

肺部感染的男性尘肺患者血清白蛋白与呼吸衰竭的发生风险的关联——一项回顾性队列研究

邓学杰,周驰斐,喻文鳌,杜文,姚于勤,何秋蓉

四川大学华西公共卫生学院/华西第四医院,华西职业性尘肺病队列工作组,四川 成都 610041

摘要:目的 研究血清白蛋白(serum albumin, ALB)水平与尘肺患者肺部感染后呼吸衰竭发生风险的关联。方法 本研究基于 2012—2021 年住院尘肺患者数据,采用 Cox 模型分析基线 ALB 水平与男性尘肺患者肺部感染后发生呼吸衰竭风险的关联。结果 1 301 名男性尘肺住院患者平均年龄为(50.94 ± 11.12)岁,中位数年龄 48 岁,194 名患者感染后发生呼吸衰竭,发病密度 44.14/千人年。按是否发生呼吸衰竭分组,两组在年龄、吸烟状况、饮酒状况、接尘工龄、ALB、BMI 及尘肺期别上差异显著($P < 0.05$)。多因素 Cox 回归分析表明,与 ALB ≤ 35.1 g/L 的尘肺患者相比,ALB ≥ 40.9 g/L 的尘肺患者感染后呼吸衰竭的发病风险降低($HR=0.48, 95\% CI: 0.02 \sim 0.94, P=0.002$)。亚组分析发现,与 ALB Q1 组相比,在 BMI 偏低组($BMI < 18.5 \text{ kg/m}^2$)中,Q4 组患者感染后发生呼吸衰竭风险降低($HR=0.36, 95\% CI: 0.20 \sim 0.64$);在 BMI 正常组($18.5 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 24.0 \text{ kg/m}^2$)中,Q4 组患者感染后发生呼吸衰竭风险降低($HR=0.22, 95\% CI: 0.09 \sim 0.53$);在尘肺叁期组中,Q4 组患者感染后发生呼吸衰竭风险降低($HR=0.42, 95\% CI: 0.25 \sim 0.71$)。限制性立方样条图显示,当 ALB > 38.1 g/L 时,随着基线 ALB 浓度的增加,男性尘肺患者肺部感染后呼吸衰竭的发生风险逐渐降低。结论 高 ALB 是男性尘肺患者肺部感染后发生呼吸衰竭的保护因素,ALB 浓度高于 38.1 g/L,可降低感染后呼吸衰竭的发生风险。

关键词:血清白蛋白;男性尘肺患者;呼吸衰竭;保护因素

中图分类号:R135.2 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2025)15-2695-06

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202504145

Association of serum albumin with the risk of developing respiratory failure in male pneumoconiosis patients with pulmonary infection: a retrospective cohort study

DENG Xue-jie, ZHOU Chi-fei, YU Wen-ao, DU Wen, YAO Yu-qin, HE Qiu-rong

West China Occupational Pneumoconiosis Cohort Study workgroup, West China School of Public Health and West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China

Abstract: Objective To study the association between serum albumin level and the risk of respiratory failure after pulmonary infection in patients with pneumoconiosis. **Methods** This study utilized data of hospitalized pneumoconiosis patients from 2012 to 2021 and employed the Cox model to analyze the association between baseline serum albumin levels and the risk of respiratory failure following pulmonary infection in male pneumoconiosis patients. **Results** The average age of 1 301 male inpatients with pneumoconiosis was 50.94 ± 11.12 years, with a median age of 48 years old. Respiratory failure occurred in 194 patients after infection, and the incidence density was 44.14 per 1 000 person-years. Grouped by whether respiratory failure occurred, there were significant differences between the two groups in terms of age, smoking status, drinking status, length of dust exposure, ALB, BMI and stage of pneumoconiosis ($P < 0.05$). Multivariate Cox regression analysis indicated that compared with pneumoconiosis patients with serum ALB ≤ 35.1 g/L, those with ALB ≥ 40.9 g/L had a reduced risk of developing respiratory failure after infection ($HR=0.48, 95\% CI: 0.02-0.94, P=0.002$). Subgroup analysis revealed that compared with the lowest quartile group (Q1) of serum ALB, in the low BMI group ($BMI < 18.5 \text{ kg/m}^2$), patients in the Q4 group of serum ALB had a significantly lower risk of developing respiratory failure after infection ($HR=0.36, 95\% CI: 0.20-0.64, P=0.001$); in normal BMI group ($18.5 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 24 \text{ kg/m}^2$), the Q4 group of serum ALB significantly reduced the risk of developing respiratory failure after infection ($HR=0.22, 95\% CI: 0.09-0.53, P=0.001$); and in pneumoconiosis stage 3 group, the Q4

