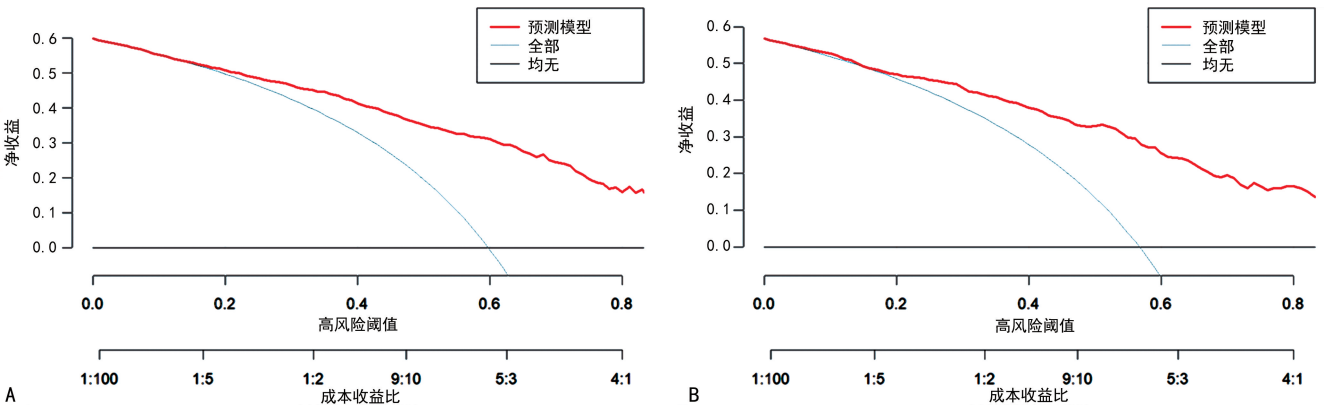
注：A 为训练集，B 为验证集；对角虚线表示理想列线图，实线表示实际列线图，与虚线拟合越好表示校准越好，实际概率和诊断概率相同。

图 2 尘肺病列线图诊断模型训练集和验证集的校准曲线



注：A 为训练集，B 为验证集。

图 3 尘肺病列线图诊断模型训练集和验证集的 ROC 曲线



注：A 为训练集，B 为验证集；X 轴表示阈值概率，Y 轴度量通过添加真阳性和减去假阳性计算出的净获益。

图 4 尘肺病列线图诊断模型训练集和验证集的决策曲线

3 讨 论

尘肺病在全球范围内广泛流行，其患病率和严重程度均呈现上升趋势^[6]。尘肺病诊断以粉尘接触史和胸片表现为主要依据，然而影像学检查客观上存在诊断偏倚，表现为误诊率高，诊断符合率欠佳^[7-8]。相关职业人群多次进行影像学检查可增加辐射暴露，也可能带来潜在损伤风险。因此迫切需要寻找一类安全、简单、可靠、重复性好的生物学标志物用于辅助尘肺病的诊断。本研究基于尘肺病发病机制，通过分析尘肺病患者血脂和血常规相关参数的情况，筛选出了

5 项尘肺病发生的独立影响因素，并采用机器学习方法构建列线图诊断模型，经验证后有较高的诊断效能。本研究不仅为尘肺病诊断提供了新思路，还可免除患者因多次影像学检查遭受辐射损害，更希望通过各项生物标志物联合的模式解决尘肺病患者漏诊问题，最终提高尘肺病患者的生命质量。

肺组织局部微环境免疫功能失调是引起尘肺病患者肺纤维化进展的重要原因^[9]。机体的免疫功能紊乱时，淋巴细胞数量和亚型比例发生改变^[10]。淋巴细胞也通过调节转化生长因子(TGF)-1 β 等信号通路

促进成纤维细胞增殖来参与肺纤维化进程^[11]。YOU 等^[12]证实,在矽肺纤维化中固有淋巴细胞重塑促进矽肺纤维化进展。以上研究均提示尘肺病患者可能存在淋巴细胞相关指标水平改变。与前期研究一致,本研究发现,尘肺病组血中 LYM 和 LYM% 低于对照组,且 LYM% 为尘肺病发生的独立影响因素。淋巴细胞改变是否与肺纤维化形成消耗过多或是粉尘抑制淋巴细胞增殖分化有关还有待进一步研究。此外,近年来出现了新型的组合性的血清学标志物,如 PLR、NLR 和 SII 等,这些指标与炎症、肿瘤有更大的联系,甚至可反映宿主全身免疫和炎症状态^[13],具有快速、廉价且易于获得的优势。尘肺病肺纤维化过程的本质为炎症免疫失衡,提示炎症指标对该疾病的诊断具有潜在价值。PLR 与 SII 主要反映机体的免疫状态,有研究发现,SII 可作为评估间质性肺炎和结缔组织病的生物学标志物^[14]。与该研究结果一致,本研究发现,尘肺病患者血中中性粒细胞、血小板相关指标无明显改变,但组合指标 NLR、PLR 和 SII 在尘肺病组明显升高,且采用多因素 Logistic 回归分析校正混杂因素后,PLR 和 SII 仍是尘肺病发生的独立影响因素。然而,PLR 和 SII 的临床应用受到感染类疾病的限制,仅凭其诊断尘肺病的价值有限,仍需其他标志物联合提高诊断效能。

