· 卫生政策与管理 ·

中国职业病防治机构服务能力评估与提升路径——基于 15 家机构调查的 SWOT 研究

王妍亭,沈江,谢林伸,周丁子,王佳,赵欣,杨婷,叶艳,贺美菊,曾雨欣,郑炆苅,周亚希,陈利媛,赵洪文
四川大学华西公共卫生学院/四川大学华西第四医院,四川 成都 610041

摘要:目的 运用 SWOT 分析法系统评估我国省级职业病防治机构服务能力现状,探索高质量发展路径。**方法** 采用分层抽样法,依据国家统计局经济带划分及职业病危害重点行业分布特征,选取东、中、西部 12 个省份 15 家省级职业病防治院为研究对象,通过机构问卷、专家问卷及半结构化深度访谈收集数据,运用 SWOT 框架系统分析内外部环境因素。**结果** 优势方面,机构普遍具备职业健康临床服务能力(100% 开展健康监护,93.3% 覆盖尘肺病诊疗),在职业健康领域资源集中,具有专业权威性;劣势包括人才梯队断层(86.7% 机构存在人才不足)、预防服务薄弱(仅 53.3% 开展危害评价)及信息化建设滞后;发展机遇主要来自国家医防融合政策支持(91.2% 机构认可)和数字技术应用;威胁表现为医疗市场竞争加剧和公众职业健康认知不足。**结论** 省级职业病防治院应实施“标准引领 - 技术赋能 - 机制创新”三位一体发展策略:建设国家级职业病防治医学中心,构建“预防 - 诊疗 - 康复 - 管理”全链条服务体系;建立区域医防融合创新平台,推动职业卫生监测与临床服务协同发展;推进“智慧职防”数字化转型工程,破解数据孤岛效应。建议重点突破高层次人才引育、信息化标准体系构建等关键环节,为健康中国战略下的职业病防治体系高质量发展提供实施路径。

关键词:SWOT 分析;职业病防治;医学中心;医防融合;信息化建设
中图分类号:R135 **文献标志码**:A **文章编号**:1003 - 8507(2025)22 - 4126 - 06
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202507015

Service capacity evaluation and improvement strategies for occupational disease prevention and control institutions in China: A SWOT - based study of 15 institutional surveys

WANG Yan - ting, SHEN Jiang, XIE Lin - shen, ZHOU Ding - zi, WANG Jia, ZHAO Xin, YANG Ting, YE Yan, HE Mei - ju, ZENG Yu - xin, ZHENG Wen - yi, ZHOU Ya - xi, CHEN Li - yuan, ZHAO Hong - wen
West China School of Public Health and West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, *China*

Abstract: Objective To systematically assess the service capacity of provincial occupational disease prevention and control institutions in China using SWOT analysis and explore pathways for high - quality development. **Methods** Employing stratified sampling based on the economic zone classification by the National Bureau of Statistics and distribution characteristics of high - risk industries, we selected 15 provincial occupational disease prevention and treatment institutions from 12 provinces across eastern, central, and western China. Data were collected through institutional questionnaires, expert questionnaires, and semi - structured in - depth interviews), followed by systematic SWOT analysis of internal and external environmental factors. **Results** Key strengths included comprehensive clinical service capabilities (100% providing health surveillance, 93.3% covering pneumoconiosis diagnosis and treatment), concentrated resources, and professional authority in occupational health. Weaknesses encompassed talent shortages (reported by 86.7% of institutions), inadequate preventive services (only 53.3% conducting hazard assessments), and lagging informatization. Primary opportunities stemmed from national policies supporting medical - preventive integration (endorsed by 91.2% of institutions) and digital technology applications. Main threats included intensified market competition and insufficient public awareness of occupational health. **Conclusion** Provincial occupational disease prevention institutions should adopt a tripartite development strategy focusing on “standardization, technological empowerment, and mechanism innovation”: establish national - level medical centers to develop a comprehensive “prevention

作者简介:王妍亭(1987—),女,硕士,主治医师,研究方向:职业医学、尘肺康复、医院管理
通信作者:沈江,E - mail:wyttina@foxmail.com

– diagnosis – rehabilitation – management" service system; develop regional medical – preventive integration to enhance coordinate occupational health monitoring with clinical services; and promote digital transformation through "Smart Occupational Health" initiatives to overcome data silos. Emphasis should be placed on recruiting and training high – caliber professionals and establishing standardized informatization frameworks to support the high – quality development of occupational disease prevention systems under the Healthy China Initiative.