基金项目:国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目(U22A20359,U23A20495);四川省科技厅自然科学基金项目(2023NSFSC0649, 2023NSFSC0723)

作者简介:邓学杰(1999—),男,硕士在读,研究方向:劳动卫生与环境卫生学

通信作者:何秋蓉, E-mail: heqiurong2009@163.com

group of serum ALB significantly reduced the risk of developing respiratory failure after infection ($HR=0.42$, $95\% CI: 0.25-0.71$, $P=0.001$). The restricted cubic spline plot showed that when $ALB>38.1$ g/L, the risk of developing respiratory failure after pulmonary infection in male pneumoconiosis patients decreased progressively with increasing baseline serum albumin levels. **Conclusion** High serum albumin is a protective factor for respiratory failure in male pneumoconiosis patients after pulmonary infection. Serum ALB concentration higher than 38.1 g/L can reduce the risk of respiratory failure after infection.

Keywords: Serum albumin; Male pneumoconiosis; Respiratory failure; Protective factor

尘肺病是在职业活动中长期吸入不同致病性的生产性粉尘以及肺组织对粉尘的反应而引起的以慢性肺部炎症和进行性肺纤维化为主的间质性肺病^[1]。根据《2022 年我国卫生健康事业发展统计公报》，全国新报告职业性尘肺病为 7 577 例^[2]，其中，呼吸衰竭已成为尘肺患者的主要死因^[3-4]。呼吸衰竭是指各种原因引起的肺通气或换气功能严重障碍，使患者无法维持足够的血氧浓度，导致低氧血症，进而引起病理生理变化和代谢紊乱的临床综合征^[5]。有多项研究显示^[6-9]，尘肺患者的呼吸道感染是诱发呼吸衰竭的最主要原因，可占总发病人数的 89.74%。

血清白蛋白 (serum albumin, ALB) 是人体内主要的可溶性蛋白质，具有维持血浆胶体渗透压、维持酸碱平衡、结合和转运多种内外源性分子等作用，可用于评估多种疾病类型住院患者预后情况^[10]。有研究显示^[11-12]，乳酸 / 白蛋白比值可预测呼吸衰竭和脓毒症，ALB 联合纤维蛋白原与白蛋白比值是 COVID-19 相关急性呼吸衰竭的危险因素。也有研究显示^[13-14]，尘肺病患者常伴蛋白质不足等营养不良问题，影响生存质量和免疫功能，增加感染风险，降低呼吸肌储备能力，影响肺呼吸功能，进而影响临床治疗及病情控制。ALB 水平低会降低机体免疫力，诱发肺部感染，加重呼吸衰竭，增加死亡率。但目前关于 ALB 在尘肺合并感染患者中与呼吸衰竭发生关联的研究较少，本研究通过回顾性队列研究，分析尘肺住院患者 ALB 与尘肺感染后呼吸衰竭的关系，为预防尘肺患者感染后呼吸衰竭提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象与研究变量 选择在四川大学华西第四医院于 2012 年 1 月 1 日—2021 年 11 月 30 日经过职业病诊断或医学诊断为尘肺病的住院患者作为研究对象，研究通过伦理审查（批件号：HXSJ-EC-2021053）。职业病诊断依据我国法律法规及 GBZ 70—2009^[15]、GBZ 70—2015 标准^[16]；医学诊断则针对有粉尘接触史且具肺纤维化特征者。纳入标准：(1) 2012 年 1 月 1 日—2021 年 11 月 30 日，在院住院治疗 ≥ 2 次，且 2 次住院间隔 ≥ 7 d 的尘肺病患者；(2) 最后一次住院前至少确诊过 1 次肺部感染或细菌性 / 真菌性 / 重症肺炎。排除标准：(1) 首次住院

已发生呼吸衰竭；(2) 基线患恶性肿瘤、免疫缺陷病等重大疾病；(3) 呼吸衰竭时未确诊肺部感染等；(4) 数据严重缺失或病案信息逻辑错误；(5) 女性尘肺病患者（女性尘肺患者数量太少）。该研究最终纳入 1 301 人。ALB 浓度为研究的主要自变量，以其浓度的上四分位数、中位数和下四分位数为界点将 1 301 名研究对象分为四组^[17] (Q1 ~ Q4 组)。

