

矽肺预后相关因素的研究现状与进展

真滢¹ 张秀芳¹ 叶君¹ 郭伟峰² 邱参强¹ 吴军^{1*}

1. 南平市第二医院呼吸内科 南平 354200

2. 泉州市第一医院呼吸内科 泉州 362000

摘要：矽肺作为一种常见的慢性职业病，随着病情的进展加重，容易并发肺部感染、肺结核、气胸、呼吸衰竭以及慢性肺源性心脏病等严重并发症，严重影响患者的生活质量及生命安全^[1]。尽早识别出影响矽肺预后的相关危险因素，协助临床医师做出正确的决策，及早干预，减少或延缓不良预后的发生，对提高患者的生活质量及寿命具有重要意义。

关键词：矽肺；不良预后；危险因素

1. 概述

矽肺（silicosis）是指在从事接触作业过程中，长期过量的吸入二氧化硅颗粒而引起肺部弥漫性纤维化改变为特征的全身性疾病^[2]。是一种常见的慢性职业病，而疾病的严重程度与接触的时间、吸入粉尘的浓度等息息相关，即便是脱离了工作环境，疾病仍可进展，其危害性大，并发症多，致残致死率也极高。

矽肺可以分为三种临床类型：慢性矽肺、急性矽肺蛋白沉积症及加速型矽肺，临床上以慢性矽肺较为常见。矽肺发展为一个慢性过程，一般接触5-10年发病，有的甚至20年以上，慢性矽肺通常是指长期接触粉尘，早期患者无明显症状和体征且缺乏特异性。肺功能检测可能存在单纯的限制性通气障碍或混合性通气功能障碍^[3]。急性肺蛋白沉积症又称“急性矽肺”，较少见，它主要是由于近些年来人造石行业兴起导致，与传统矽肺比较，它的病情进展更快，死亡率也高，一般发生接触小于5年粉尘工作者身上，原因可能为高浓度的二氧化硅职业暴露，且一般粉尘颗粒极小，直径约1-2 μm ，常见于喷砂作业等，在显微镜下可见肺泡中充满泡沫状渗出物，之间大量巨噬细胞，肺组织广泛纤维化及II型肺泡细胞增生，组织学上颇似“肺泡蛋白沉积症”或“脱屑性间质性肺炎”。而加速型矽肺介于两者之间。

随着我国社会事业的蓬勃发展，生产生活中需要接触粉尘的行业和工种越来越多，据有关统计资料显示截至2015年，我国尘肺发病率高达34%，死亡率也达到22%^[4]。到2018年我国职业性尘肺报告了19648例，其中矽肺约占总病例50%，是尘肺病中危害最严重的病种之一^[5]。截

止2020年我国新发的职业病中职业性尘肺更是占据高达81.83%^[6]尘肺病已经成为我国目前患者数最多、影响范围最广的职业病，其中以煤工尘肺和矽肺两种为主^[7]。相关研究也表明随着病情进展，患者生存质量及寿命也将直线下降，因此尽早识别出影响预后危险因素延缓病情进展具有重大意义。

2. 一般临床资料

吸烟（Smoke）吸烟可能对人体的各项器官造成伤害，尤其对于呼吸道危害最大，除了增加肺癌发生风险之外，还可能引起矽肺患者肺功能损害^[8]，甚至影响矽肺患者的生存寿命。有研究显示吸烟与矽肺发病高度相关，增加罹患矽肺危险度^[9]。另一项有关于无锡市矽肺患者的生存影响因素研究，统计了从1975至2019年共3721例的矽肺患者生存情况，结果也显示：吸烟对于矽肺患者累计生存率有明显，与不吸烟患者比较，吸烟患者生存时间减少的风险将升高，并且证实了吸烟为影响矽肺患者生存时间的独立危险因素之一^[10]。由此可见我们应该加强矽肺患者的健康教育及健康促进工作，帮助养成不吸烟及尽早戒烟的良好生活习惯，减少不良预后发生。

接尘时间（Dust exposure time）矽肺由于是吸入结晶二氧化硅引起的职业性尘肺，接尘时间可以反映工人实际暴露粉尘接触作业的时间，而长期二氧化硅的暴露作业，无疑将诱发矽肺的发生发展。一项调查289例矽肺死亡病例结果显示，接尘时间是影响矽肺预后的主要因素^[11]，且随着接尘的时间越长，其生存寿命也越差。另一项土耳其研究导致矽肺过早死亡相关因素分析也提示，超过四分之一的矽肺病例