Keywords: SWOT analysis; Occupational disease prevention; Medical center; Medical – preventive integration; Informatization construction

职业病防治作为"健康中国 2030"战略的重要组成部分,在当前我国职业健康领域具有关键地位[1]。根据 2023 年我国卫生健康事业发展统计公报数据显示,我国新发职业病病例 12 087 例,仍维持在较高水平,其中职业性尘肺病及其他呼吸系统疾病仍占主导地位,同时新兴行业带来的新型职业健康问题也日益凸显。职业病防治机构面临着资源配置区域不平衡的突出问题,东、中、西部地区在硬件设施、人才队伍等方面存在显著差异。在这一背景下,省级职业病防治院作为职业病防治体系的重要组成部分,是保障劳动者健康权益、促进经济社会可持续发展的关键机构,其服务能力的提升显得尤为重要[2]。本研究运用 SWOT 分析法,从内外部因素四个维度系统分析职业病防治机构发展现状,提出针对性对策,助力省级职业病防治院高质量发展。

1　资料和方法

本研究采用分层抽样法选取调查机构,抽样标准如下:①优先选择省级职业病防治院或承担省级防治职能的医疗机构;②覆盖东、中、西部不同经济水平地区;③包含独立防治院、综合医院职业病科等类型;④每省原则上选取 1 家机构,职业病高发省份(如四川)及特殊地区(如宁夏)酌情增加样本量。样本覆盖东北老工业基地(黑龙江)、中部资源型省份(河南、山西)、西部欠发达地区(四川、云南)及东南沿海(广西),地域分布均衡。每家机构选取医院管理者(1 ~ 3 人)、职业病科医师(2 ~ 3 人)及公共卫生人员(0 ~ 1 人),总样本量 102 人。

本研究采用混合研究方法,通过标准化问卷和深度访谈相结合的方式收集数据。在问卷设计方面,采用改良德尔菲专家咨询法,组建了由 5 位职业病防治领域权威专家(包括 2 名职业医学主任医师、2 名公共卫生学科带头人和 1 名省级职业病防治院院长),基于《中华人民共和国职业病防治法》和《职业健康检查管理办法》等政策文件,经过两轮专家论证和修订,最终形成包含机构基础信息、人力资源配置、硬件设施条件、服务能力评估等 4 个维度共 35 个条目的结构化问卷。问卷分为两个版本:①机构问卷:由医疗机构管理者填写,侧重客观数据采集;②专家问卷:由职业病科医师和公共卫生人员填写,侧重服务能力评价。所有问卷均经过预测试(n = 5),各维度 Cronbach α 系数介于 0.78 ~ 0.85 之间,表明工具具有良好信效度。

在质性数据收集方面,采用目的抽样法选取 15 家机构的负责人进行半结构化访谈。访谈提纲由研究团队基于前期文献综述和专家咨询结果编制,包含"机构发展瓶颈""政策支持需求"和"能力建设建议"3 个主题模块,访谈时长 25 ~ 45 分钟。

2　结　果

2.1　调查样本信息　调查结果显示,15 家机构覆盖我国西南、西北、东北、东南与中部地区,回收有效机构问卷 15 份,全面剖析了我国职业病防治院现状及提供未来发展思路。(见表 1)