1.2 资料分析与方法 本研究数据来自医院病历系统，无系统性缺失，缺失变量为连续型变量，用 R 的 mice 包多重填补，取平均值填补缺失部分；分类变量缺失（仅尘肺类别）归入“其他尘肺”纳入分析。定量变量用 (均数 \pm 标准差) 描述，分类变量用频数和百分比描述；定量变量间比较用方差分析，等级变量用 Kruskal-Wallis 检验，无序分类变量用 χ^2 检验。用 Cox 比例风险回归模型分析基线特征与呼吸衰竭关系，计算风险比 (hazard ratio, HR) 值及 95%CI，用 R 4.2.2 和 SAS 9.4 分析数据，用 R 4.2.2 绘制限制性立方样条图，统计学检验均采用双侧检验，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基线特征 本研究共纳入 1 301 名男性尘肺患者进行分析，其中未发生呼吸衰竭 1 107 例 (85.09%)，发生呼吸衰竭 194 例 (14.91%)。队列的中位随访时间为 2.73 年，最长随访时间为 11.02 年，呼吸衰竭的累积发病率为 14.91%，发病密度为 44.14/千人年。以是否发生呼吸衰竭分组，其中年龄、饮酒状况、接尘工龄、ALB、BMI 以及尘肺期别上具有统计学差异 ($P<0.05$)，见表 1。

2.2 ALB 水平与尘肺患者感染后发生呼吸衰竭风险的影响因素分析 采用 Cox 比例风险回归模型对年龄、吸烟状况、饮酒状况等变量与尘肺患者感染后发生呼吸衰竭的关系进行单因素分析，计算各因素的 HR 值及 95%CI。结果如表 2 所示，年龄、吸烟状况、饮酒状况、累积接尘时间、BMI、尘肺期别及 ALB 水平均与尘肺患者感染后呼吸衰竭发病存在统计学关联 ($P<0.05$)。

将单因素的 Cox 比例风险模型结果中 $P<0.05$ 的变量纳入到多因素 Cox 回归模型中，使用逐步回归法，进行自变量的筛选。多因素 Cox 比例风险回归分析结果如表 2 所示，与 $ALB \leq 35.1$ g/L 的尘肺患者相

比,ALB 为 35.1 g/L ~ 38.1 g/L 和 ALB ≥40.9 g/L 的尘肺患者感染后发生呼吸衰竭的发病风险分别降低 38%和 52%,HR (95%CI) 分别为 0.62 (0.23 ~ 1)与 0.48(0.02 ~ 0.94)。

表 1 尘肺患者的基线特征分布 [(n=1 301),n(%),($\bar{x} \pm s$)]

Table 1 Baseline of pneumoconiosis patients [(n=1 301), n(%),($\bar{x} \pm s$)]

特征	未发生		发生		χ^2 值	P 值
	呼吸衰竭 (n=1 107)	呼吸衰竭 (n=194)	χ^2 值	P 值		
年龄(岁)	50.10 (10.76)	55.69 (11.96)	-6.08	<0.001		
随访时间(d)	1 266.07 (942.14)	1 043.89 (769.88)	3.58	0.002		
年龄(岁)			35.01	<0.001		
< 60	881 (79.6)	116 (59.8)				
≥ 60	226 (20.4)	78 (40.2)				
吸烟状况			8.07	0.018		
无吸烟史	187 (16.9)	35 (18.0)				
既往吸烟者	620 (56.0)	125 (64.4)				
当前吸烟者	300 (27.1)	34 (17.5)				
饮酒状况			6.09	0.048		
无饮酒史	614 (55.5)	98 (50.5)				
当前饮酒者	172 (15.5)	44 (22.7)				
既往饮酒者	321 (29.0)	52 (26.8)				
接尘工龄(年)	11.08 ± 8.68	12.72 ± 9.38	-2.27	0.017		
尘肺期别			34.08	< 0.001		
壹期	231 (20.9)	19 (9.8)				
贰期	434 (39.2)	55 (28.4)				
叁期	442 (39.9)	120 (61.9)				
BMI(kg/m ²)			44.56	<0.001		
<18.5	697 (63.0)	112 (57.7)				
18.5 ~ <24.0	74 (6.7)	41 (21.1)				
≥24.0	336 (30.4)	41 (21.1)				
ALB(g/L)			25.2	<0.001		
<35.1	258 (23.3)	74 (38.1)				
35.1 ~ <38.1	283 (25.6)	44 (22.7)				
38.1 ~ <40.9	267 (24.1)	48 (24.7)				
≥40.9	299 (27.0)	28 (14.4)				