从小就开始在尘土飞扬的行业工作^[12]。而其他的多项研究也分别证实了实际接尘的时间可以作为影响矽肺不良预后的一个重要危险因素，同时也对于矽肺的早期诊断和健康监测有着重大意义^[13]。因此一旦发病，建议尽早脱离粉尘作业，缩短接尘时间尤为重要。

矽肺分期 (Silicosis staging) 根据 2009 年卫生部颁布的尘肺病诊断标准矽肺依据 X 胸片可分为三期：具体如下：一期尘肺：有总体密集度达 1 级的小阴影，分布范围至少达到两个肺区。二期尘肺：有总体密集度 2 级的小阴影，分布范围超过 4 个肺区，或有总体密集度 3 级的小阴影，分布范围达 4 个肺区。三期尘肺：有以下三种表现之一者：有大阴影出现，其长径不小于 20mm，宽径不小于 10mm，有总体密集度 3 级的小阴影，分布范围超过 4 个肺区并有小阴影聚集或有小阴影^[2]。矽肺的分期可以代表疾病的严重程度。相关研究发现，矽肺为影响矽肺患者生存时间独立危险因素之一，与一期矽肺比较，三期矽肺患者的生存时间减少风险增加^[16]。其机制可能为矽尘的接触刺激了成纤维细胞大量增生并转化为肌成纤维细胞，从而形成肺纤维化，三期矽肺患者较一期肺纤维化程度更加严重^[14]。曾有研究统计在 1404 尘肺病例中 I 期、II 期、III 期尘肺病死率分别为 13.04%、38.66%、55.37%。相关研究也显示随着矽肺分期增加死亡风险率也增加^[15]。因此矽肺分期与疾病预后息息相关，及早发现干预，延缓矽肺晋期十分重要。

3. 生物学标志物

乳酸脱氢酶 (Lactate dehydrogenase, LDH) LDH 是一种细胞酶，其存在于所有类型的细胞中，对其的检测可以反映出组织和细胞损伤情况。矽肺由于二氧化硅的暴露可导致肺部炎症和细胞损伤，一项探讨接触二氧化硅玛瑙工人血液样本中总乳酸脱氢酶 (LDH) 活性研究显示，LDH 与矽肺发生息息相关^[16]。另外相关研究在探讨血清炎症介质水平对二氧化硅接触工人的预后情况影响时也发现乳酸脱氢酶与矽肺的进展相关，且随着疾病的严重程度增加升高越明显^[17]。因此对 LDH 检测矽肺预后情况有着相关价值意义。

神经元特异性烯醇化酶 (Neuron specific enolase, NSE) NSE 是一种由肺的神经内分泌细胞产生和分泌的生物活性肽，做为一种常见的肿瘤标志物，临床上常常通过对神经元特异性烯醇化酶检测，协助鉴别诊断肺癌及一些良性肺部疾病如肺泡蛋白沉积症、肺结核和特发性肺纤维化。

但近些年来越来越多研究发现，矽肺患者血清中神经元特异性烯醇化酶浓度对比正常人也有所升高^[18-20]，其原因可能是矽肺肺部神经内分泌细胞的增生导致，因此，对 NSE 的检测，有希望用于诊断和评估矽肺严重程度的有前景的生物学标志物。

CA125 作为一种常见肿瘤标志物，它是由有肿瘤细胞和肿瘤组织中的其他细胞合成和分泌的，可以在许多类型的肿瘤中发现，比如胃癌、卵巢癌、乳腺癌、前列腺癌和肝癌等，因此常用于临床筛查和诊断各种癌症。但近些年来研究发现，在一些良性肺部疾病中如特发性肺纤维化和肺结核，CA125 也会发生变化^[21-23]。更有学者研究显示，矽肺患者的血清 CA125 浓度显著升高，这可能与炎症在矽肺的发展中起着重要作用有关，发现 CA125 可以作为预测矽肺患者的疾病严重程度指标^[18]。