表 1　调查机构所在地区

Table 1　Geographic distribution of surveyed institutions

地区	调查机构数[n(%)]
甘肃	1(6.7)
广西	1(6.7)
贵州	1(6.7)
河南	1(6.7)
黑龙江	1(6.7)
湖北	1(6.7)
湖南	1(6.7)
内蒙古	1(6.7)
宁夏	2(13.3)
山西	1(6.7)
四川	3(20.0)
云南	1(6.7)
合计	15(0.0)

2.2　调查机构性质与级别　从机构性质来看,职业病防治院占比 40%,含有职业病科的医院占 33.3%,另有职业病专科医院、综合医院加挂职防院、依托医院建立的职业病防治中心等不同类型。机构等级方面,40% 为三级甲等,还有三乙、三级、二甲、二乙、二级分布。(见表 2)

2.3　调查机构卫生资源状况　在卫生资源状况上,15 家机构总床位数 9 169 张,卫生技术人员 8 399 人,比例接近但略低于综合医院的推荐标准,人力资源配

表 2 调查机构性质与级别

Table 2 Institutional characteristics and classification

调查结构情况	调查机构数[n(%)]
机构性质	
职业病防治院(研究所)	6(40.0)
含职业病科的医院	5(33.3)
职业病专科医院	2(13.3)
综合医院加挂职防院	1(6.7)
依托医院建立的职业病防治中心	1(6.7)
机构等级	
三甲	6(40.0)
三乙	2(13.3)
三级	2(13.3)
二甲	2(13.3)
二乙	1(6.7)
二级	2(13.3)

置基本达标,有优化空间。从事职业病防治工作的医师 860 人,高级职称人数 301 人,中级职称人数 290 人,且半数以上机构从事职业病防治工作的医师人数占卫生技术人员人数比例不足 10%,职业病防治医师占比偏低,其中高级职称人才比例较高,但总量不足,中级职称人才储备不足,人员职称结构不均衡。(见表 3)

2.4 调查机构提供的职业病防治服务 本研究将职业病防治机构服务能力明确定义为:机构在职业病预防、诊断、治疗、康复及健康管理全流程中,综合运用专业技术、人力资源和设备设施,为劳动者和用人单位提供有效、规范、可持续的职业健康服务的能力。该能力涵盖职业卫生服务(如危害因素检测、风险评估等)和临床医疗服务(如职业病诊断、治疗等)两大核心维度,并延伸至教育培训、应急救治、工伤认定等支撑体系,最终体现为机构对法定职责的履行程度及对新兴职业健康问题的应对水平。

表 3 调查机构卫生资源状况

Table 3 Institutional health resources survey

机构	总床位数	卫生技术人员总数	从事职业病防治工作的医师			
			小计[n(%)]	高级职称人数[n(%]	中级职称人数[n(%]	高级:中级
四川省某二级乙等医院	20	19	3(15.8)	3(100.0)	0(0.0)	–
甘肃省某三级甲等医院	700	657	18(2.7)	7(38.9)	11(61.1)	1:1.57
河南省某二级医院	200	280	169(60.4)	48(28.4)	61(36.1)	1:1.27
内蒙古自治区二级医院	30	35	12(34.3)	9(75.0)	2(16.7)	1:0.22
四川省某三级乙等医院	1 006	640	70(10.9)	25(35.7)	20(28.6)	1:0.80
山西省某三级甲等医院	300	517	26(5.0)	13(50.0)	13(50.0)	1:1.00
湖北省某二级甲等医院	100	173	79(45.7)	16(20.3)	30(38.0)	1:1.88
湖南省某三级甲等医院	705	488	78(16.0)	35(44.9)	24(34.6)	1:0.69
广西壮族自治区某三级甲等医院	800	689	59(8.6)	27(45.8)	27(45.8)	1:1.00
黑龙江省某三级医院	980	858	71(8.3)	57(80.3)	14(19.7)	1:0.25
四川省某三级甲等医院	1 184	1 251	10(0.8)	5(50.0)	5(50.0)	1:1.00
贵州省某三级医院	500	441	43(9.8)	22(51.1)	6(14.0)	1:0.27
宁夏回族自治区某二级甲等医院	280	281	7(2.6)	4(57.1)	1(14.3)	1:0.25
宁夏回族自治区某三级乙等医院	1 264	870	202(23.2)	25(12.4)	68(33.7)	1:2.72
云南省某三级甲等医院	1 100	1 200	13(1.1)	5(38.5)	8(61.5)	1:1.60
合计	9 169	8 399	860(9.4)	301(35.0)	290(33.7)	1:0.96