为进一步探究各因素对尘肺患者感染后发生呼吸衰竭的影响,我们进行了亚组分析,结果见表 3。亚组分析发现:在 BMI 偏低组(BMI<18.5 kg/m³)和正常组(18.5 kg/m³≤BMI<24.0 kg/m³)以及尘肺叁期中,与 ALB Q1 组相比,Q4 组患者感染后发生呼吸衰竭风险降低(HR=0.36,95% CI:0.20 ~ 0.64;HR=0.22,95% CI:0.09 ~ 0.53;HR=0.42,95% CI:0.25 ~ 0.71)。

2.3 ALB 水平与尘肺患者感染后发生呼吸衰竭风险的限制性立方样条分析 基于多因素 Cox 模型绘制限制性立方样条图,调整所有基线特征后,以 ALB 浓度为定量变量分析。结果如图 1 所示,基线 ALB 与尘肺患者肺部感染后呼吸衰竭风险无非线性关联,其浓

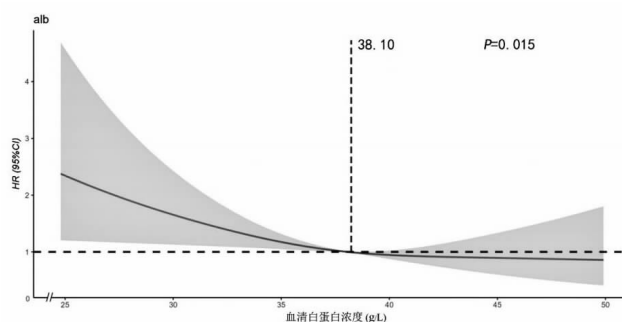
度增加时,该风险逐渐降低(P=0.015)。

表 2 尘肺病患者感染后发生呼吸衰竭风险影响因素的单因素、多因素 Cox 回归分析

Table 2 Univariate and multivariate Cox regression analysis of risk factors for respiratory failure in patients with pneumoconiosis after infection

变量	单因素 Cox 回归分析		多因素 Cox 回归分析	
	HR(95%CI)	P 值	HR(95%CI)	P 值
年龄(岁)				
< 60	1(Ref)		1(Ref)	
≥ 60	2.48(2.20 ~ 2.77)	<0.001	2.48(2.14 ~ 2.82)	<0.001
吸烟状况				
无吸烟史	1(Ref)		1(Ref)	
既往吸烟者	1.02(0.65 ~ 1.4)	0.916	0.98(0.6 ~ 1.37)	0.938
当前吸烟者	0.62(0.15 ~ 1.09)	0.048	0.6(0.12 ~ 1.08)	0.037
饮酒状况				
无饮酒史	1(Ref)		1(Ref)	
既往饮酒者	1.50(1.14 ~ 1.85)	0.026	1.31(0.95 ~ 1.68)	0.146
当前饮酒者	1.03(0.69 ~ 1.36)	0.875	1.40(1.06 ~ 1.75)	0.057
接尘工龄(年)	1.02(1.01 ~ 1.04)	0.001	1.00(0.98 ~ 1.01)	0.789
BMI(kg/m ²)				
<18.5	1(Ref)		1(Ref)	
18.5 ~ <24	0.31(-0.04 ~ 0.67)	<0.001	0.39(0.02 ~ 0.77)	<0.001
≥24	0.21(-0.22 ~ 0.65)	<0.001	0.30(-0.16 ~ 0.76)	<0.001
尘肺期别				
壹期	1(Ref)		1(Ref)	
贰期	1.57(1.05 ~ 2.09)	0.089	1.72(1.19 ~ 2.24)	0.043
叁期	3.02(2.54 ~ 3.51)	<0.001	2.86(2.37 ~ 3.35)	<0.001
ALB(g/L)				
<35.1	1(Ref)		1(Ref)	
35.1 ~ <38.1	0.47(0.1 ~ 0.84)	<0.001	0.62(0.23 ~ 1.00)	0.014
38.1 ~ <40.9	0.50(0.13 ~ 0.86)	<0.001	0.69(0.31 ~ 1.07)	0.059
≥40.9	0.31(-0.12 ~ 0.75)	<0.001	0.48(0.02 ~ 0.94)	0.002

注:模型调整了年龄、吸烟状况、饮酒状况、累积接尘时间、BMI、ALB、尘肺期别等变量。



注:实线表示 HR;阴影部分表示 95%CI。

图 1 基线 ALB 浓度与感染后呼吸衰竭发生风险的剂量反应关系

Fig 1 The dose-response relationship between baseline serum albumin concentration and the risk of respiratory failure following infection

表 3 以 BMI、尘肺期别分层后 ALB 与尘肺患者感染后发生呼吸衰竭发生风险的相关性分析

Table 3 Association between ALB and the risk of respiratory failure after infection among pneumoconiosis patients, stratified by BMI and