4. 检查指标

肺功能检查 (Pulmonary function test) 肺功能检查是呼吸系统疾病常见检查之一，主要用于检测呼吸道通畅程度、肺容量大小等，通过对肺功能检测可以了解患者的用力肺活量 (FVC)、第一秒用力呼气容积 (FEV1)、第一秒用力呼气容积与用力肺活量的比值 (FEV1/FVC%)、肺总量 (TLC)、残气量 (RV)、及一氧化碳弥散量 (DLCO) 等相关资料。而矽肺患者常合并不同程度的肺功能受损，主要包括阻塞性、限制性、混合性通气功能障碍，并且随着矽肺分期升高气流受限随之加重^[24]。既往有研究提示，矽肺合并肺纤维化患者通气功能异常检出率可达 73.3%–83.72%^[25]。另一项研究也进一步证实并显示，其中矽肺患者肺功能受损情况下阻塞性通气功能障碍、限制性通气功能障碍、混合性功能障碍分别可占比为 31%、7.83%、34.78%，并可伴有一定程度的弥散功能下降^[26]。虽然目前矽肺患者肺功能受损的危险因素尚不明确，可能与矽肺并发大面积肺纤维化相关，但由此可见肺功能指标对于矽肺患者预后的评估具有一定的价值，临床上可以通过检测肺功能情况指导矽肺相关治疗。

肺动脉压 (Pulmonary arterial systolic pressure, PASP) 超声心动图可以评估患者心脏内的血流动力学及肺循环的情况，肺动脉压作为超声心动图中一项重要测量指标，通过了解肺动脉压可以粗略评估肺纤维化及缺氧情况^[27]，后期还可作为慢性肺源性心脏病的诊断依据。目前关于矽肺患

者肺动脉压变化相关资料非常有限,但一项煤工尘肺相关研究显示,煤工尘肺 I 期、II 期和 III 期的肺动脉高压患病率分别为 12.5%、54.7% 和 68.2%。II、III 期患者的肺动脉高压风险较 II 期增加,且肺动脉高压的患病率随着疾病的发作和严重程度而增加^[28]。随着矽肺疾病的进展,粉尘长期刺激,导致肺血管舒张增加、小气道阻塞、血管重塑,最终肺动脉压升高并发肺源性心脏病等严重并发症,严重影响患者的生活质量及生存寿命。由此可见肺动脉压对于矽肺不良预后有很高预测价值。因此临床上尽早识别出这类患者,早期干预并制定出良好治疗方案,对于改善远期预后尤为重要。

5. 其他指标

6 分钟步行试验(6MWT) 矽肺作为一种不可逆的慢性间质性肺疾病,由于成纤维细胞大量增生并转化为肌成纤维细胞,最终形成肺纤维化,随着疾病进展及并发症出现,呼吸困难程度逐渐加重,严重影响患者的劳动能力。6 分钟行走试验是测量行走 6 分钟的距离去评估患者的运动能力的试验^[29]。相关研究在使用 6 分钟步行试验评估复杂性矽肺患者的运动能力,并确定结果如何影响住院和死亡率的预后价值时发现矽肺患者平均步行 $387 \pm 92\text{m}$,且随着矽肺严重程度的增加而恶化,6 分钟的距离与肺功能呈正相关,与 mMRC 确定的呼吸困难呈负相关^[30]。由此可见,我们可以通过这项简单、低成本的测试,反映出矽肺患者的功能能力,同时它可能对于矽肺预后有着相关预测价值。

《改良版英国医学研究委员会呼吸问卷》mMRC 评分呼吸困难是一种呼吸异常、不舒适的主观感受,即病人主观感觉呼吸气量不足呼吸费力、窒息、胸闷,可以表现为呼吸急促、端坐呼吸等。呼吸困难可以通过修改后的医学研究委员会(mMRC)量表进行评估,mMRC 评分是一种可靠研究工具,它通过使用标准措辞对呼吸困难限制能力之前的体力消耗程度进行分类^[31]。而矽肺是一种慢性肺部弥漫性纤维化疾病,常合并不同程度的肺功能受损,临床上可以通过 mMRC 评分评估矽肺患者呼吸困难程度,虽然目前对于研究 mMRC 评分与矽肺预后关系的较少,但有研究显示随着呼吸困难的增加,患者劳动力参与率下降,生活质量明显下降^[32]。由此预示着通过 mMRC 评分对矽肺预后提供一定价值的参考。