从服务提供情况看,各机构核心临床医疗服务较完善:所有机构均提供“健康检查与健康监护”服务,14 家提供“职业病治疗”服务,各有 13 家提供“职业病诊断”“职业病康复”服务。预防服务明显不足:53.3% 的机构提供“职业病危害评价”服务,46.7% 的机构提供“职业卫生监测”,仅 1 家提供“职业卫生监督管理”服务,另有 3 家提供其他服务如职业健康教育与促进、企业相关人员职业健康培训等。(见表 4)呈现“重治疗、轻预防”“医防分离”,服务体系偏临床,职业危害评价等预防性职能覆盖不足。

近三年接诊的职业病病种中,14 家机构接诊过职业性尘肺病及其他呼吸系统疾病,占比 93.3%,职业性耳鼻喉口腔病、职业性化学中毒、物理因素所致职业病占比均为 80.0%。(见表 5)病种应对单一化,虽能覆盖主要职业病,但对新兴职业健康风险(如心理压力、肌肉骨骼疾病等)的关注可能不足。

表 4 调查机构提供的职业病防治服务

Table 4 Occupational disease prevention and control services in surveyed institutions

服务类型	提供服务的机构数量调查机构数[n(%)]
职业病诊断	13(86.7)
职业病治疗	14(93.3)
职业病康复	13(86.7)

（续表）

服务类型	提供服务的机构数量调查机构数[n(%)]
职业卫生监督管理	1(6.7)
健康检查与健康监护	15(100.0)
职业卫生监测	7(46.7)
职业病危害评价	8(53.3)
化学物毒性鉴定	6(40.0)
中毒控制	6(40.0)
其他	3(20.0)

表 5　近三年机构接诊的职业病病种

Table 5　Service coverage of occupational disease categories in past three years

病种类型	机构数量[n(%)]
职业性尘肺病及其他呼吸系统疾病	14(93.3)
职业性耳鼻喉口腔疾病	12(80.0)
职业性化学中毒	12(80.0)
物理因素所致职业病	12(80.0)
职业性传染病	9(60.0)
职业性皮肤病	7(46.7)
职业性肿瘤	6(40.0)
职业性眼病	4(26.7)
职业性放射性疾病	4(26.7)
其他职业病	1(6.7)

2.5　职业病临床防治的主要困境　人才缺乏和经费短缺是职业病临床防治面临的主要困境，如职业专业人才队伍梯队不健全(86.7%)、专业人才数量不足(73.3%)、人员经费和工作经费不足(73.3%)等，半数机构认为从业人员卫生技术水平有待提高、各环节岗位职责界定不清等也是主要问题。（见表 6）

表 6　职业病临床防治的主要困境

Table 6　Key challenges in clinical prevention and management of occupational diseases

主要困境	机构数量[n(%)]
职业专业人才队伍梯队不健全	13(86.7)
专业人才数量不足	11(73.3)
人员经费不足	11(73.3)
工作经费不足	11(73.3)
从业人员卫生技术水平有待提高	8(53.3)
各环节岗位职责界定不清	8(53.3)
当地相关管理部门支持力度不够	7(46.7)
相关人员职业病防治意愿不强	7(46.7)

2.6　省级职业病防治院发展建设 SWOT 分析　在 SWOT 分析中，各维度的归集是通过研究小组（由职业病防治专家、公共卫生学者和管理者组成的 5 人团队）基于调查数据进行多轮讨论后确定的。通过德尔菲法对初始条目进行筛选和归类，最终形成共识性的 SWOT 分析框架。（见表 7）