以往脂质的相关研究多集中在巨噬细胞脂质代谢紊乱与动脉粥样硬化相关机制和转归,近年来脂质在肺纤维化中的作用也受到关注。其中磷脂不仅可维持肺表面活性张力,还介导巨噬细胞膜物理修饰,其水平和性质的改变与肺纤维化等多种肺疾病有关^[15]。PENG 等^[16]证实煤工尘肺病患者血清中 HDL-C 水平明显下降,脂质组学分析发现脂代谢 3 种代谢产物与尘肺病显著相关。与前期研究结果一致^[16],本研究发现,尘肺病组血中 HDL-C 与 TC 水平均低于对照组,且均为尘肺病发生的独立影响因素。有研究者通过蛋白组学和生物信息分析挖掘到尘肺病初筛生物标志物,鉴定出与脂蛋白代谢、磷脂外排、胆固醇外排相关的 80 余个差异性蛋白^[17],未来笔者将更深入地探究这些生物标志物,以明确其在尘肺病预防和治疗中的应用前景。

对于缺乏特异性临床体征或生物学指标的疾病,其精准诊断存在较大困难。机器学习则可通过庞大和复杂的数据构建高效的算法,提供模型量化疾病发生概率为疾病诊断提供新的解决方案^[18]。本研究在血常规和血脂相关参数中筛选出尘肺病发生的独立影响因素,最终纳入 HDL、TC、LYM%、PLR 和 SII 构建尘肺病发生的列线图诊断模型,并进行了内部验

证。该诊断模型具有较高的准确性,其 ROC 曲线 C 指数为 0.83,验证集 ROC 曲线 C 指数与训练集基本一致。该诊断模型校准曲线斜率接近 1,拟合度检验 $P > 0.05$ 。以上结果均显示该诊断模型对尘肺病具有较好的诊断效能。且 DCA 发现该模型对尘肺病的诊断具有一定的临床实用价值,能为相关职业人群尘肺病的诊断提供参考依据,未来有望在临床应用与推广。然而,本研究也有一定的局限性。(1)训练集和验证集数据均来自同一家医院,无法证实在其他医院是否有同样的诊断价值。未来可利用前瞻性、多中心、大样本临床数据进行列线图分析以帮助其在临床的应用和评价。(2)尘肺病发生过程涉及诸多环节和影响因素,本研究选用血常规和血脂相关参数用于模型构建以此探讨尘肺病诊断新方法,未来需要进一步完善构建模型的指标,如纳入多组学分析或有诊断前景的新型生物学标志物,以优化诊断模型。

综上所述,基于机器学习的分析原理,本研究成功构建了基于血脂联合血常规相关参数的尘肺病列线图诊断模型,经验证该模型有较高的诊断效能。本研究结论为尘肺病诊断提供了新思路,希望未来可以基于患者基线特征、实验室检测指标等继续挖掘诊断价值高的标志物来提高尘肺病的诊断效能,最终提高患者的生命质量。

参考文献

- [1] KURTH L, CASEY M, MAZUREK J, et al. Pneumoconiosis incidence and prevalence among US medicare beneficiaries, 1999–2019[J]. Am J Ind Med, 2023, 66(10): 831–841.
- [2] GE X, CUI K, MA H, et al. Cost-effectiveness of comprehensive preventive measures for coal workers' pneumoconiosis in China[J]. BMC Health Serv Res, 2022, 22(1): 1–10.
- [3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 职业性尘肺病的诊断: GBZ 70-2015[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [4] ZHANG L, RONG R, LI Q, et al. A deep learning-based model for screening and staging pneumoconiosis[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 2021.
- [5] CHEN I T, HUANG L T, CHEN C C, et al. Molecular mechanisms underlying hyperoxia-induced lung fibrosis[J]. Pediatr Neonatol, 2022, 63(2): 109–116.
- [6] LEONARD R, ZULFIKAR R, STANSBURY R. Coal mining and lung disease in the 21st century[J]. Curr Opin Pulm Med, 2020, 26(2): 135–141.
- [7] ZHANG C, HE J, SHANG L. An X-ray image classification method with fine-grained features for explainable diagnosis of pneumoconiosis[J]. Pers Ubiquit Comput, 2023, 28(2): 403–415.