氧合指数 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 称为氧合指数,是判断肺部缺氧严

重程度的重要指标,该值越小,提示病情越严重^[33]。随着长期二氧化硅吸入沉积,矽肺会逐渐发展成为慢性弥漫性肺纤维化,随着病情进展,矽肺患者表现为不同程度的呼吸困难,严重者出现呼吸衰竭,最终只能依靠肺移植治疗改善呼吸,虽然缺乏对于矽肺患者肺移植金标准,但有研究显示,当血氧饱和度下降到 88% 以下等符合一系列相关条件时,尽早肺移植使矽肺患者受益更大^[34],同时也反应出通过对氧合指数检测可能对患者预后提示有一定价值意义。另一项在秘鲁高海拔地区进行的研究也发现低氧血症与矽肺相关,血氧饱和度有望作为矽肺的筛查工具之一^[35]。由此可见,氧合指数作为筛查工具可能具有一定的临床预后预测功能。

CAT 评分 CAT 评分作为临床慢性阻塞性肺疾病评估问卷,是一个综合症状评分,其中包含咳嗽、咳痰、胸闷、呼吸困难等症状,并将其不同严重程度得以数值量化,具有评判标准多方位、容易操作、病人通俗易懂的特征。常用于评估慢性阻塞性肺疾病严重程度,为指导临床慢性阻塞性肺疾病治疗提高参考。CAT 评分可作为肺部慢性疾病的评估方法,矽肺患者同样具有 CAT 评分相关症状,但目前尚缺乏矽肺与 CAT 评分之间相关研究,CAT 评分能否有望成为评估矽肺预后的重要参考指标,有待进一步探索。

圣乔治评分 圣乔治评分主要用于评价慢性气流受限疾病对生活质量的影晌程度,其中包括症状、活动能力以及疾病对日常生活的影晌三大部分,有 50 个项目、76 个回答和 3 部分得分,分数越高,表明健康损害越大。该问卷常在慢性阻塞性肺疾病和支气管哮喘患者中使用较多,先后众多学者均研究报道显示,圣乔治评分用于指导慢性阻塞性肺疾病和支气管哮喘预后治疗具有重要价值,对于部分肺部慢性疾病亦有良好的评估效能,但目前缺乏其与矽肺不良预后相关性研究,有待进一步探索。

6. 合并感染

大量的二氧化硅暴露导致肺泡巨噬细胞功能障碍,机体抵抗力下降,导致矽肺合并细菌、真菌、结核等感染发生率升高。据有关研究数据显示在尘肺病住院 6344 例患者发生并发症占据 60.99%,其中肺部感染就占据 26.84%,且患者年龄越大,尘肺分期越高,并发感染几率越大^[36]。Lanzafame M 等人也证实矽肺患者患肺结核的风险高于非矽肺患者,而且接触二氧化硅的个体患肺结核和肺外结核的风险也增加^[37]。另研究在探讨 CD4(+)T 淋巴细胞三磷酸腺

昔(ATP)浓度与矽肺患者反复呼吸道感染关系时发现614例矽肺患者反复发生呼吸道感染的比率占据17.10%,且反复发生呼吸道感染组CD4(+)T淋巴细胞产生的ATP浓度显著低于非反复发生感染组,CD4(+)T淋巴细胞ATP值低是矽肺患者发生反复呼吸道感染的危险因素^[38]。有学者揭示IL-6、IL-10等细胞因子的检测在老年矽肺合并下呼吸道感染患者的早期诊断和治疗中具有良好的临床应用价值,可为临床医生早期治疗提供重要的实验室依据^[39]。矽肺患者合并感染,这也是导致矽肺患者不良预后的重要原因之一,应尽早发现尽早诊治。

7. 小结与展望

由此可知,影响矽肺不良预后因素有很多,对于矽肺的预后评估不能靠单一因素,近十几年来,国内外学者对此作出相应努力,曾有研究将(mMRC)评分、肺功能损伤分级、尘肺期别、病情加重和有无并发症5个变量作为矽肺病情评估指数的变量,通过统计171例住院矽肺患者,建立矽肺患者病情评估指数模型,评估矽肺患者有无死亡风险,并揭示随着病情评估指数评分升高,死亡风险将增加^[40]。但具体应用准确度、灵敏度及临床可行性尚未可知。目前仍然缺乏对于矽肺预后的风险评估方法的金标准、预后预测标准及预后预测模型。我部拟通过回顾性分析,应用二分类因素logistic回归分析构成预测模型。也可以通过大数据、更大规模人群的临床、生物学指标及各项检查指标联合起来,建立更全面预后评估体系,从而尽早识别出矽肺患者的早期风险,为临床工作提供更好、更准确的选择,使患者受益更多。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突。