变量	pneumoconiosis stage						
	Q1	Q2[HR(95%CI)]	P1 值	Q3[HR(95%CI)]	P2 值	Q4[HR(95%CI)]	P3 值
BMI(kg/m ²)							
<18.5	1(Ref)	0.49(0.30~0.80)	0.004	0.62(0.39~1.00)	0.049	0.36(0.20~0.64)	0.001
18.5~<24	1(Ref)	0.38(0.16~0.87)	0.021	0.27(0.12~0.63)	0.002	0.22(0.09~0.53)	0.001
≥24	1(Ref)	1.09(0.47~2.51)	0.358	0.92(0.41~2.04)	0.388	0.95(0.35~2.58)	0.053
尘肺期别							
壹期	1(Ref)	0.45(0.22~0.92)	0.029	0.54(0.28~1.07)	0.076	0.27(0.12~0.61)	0.002
贰期	1(Ref)	0.6(0.20~1.79)	0.358	0.59(0.18~1.94)	0.388	0.12(0.01~1.03)	0.053
叁期	1(Ref)	0.54(0.33~0.88)	0.012	0.49(0.31~0.78)	0.003	0.42(0.25~0.71)	0.001

3 讨 论

尘肺病高发病率和高死亡率源于职业防护不当、缺乏早期诊断及有效治疗,且患者呼吸系统防御机制受损、病程长、免疫力低下,易患多种并发症。其中,呼吸衰竭是最常见且危险的并发症,也是死亡率高的主因,而呼吸道感染是诱发呼吸衰竭的主要原因。因此,了解呼吸道感染诱发呼吸衰竭的影响因素对疾病诊治与预后分析至关重要。

本研究发现,高 ALB 是男性尘肺患者肺部感染后发生呼吸衰竭的保护因素,维持 ALB 浓度高于 38.1 g/L 可降低感染后呼吸衰竭风险,进一步证实了 ALB 在防控呼吸衰竭中的重要性^[18]。ALB 是人类血浆中最丰富的蛋白,具有重要的生物活性,是血浆渗透压的主要决定因素^[19]。同时,ALB 作为营养状况重要评估指标^[20],常被用作营养不良、癌症、类风湿性关节炎等多种疾病的预后生物标志物^[21]。基线分析显示,超半数尘肺病患者 ALB 低于医学参考值,反映其营养不良状况,而营养不良是呼吸衰竭的重要影响因素^[22]。

本研究的亚组分析发现,ALB 的保护作用在 BMI≤24 kg/m² 的尘肺患者中更为显著,发生呼吸衰竭的风险更低。BMI 是营养评估众所周知的临床指标^[23],然而,呼吸危重症患者更易合并营养不良或营养状态恶化进而导致不良预后,对此类患者应给予营养支持治疗。患者 BMI 增加,每日的能量需求也增加^[24]。因此,当尘肺患者 BMI 正常或偏低时,ALB 水平升高可改善营养状况,满足因气道阻塞、膈肌做功需求增加所需的能量,降低呼吸衰竭风险。这也解释了高 BMI 尘肺患者即使 ALB 水平较高,也不能显著降低呼吸衰竭风险。

同时,本研究还发现高水平的 ALB 在叁期尘肺患者中均降低呼吸衰竭发生的风险。ALB 由于其特殊结构可通过与活性氧、活性氮、前列腺素等相结合来调节炎症反应,也可与多种配体结合和捕获自由基而发挥抗氧化的作用^[25-27],也通过与血红素的反应促

进自由基和活性氧基团的清除^[28-29],这有助于减轻尘肺病患者肺组织的局部慢性炎症。另外,持续低 ALB 可能引发持续炎症,炎症中单核细胞和粒细胞释放的 IL-6 可抑制白蛋白合成并促进成纤维细胞增殖,导致纤维化^[30]。叁期尘肺患者炎症及肺纤维化更严重,较高 ALB 水平对其改善作用更好^[31]。白蛋白在壹期、贰期尘肺并发感染后对呼吸衰竭的保护作用不明显,可能与病理生理特点有关。壹期、贰期尘肺患者肺组织纤维化程度轻,呼吸系统储备功能尚可,本研究结果与现有研究结论相似,无统计学意义^[13]。

本研究基于十年观察期、超 1 000 例样本的尘肺病住院患者病历数据进行回顾性队列分析,变量多、证据效力高,为尘肺病及其并发症研究提供参考。但仍存在不足:作为回顾性研究,残余混杂风险大,缺乏对影响白蛋白表达的膳食和营养状况的控制;尘肺患者感染后呼吸衰竭发病风险 95%CI 较宽,提示精确度需提高,可能因个体差异及样本限于一家医院住院患者,症状较门诊等患者严重,存在外推性问题。