(下转第 975 页)

• 论 著 •

脑脐血流超声联合糖代谢指标诊断子痫前期合并胎儿生长受限患者的价值*

张晓月,高京京,刘晓铮,高海侠[△]
承德市中心医院产科,河北承德 067000

摘要:**目的** 探讨脑脐血流超声联合糖代谢指标诊断子痫前期(PE)合并胎儿生长受限(FGR)患者的价值。**方法** 该研究为前瞻性队列病例对照研究,收集该院 2017 年 1 月至 2022 年 1 月收治的 PE 患者 198 例,根据是否合并 FGR 分为 A 组(PE 合并 FGR,101 例)和 B 组(PE 不合并 FGR,97 例)。同期选取该院健康产检的孕妇 45 例作为 C 组,分析 3 组脑脐血流超声指标、糖代谢指标的差异及诊断 PE 合并 FGR 的效能。**结果** A 组、B 组和 C 组空腹血糖和空腹胰岛素水平逐渐降低($P<0.05$);A 组、B 组和 C 组胎儿大脑中动脉(MCA)的收缩期血流峰值流速/舒张末期血流峰值流速(S/D)、阻力指数(RI)及搏动指数(PI)均逐渐升高($P<0.05$);A 组、B 组和 C 组脐动脉(UA)的 S/D、RI、PI 均逐渐降低($P<0.05$);受试者工作特征曲线结果显示,空腹胰岛素、空腹血糖、胎儿 MCA 的 S/D、RI、PI,胎儿 UA 的 S/D、RI、PI 及联合应用的曲线下面积分别为 0.782、0.748、0.765、0.836、0.805、0.758、0.811、0.795 及 0.895,联合应用诊断效能高于单独诊断($Z=4.327$ 、 4.862 、 4.551 、 3.400 、 3.946 、 4.679 、 3.742 、 4.102 , $P<0.05$)。**结论** 糖代谢指标及脑脐血流超声指标联合应用对 PE 合并 FGR 患者的鉴别诊断价值较大,具有较好的临床应用价值。

关键词:脑脐血流超声指标; 空腹胰岛素; 空腹血糖; 子痫前期; 胎儿生长受限

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2025.08.014

中图法分类号:R446.1

文章编号:1673-4130(2025)08-0971-05

文献标志码:A

Value of cerebral cord blood flow ultrasound combined with glucose metabolism indexes in the diagnosis of preeclampsia with fetal growth restriction*

ZHANG Xiaoyue,GAO Jingjing,LIU Xiaozheng,GAO Haixia[△]

Department of Obstetrics, Chengde Central Hospital, Chengde, Hebei 067000, China

Abstract: Objective To explore the diagnostic value of brain cord blood flow ultrasound combined with glucose metabolism indexes in the patients with preeclampsia (PE) complicated with fetal growth restriction (FGR). **Methods** This study was a prospective cohort case-control study. A total of 198 PE patients admitted to the hospital from January 2017 to January 2022 were collected and divided into group A (PE patients complicated with FGR, 101 cases) and group B (PE patients without FGR, 97 cases) according to whether they were complicated with FGR. 45 pregnant women with healthy prenatal examination in the hospital were selected as group C, and the differences of brain cord blood flow ultrasound indexes and glucose metabolism indexes among the three groups and the efficiency for diagnosing PE complicated with FGR were analyzed. **Results** Fasting blood glucose and fasting insulin levels in group A, group B and group C were gradually decreased ($P<0.05$). The peak systolic flow velocity/peak diastolic flow velocity (S/D), resistance index (RI) and pulsatility index (PI) of middle cerebral artery (MCA) of fetus in group A, group B and group C increased gradually ($P<0.05$). The levels of umbilical artery (UA) of fetus in group A, group B and group C decreased gradually ($P<0.05$). The area under the curve of fasting insulin, fasting blood glucose, S/D, RI and PI of MCA, S/D, RI, PI of UA and the combined detection were 0.782, 0.748, 0.765, 0.836, 0.805, 0.758, 0.811, 0.795 and 0.895, respectively. The diagnostic efficiency of combined detection was higher than that of single diagnosis ($Z=4.327, 4.862, 4.551, 3.400, 3.946, 4.679, 3.742, 4.102, P<0.05$). **Conclusion** The combined detection of glucose metabolism indexes and brain cord blood flow ultrasound indexes is of great value in the differential diagnosis of patients with PE complicated with FGR, and has good clinical application value.

* 基金项目:承德市科技计划项目(202301A018)。

作者简介:张晓月,女,副主任医师,主要从事产科危重症及病理产科方向的研究。 [△] 通信作者, E-mail:2472187294@qq.com。