表 7　省级职业病防治院发展建设 SWOT 分析

Table 7　SWOT analysis for development of provincial – level occupational disease prevention institutes

分类	职业病防治院建设过程中的环境因素
内部因素	
优势(strengths)	S1：专业权威性：省级机构通常具备较强的职业病诊断、治疗和康复技术能力，是区域职业病防治的技术指导中心。
	S2：资源集中优势：相比基层机构，拥有更完善的实验室设备、专科病房和专家团队（如尘肺病诊疗、中毒救治等）。
	S3 政策支持地位：作为省级技术支撑单位，在政策制定、标准宣贯、培训考核等方面具有话语权。
劣势(weaknesses)	W1：人才结构失衡：职业病临床医师与公共卫生人员比例失调，预防型人才短缺。高级职称人员集中于传统病种（如尘肺病），新兴领域（如职业性肿瘤、心理疾病）专家不足。
	W2：服务模式单一：侧重“诊断 – 治疗”，职业健康监护、危害评价、健康促进等预防性服务能力薄弱。医防协同机制缺失，临床与公卫业务割裂。
	W3：经费依赖性强：主要依赖财政拨款，市场化服务（如企业职业健康咨询）创收能力不足，制约可持续发展。
	W4：信息化水平低：职业病诊疗数据与疾控监测系统未打通，难以实现动态风险预警。
外部因素	
机会(opportunities)	O1：政策红利：“健康中国 2030”强调医防融合，国家卫健委推动公立医院设立公共卫生科，为职能拓展提供依据。
	O2：产业转型需求：新业态（如平台经济、新能源产业）催生新型职业健康问题，催生新的服务需求（如肌肉骨骼疾病、心理压力干预）。
	O3：技术赋能：大数据、AI 技术可提升职业病早期筛查和风险评估效率（如尘肺病 AI 影像诊断），契合“数智驱动 + 智能决策”发展机制，为职业病防治信息化建设提供理论支撑[3]。
威胁(threats)	T1：医疗市场竞争激烈：公立职业病防治机构与民营体检中心、第三方检测机构形成三元竞争格局，低价竞争导致服务缩水、报告造假，形成“劣币驱逐良币”现象。
	T2：区域发展不平衡：中西部地区防治机构硬件和人才短板突出，与东部差距拉大。
	T3：公众认知不足、企业配合度低：劳动者对职业病防护意识薄弱，主动就诊率低，中小企业职业健康投入不足，逃避职业病危害检测和职工体检，增加防治难度。

3　讨　论

3.1　优势 – 机会(SO)策略：发挥优势，把握机遇　本研究建议充分发挥省级职业病防治院的专业优势，整合资源建设国家级职业健康医学中心(S1 + S2 + O1)，打造集临床诊疗、人才培养、科研创新、检验检测和健康示范于一体的综合性平台。中心将采用多学科联合诊疗模式，重点突破职业病疑难危重症诊治

难题,同时构建完整的职业健康人才培养体系,推动科研成果转化应用,建立权威的职业危害评估机制,并形成可推广的职业健康管理模式。通过“医防融合、产学研用”的协同发展路径,全面提升职业病防治服务能力。

针对新兴行业特点,将开发职业性肌肉骨骼疾病康复、心理健康干预等特色服务项目,如为快递行业定制“骑手健康保护方案”,推动优质服务纳入政府采买目录(S3 + O2),切实保障重点职业人群健康权益。

3.2 *优势 – 威胁(ST)策略:利用优势,化解威胁* 为有效应对职业病防治医疗市场的竞争乱象,省级职业病防治机构应充分发挥其专业权威性和资源优势,创新构建“医防融合型”质量标杆体系(S1 + S2 + T1)。该体系首先建立标准化服务认证机制,通过发布《职业健康服务质量白皮书》,设立包含基础指标(机构资质、设备配置)、过程指标(诊断符合率)和融合指标(预防服务覆盖率)的三级质量评价体系,推行职业健康档案信息化管理和诊疗预防双向反馈机制。同时打造智慧化管理平台,将医疗服务与预防保健深度融合,提升劳动者健康素养,推动防治工作关口前移。这一体系的实施将显著提升职业病防治服务的标准化、智能化水平,为行业高质量发展提供有力支撑。