本回顾性队列研究发现,高 ALB 是男性尘肺患者肺部感染后发生呼吸衰竭的保护因素,可降低其感染后呼吸衰竭风险。作为常规血液检查的关键指标,ALB 能显著提高临床医生对尘肺患者风险分层及早期干预的准确性,有效降低尘肺患者肺部感染后呼吸衰竭风险。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] 王义,王蕊,徐海明. miRNAs 及其相关调控网络在尘肺病中的作用[J]. 卫生研究,2023,52(4):685-691.
Wang Y, Wang R, Xu HM. The role of miRNAs and their related regulatory networks in pneumoconiosis [J]. Journal of Hygiene Research, 2023, 52(4): 685-691.(In Chinese)

[2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会规划发展与信息化司. 2022 年卫生健康事业发展统计公报发布 [J]. 中国农村卫生, 2023, 15(10):1.
The Department of Planning, Development and Informationization of

- the National Health Commission of the People's Republic of China. Statistical bulletin on the development of health and wellness undertakings in 2022 released [J]. Rural Health in China, 2023, 15 (10): 1.(In Chinese)
- [3] 侯志飞. 外周血生物标志物在煤工尘肺初筛和早诊中的探索研究[D]. 北京:中国医学科学院,2023.
Hou ZF. Exploration and research on peripheral blood biomarkers in the initial screening and early diagnosis of coal workers' pneumoconiosis[D]. Beijing: Peking Union Medical College, 2023.(In Chinese)
- [4] Bang KM, Mazurek JM, Wood JM, et al. Silicosis mortality trends and new exposures to respirable crystalline silica - United States, 2001-2010 [J]. MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report, 2015, 64(5): 117-120.
- [5] dler D, Janssens JP. The pathophysiology of respiratory failure: control of breathing, respiratory load, and muscle capacity [J]. Respiration; International Review of Thoracic Diseases, 2019, 97(2): 93-104.
- [6] Gremese E, Bruno D, Varriano V, et al. Serum albumin levels: a biomarker to be repurposed in different disease settings in clinical practice[J]. J Clin Med, 2023, 12(18): 6017.
- [7] 袁茹,袁晓洁,陆颖. 慢性阻塞性肺疾病呼吸衰竭合并肺部感染的危险因素分析[J]. 医药论坛杂志,2024,45(5):449-452.
Yuan R, Yuan XJ, Lu Y. Analysis of risk factors of chronic obstructive pulmonary disease respiratory failure complicated with pulmonary infection [J]. Journal of Medical Forum, 2024, 45 (5): 449-452.(In Chinese)
- [8] 后灵芝,段运华. COPD呼吸衰竭合并肺部感染危险因素分析及综合干预模式对患者肺功能的影响研究[J]. 实用临床护理学电子杂志,2021,6(39):78-81.
Hou LZ, Duan YH. Analysis of risk factors for COPD respiratory failure complicated with pulmonary infection and study on the impact of comprehensive intervention model on pulmonary function of patients [J]. Electronic Journal of Practical Clinical Nursing Science, 2021, 6(39): 78-81.(In Chinese)
- [9] 申沪,吴洪波,曹煜. 老年慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者并发肺部真菌感染的相关因素[J]. 中国老年学杂志,2023,43 (19):4687-4690.
Shen H, Wu HB, Cao Y. Related factors of pulmonary fungal infection in elderly patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2023, 43(19): 4687-4690.(In Chinese)
- [10] 陈辉,彭灿辉. 溴甲酚绿法测定血清白蛋白的应用评价及影响因素分析[J]. 中华预防医学杂志,2022,56(8):1112-1117.
Chen H, Peng CH. Assessment and influencing factors analysis of bromocresol green colorimetry for serum albumin[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2022, 56(8): 1112-1117.(In Chinese)
- [11] Acharya CP, Yadav A, Pokhrel S, et al. Prognostic significance of lactate/albumin ratio in respiratory failure and sepsis [J]. Annals of Medicine, 2025, 57(1): 2482024.
- [12] Liang PP, Wei Z, Li R, et al. Predictive value of hematocrit, serum albumin level difference, and fibrinogen-to-albumin ratio for COVID-19-associated acute respiratory failure [J]. Heliyon, 2024, 10(12): e33326.
- [13] 刘晓琳,周蜜,孔玉林,等. C反应蛋白与前白蛋白及其比值对尘肺病合并肺部感染患者预后的评估价值 [J]. 抗感染药学, 2021, 18(10):1452-1456.
Liu XL, Zhou M, Kong YL, et al. Evaluation value of c-reactive protein, prealbumin and their ratio in prognosis of patients with pneumoconiosis complicated with pulmonary infection [J]. Anti-Infection Pharmacy, 2021, 18(10): 1452-1456.(In Chinese)
- [14] Shi TY, Feng L. Blood biomarkers associated with acute type II respiratory failure in COPD: A meta-analysis [J]. The Clinical Respiratory Journal, 2022, 16(2): 75-83.
- [15] 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所. GBZ 70-2009 职业性尘肺病的诊断[J]. 北京:人民卫生出版社,2009.
Institute of Occupational Health and Poisoning Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention. GBZ 70-2009 Diagnostic criteria of pneumoconiosis [S]. Beijing: People's Health Publishing House, 2009.(In Chinese)
- [16] 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所. GBZ 70-2015 职业性尘肺病的诊断[S]. 北京:人民卫生出版社,2016.
Institute of Occupational Health and Poisoning Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention. GBZ 70-2015 Diagnosis of occupational pneumoconiosis [S]. Beijing: People's Health Publishing House, 2016.(In Chinese)
- [17] 徐林浩. 成年女性血清白蛋白水平与压力性尿失禁相关性分析:横断面和病例对照研究[D]. 南昌:南昌大学,2024.
Xu LH. Correlation analysis of serum albumin levels and stress urinary incontinence in adult females: a cross-sectional and case-control study [D]. Nanchang: Nanchang University, 2024.(In Chinese)
- [18] 李露,邓雅雪,陈佑桐,等. 老年重症肺炎合并呼吸衰竭患者血清白蛋白、白细胞介素-6、右心室 Tei 指数对病情严重程度和预后的影响 [J]. 临床和实验医学杂志,2024,23 (14): 1494-1498.
Li L, Deng YX, Chen YT, et al. Serum albumin, IL-6, and right ventricular Tei index in elderly patients with severe pneumonia complicated with respiratory failure and the effects on the severity of the condition and prognosis [J]. Journal of Clinical and Experimental Medicine, 2024, 23(14): 1494-1498.(In Chinese)
- [19] 高沿航,牛俊奇. 基因工程人血清白蛋白的研发与应用[J]. 临床肝胆病杂志,2025,41(3):415-419.
Gao YH, Niu JQ. The development and application of genetically engineered human serum albumin[J]. Journal of Clinical Hepatology, 2025, 41(3): 415-419.(In Chinese)
- [20] 范玉云,陈豪逸,李思贝,等. 基于血清前白蛋白评估下的营养支持护理对胸腰段脊柱结核患者营养状况及并发症的影响 [J]. 中华养生保健,2025,43(6):125-128.
Fan YY, Chen HY, Li SB, et al. The influence of nutritional support nursing based on serum prealbumin assessment on the nutritional status and complications of patients with thoracolumbar spinal tuberculosis [J]. Chinese Health Care, 2025, 43 (6): 125-128.(In Chinese)
- [21] Farag CM, Antar R, Akosman S, et al. What is hemoglobin, albumin, lymphocyte, platelet (HALP) score? A comprehensive literature review of HALP's prognostic ability in different cancer types [J]. Oncotarget, 2023, 14: 153-172.
- [22] Guo WH, Meng LH, Cao L. Risk factors for recurrent respiratory tract infections and acute respiratory failure in children with spinal