作者贡献声明:真滢:撰写文章,经费支持;张秀芳:论文修改;叶君:收集资料;郭伟峰:撰写论文;黄力强:论文修改;邱参强:研究指导;吴军:研究指导,论文修改。

参考文献:

[1]毛翎,彭丽君,王焕强.尘肺病治疗中国专家共识(2018年版)[J].环境与职业医学,2018,35(08):677-689.

[2]中华人民共和国卫生部.GBZ 70-2009《尘肺病诊断标准》[S].北京:中国标准出版社,2009.

[3]Shen HS, Lai YT, Tsai HC, et al. Artificial stone-associated silicosis with concurrent *Cryptococcus* infection[J]. *Respirol Case Rep*, 2021, 9(6): e00765.

[4]罗爱武,彭波,白香连,等.2011-2015年衡阳市新

诊断尘肺病例发病特征分析[J].现代预防医学,2016,43(20):3684-3687.

[5]《中国职业医学》编辑部.2018年全国职业病报告情况[J].中国职业医学,2019,46(5):1.

[6]2020年我国卫生健康事业发展统计公报[J].中国病毒病杂志,2021,11(5):9.

[7]Goldyn SR, Condos R, Rom WN. The burden of exposure-related diffuse lung disease[J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2008, 29(6): 591-602.

[8]邢艳红,周琅,高茜茜,等.2017年江苏省某煤矿接尘职工职业健康检查结果分析[J].职业卫生与应急救援,2018,36(4):288-291,340.

[9]Hughes JM, Weill H, Checkoway H, et al. Radiographic evidence of silicosis risk in the diatomaceous earth industry[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998, 158(3): 807-814.

[10]Wang W, Zhao R, Li CP, et al. [Survival analysis of silicosis patients in Wuxi City][J]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 2021, 39(6): 430-433.

[11]夏万夫,胡斌,朱治文,等.矽肺患者预后因素及生存期分析[J].工业卫生与职业病,2017,43(2):113-115,119.

[12]Altundaş Hatman E, Acar Karagül D, Kuman Oyman E, et al. Premature Deaths Due to Silicosis in Turkey, 2006-2017: A Twelve-Year Longitudinal Study[J]. *Balkan Med J*, 2021, 38(6): 374-381.

[13]Jiao J, Li L, Yao W, et al. Influence of Silica Exposure for Lung Silicosis Rat[J]. *Dis Markers*, 2021, 2021: 6268091.

[14]Craig VJ, Zhang L, Hagood JS, et al. Matrix metalloproteinases as therapeutic targets for idiopathic pulmonary fibrosis[J]. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 2015, 53(5): 585-600.

[15]Cui JW, Hu JA, Zhu L. [Survival analysis of patients with pneumoconiosis from 1963 to 2014 in Yueyang][J]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 2016, 34(5): 360-362.

[16]Aggarwal BD. Lactate dehydrogenase as a biomarker for silica exposure-induced toxicity in agate workers[J]. *Occup Environ Med*, 2014, 71(8): 578-582.

[17]Blanco-Pérez JJ, Blanco-Dorado S, Rodríguez-García J, et al. Serum levels of inflammatory mediators as prognostic biomarker in silica exposed workers[J]. *Sci Rep*, 2021,

11(1): 13348.

[18]Fang SC, Zhang HT, Wang CY, et al. Serum CA125 and NSE: biomarkers of disease severity in patients with silicosis[J]. *Clin Chim Acta*, 2014, 433: 123–127.

[19]Zhao YX, Dong ZP, Fan ZM, et al. [Changes of neuron specific enolase in serum of patients with silicosis][J]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 2021, 39(3): 215–217.

[20]Huang HB, Huang JL, Xu XT, et al. Serum neuron-specific enolase: A promising biomarker of silicosis[J]. *World J Clin Cases*, 2021, 9(5): 1016–1025.

[21]Sahin F, Yildiz P. Serum CA-125: biomarker of pulmonary tuberculosis activity and evaluation of response to treatment[J]. *Clin Invest Med*, 2012, 35(4): E223–228.