- cross-sectional study [J]. *Clinical and Experimental Hypertension*, 2023, 45(1): 2195996.
- [13] Che BZ, Zhong CK, Zhang RJ, et al. Triglyceride-glucose index and triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio as potential cardiovascular disease risk factors: an analysis of UK biobank data [J]. *Cardiovascular Diabetology*, 2023, 22(1): 34.
- [14] Kosmas CE, Rodriguez Polanco S, Bousvarou MD, et al. The triglyceride/High-Density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) ratio as a risk marker for metabolic syndrome and cardiovascular disease [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(5): 929.
- [15] 诸骏仁, 高润霖, 赵水平, 等. 《中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版)》补充说明[J]. *中国循环杂志*, 2017, (1): 53. Zhu JR, Gao RL, Zhao SP, et al. Chinese guidelines for the prevention and treatment of dyslipidemia in adults (2016 revision)[J]. *Chinese Circulation Journal*, 2017, (1): 53.(In Chinese)
- [16] Pirillo A, Casula MNA, Olmastroni E, et al. Global epidemiology of dyslipidaemias [J]. *Nature Reviews Cardiology*, 2021, 18 (10): 689-700.
- [17] Shao BH, Mathew AV, Thornock C, et al. Altered HDL proteome predicts incident CVD in chronic kidney disease patients[J]. *Journal of Lipid Research*, 2021, 62: 100135.
- [18] 章陈露, 江晓波, 黄国勇, 等. 甘油三酯葡萄糖指数、甘油三酯葡萄糖体重指数、甘油三酯 / 高密度脂蛋白胆固醇比值与高血压患者动态血压指标的相关性[J]. *中华高血压杂志:中英文*, 2025, 33(2): 171-179. Zhang CL, Jiang XB, Huang GY, et al. Correlation of triglyceride glucose index, triglyceride glucose-body mass index, and triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio with ambulatory blood pressure metrics in hypertensive patients [J]. *Chinese Journal of Hypertension*, 2025, 33(2): 171-179.(In Chinese)
- [19] Aroor AR, Jia GH, Sowers JR. Cellular mechanisms underlying obesity-induced arterial stiffness[J]. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2018, 314 (3): R387-R398.
- [20] Dabrowska E, Narkiewicz K. Hypertension and dyslipidemia: the two partners in Endothelium-Related crime [J]. *Current Atherosclerosis Reports*, 2023, 25(9): 605-612.
- [21] Hu XY, Han P, Liu Y. Metabolic status and hypertension: the impact of insulin Resistance-Related indices on blood pressure regulation and hypertension risk[J]. *J Am Nutr Assoc*, 2025, 10: 1-11.

收稿日期: 2025-03-18

(上接第 2699 页)

- muscular atrophy[J]. *Pediatric Pulmonology*, 2023, 58(2): 507-515.
- [23] 金伟强. 基于白蛋白和 BMI 的术前营养不良对肝细胞癌手术的影响及并发症危险因素预测 [D]. 重庆: 重庆医科大学, 2024. Jin WQ. The impact of preoperative malnutrition based on albumin and BMI on hepatocellular carcinoma surgery and prediction of risk factors for complications [D]. Chongqing: Chongqing Medical University, 2024.(In Chinese)
- [24] 中华医学会呼吸病学分会危重症医学学组. 中国呼吸危重症患者营养支持治疗专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(8): 573-585. Critical Care Medicine Group, Respiratory Medicine Branch, Chinese Medical Association. Expert consensus on nutritional support therapy for respiratory critical diseases in China[J]. *National Medical Journal of China*, 2020, 100(8): 573-585.(In Chinese)
- [25] Pompili E, Zaccherini G, Baldassarre M, et al. Albumin administration in internal medicine: A journey between effectiveness and futility [J]. *European Journal of Internal Medicine*, 2023, 117: 28-37.
- [26] Belinskaia DA, Voronina PA, Shmurak VI, et al. Serum albumin in health and disease: esterase, antioxidant, transporting and signaling properties [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2021, 22 (19): 10318.
- [27] Rogóz W, Pozycka J, Owczarzy A, et al. Comparison of losartan and furosemide interaction with HSA and their influence on HSA antioxidant potential[J]. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 2022, 15(5): 499.
- [28] 张程. 外周血 Lac、HO-1、sRAGE、CRP/ALB 水平变化与腹腔感染致脓毒症患者预后的关系[J]. *中外医药研究*, 2024, 3(27): 141-144. Zhang C. Relationship between the Levels of Lac, HO-1, sRAGE, CRP/ALB in Peripheral Blood and the Prognosis of Patients with Sepsis Caused by Abdominal Infection [J]. *Journal of Chinese and Foreign Medicine and Pharmacy Research*, 2024, 3(27): 141-144.(In Chinese)
- [29] Di M, Gullotta F, Bolli A, et al. Ibuprofen binding to secondary sites allosterically modulates the spectroscopic and catalytic properties of human serum heme-albumin [J]. *FEBS Journal*, 2011, 278 (4): 654-662.
- [30] Chen YH, Lee TJ, Hsieh HJ, et al. Clinical outcomes and risk factors of progressive pulmonary fibrosis in primary Sjögren's syndrome-associated interstitial lung disease [J]. *BMC Pulmonary Medicine*, 2023, 23(1): 268.
- [31] 魏宇豪, 彭姗姗, 刘丽芳, 等. 血清白蛋白水平与男性尘肺患者重度以上肺通气功能障碍发生风险的关联研究[J]. *现代预防医学*, 2024, 51(10): 1914-1920. Wei YH, Peng SS, Liu LF, et al. Study on associations of serum albumin levels with risk of severe or very severe pulmonary ventilation dysfunction in male pneumoconiosis patients [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2024, 51(10): 1914-1920.(In Chinese)

收稿日期: 2025-04-12