[22]Rusanov V, Kramer MR, Raviv Y, et al. The significance of elevated tumor markers among patients with idiopathic pulmonary fibrosis before and after lung transplantation[J]. *Chest*, 2012, 141(4): 1047–1054.

[23]Bao Y, Zhang W, Shi D, et al. Correlation Between Serum Tumor Marker Levels and Connective Tissue Disease-Related Interstitial Lung Disease [J]. *Int J Gen Med*. 2021;14:2553–2560

[24]Antao VC, Pinheiro GA, Terra-Filho M, et al. High-resolution CT in silicosis: correlation with radiographic findings and functional impairment[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2005, 29(3): 350–356.

[25]Yeoh CI, Yang SC. Pulmonary function impairment in pneumoconiotic patients with progressive massive fibrosis[J]. *Chang Gung Med J*, 2002, 25(2): 72–80.

[26]Linden T, Hanses F, Domingo-Fernández D, et al. Corrigendum to “Machine Learning Based Prediction of COVID-19 Mortality Suggests Repositioning of Anticancer Drug for Treating Severe Cases” [Artificial Intelligence in Life Sciences] 1(2021), 100020[J]. *Artif Intell Life Sci*, 2022, 2: 100032.

[27]Burghuber OC. Doppler assessment of pulmonary haemodynamics in chronic hypoxic lung disease[J]. *Thorax*, 1996, 51(1): 9–12.

[28]Bian LQ, Zhang Y, Jiang R, et al. Impairment of

pulmonary function and changes in the right cardiac structure of pneumoconiotic coal workers in China[J]. *Int J Occup Med Environ Health*, 2015, 28(1): 62–70.

[29]Casanova C, Celli BR, Barria P, et al. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries[J]. *Eur Respir J*, 2011, 37(1): 150–156.

[30]Blanco Pérez JJ, Arnalich Montiel V, Salgado-Barreira Á, et al. The 6-Minute Walk Test as a Tool for Determining Exercise Capacity and Prognosis in Patients with Silicosis[J]. *Arch Bronconeumol (Engl Ed)*, 2019, 55(2): 88–92.

[31]Bestall JC, Paul EA, Garrod R, et al. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Thorax*, 1999, 54(7): 581–586.

[32]Clark J, Chang S, Kinchin I, et al. Lower workforce participation is associated with more severe persisting breathlessness[J]. *BMC Pulm Med*, 2022, 22(1): 93.

[33]王平, 毛庆祥. 氧合指数的医学概念亟待界定——PaO₂/FiO₂不是 oxygenation index[J]. *局解手术学杂志*, 2022, 31(3): 274–275.

[34]Mao WJ, Chen JY, Zheng MF, et al. Lung transplantation for end-stage silicosis[J]. *J Occup Environ Med*, 2011, 53(8): 845–849.

[35]Donroe JA, Maurtua-Neumann PJ, Gilman RH, et al. Surveillance for early silicosis in high altitude miners using pulse oximetry[J]. *Int J Occup Environ Health*, 2008, 14(3): 187–192.

[36]Dai WR, Li X, Tang BY, et al. [Analysis of 6344 cases of hospitalized migrant workers with pneumoconiosis][J]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 2020, 38(9): 679–682.

[37]Lanzafame M, Vento S. Mini-review: Silico-tuberculosis[J]. *J Clin Tuberc Other Mycobact Dis*, 2021, 23: 100218.

[38]Zhang TW, Guo WW, Wang XM, et al. [The value of adenosine triphosphate in CD4(+)T lymphocytes in predicting repeated respiratory tract infections in silicosis patients][J]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 2020, 38(12): 915–918.

[39]Shao Q, Zhao J. [Analysis of systemic cytokine levels in

silicosis complicated with pulmonary infection][J]. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi, 2021, 39(2): 133-136.

[40]Hou CC, Cao DF, Zhao N, et al. [Construction of disease assessment index of silicosis patients][J]. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi, 2020, 38(7): 512-516.

作者简介:

真滢（1994—），女，汉族，硕士研究生，呼吸系统疾病包含慢阻肺、矽肺、肺癌、哮喘等。

通讯作者：吴军（1972—），男，汉族，本科，呼吸系统疾病包含慢阻肺，支气管扩张、肺癌、哮喘、肺结节等。

基金项目:

南平市自然科学基金项目（N2023J038）