基于省级职业病防治院的政策支持优势和区域发展不平衡现状,构建以国家医学中心为龙头、区域分中心为支撑、基层机构为基础的“1 + N”分级诊疗网络体系(S3 + T2)。该体系重点推进三大建设:一是资源共享,通过设备共享平台、检测绿色通道和专家流动机制提高资源利用效率;二是服务协同,实行统一质控标准、双向转诊和检查互认;三是信息互通,建设职业健康云平台实现电子病历共享和大数据预警。这一体系将有效促进区域职业病防治资源的均衡配置和服务水平整体提升。

3.3 *劣势 – 机会(WO)策略:弥补短板,抓住机遇* 当前职业病防治工作面临医防脱节的困境,调查显示:46.7% 的职业病防治院未开展职业病危害评价工作,53.3% 的职业病防治院未参与到职业卫生监测工作,仅 6.7% 医院参与到了职业卫生监督管理工作。这种重治疗轻预防的模式导致劳动者难以获得有效健康指导。同时,企业因成本压力往往忽视预防工作,加之政策执行乏力,形成防治不力的恶性循环。破解这一困局需推动服务模式创新与技术融合(W1 + W2 + O3),芬兰的经验值得借鉴,他们使用全国性的数字化职业健康监测体系,其中包括一个由健康保险机构管理的职业病报告平台。这个平台不仅为政府提供了有关职业病的实时数据,还通过与企业合作,定期对员工进行健康检查,并利用数据分析来预测职业病的发生风险[4]。芬兰还通过信息平台向企业和员工提供职业健康教育内容,增强他们的职业病防治意识[4]。

尽管 46.7% 的职业病防治医院开展职业卫生监测,但数据采集及智能化问题使市场服务创收能力不足,(W3 × W4)。但这也为人工智能、AI 技术(O3)提供突破空间(W3 + W4 + O3):德国的工业 4.0 改革推动了大量自动化设备的使用,减少了员工直接接触有害环境的机会,降低了职业病的发生概率[5]。此外,美国公司采用智能可穿戴设备,实时监控员工的健康状况,并及时发出警告[6]。日本利用传感技术监控工人的工作环境,例如检测空气中的有毒气体、噪声水平和温湿度等,实时调整工作环境条件,保障员工健康[7]。加拿大的职业病防治体系非常注重早期预警机制,尤其是在矿山、建筑等高风险行业,通过大数据和人工智能技术,实时监控工作环境和员工的健康状态,提前发现潜在的职业病风险[8]。

3.4 *劣势 – 威胁(WT)策略:克服弱点,应对挑战* 当前职业卫生监测工作存在机构分工不明确的问题,部分地区由职业病防治院承担,部分则由疾控中心负责,导致技术标准与质控难以统一(W4),更突出的是,职业病诊断数据未能实现机构间互联互通,这种信息割裂不仅削弱社会信任(W4 × T3),更形成了“数据壁垒→服务碎片化→公众参与低”的恶性循环。国际经验显示,OSHA 通过多个计划推动数据共享,其中最显著的是伤害跟踪应用程序(ITA)和 OSHA 数据计划(ODI)[9-10]。德国则通过职业安全与健康基金会(DGUV)建立了统一的职业病报告和监测平台(W4 + T1 + T3),实现企业病例数据实时上传,支持政府部门精准识别高风险行业并制定预防对策。这些案例为打破数据壁垒提供了有益借鉴[11-12]。

本研究通过 SWOT 分析系统提出了省级职业病防治院的差异化发展路径,强调构建国家级医学中心、创新医防融合体系、打造智慧诊疗网络三大战略重点。研究发现,实现从被动诊疗到主动管理、从单一服务到区域协同、从传统模式到数字智能的转变是突破发展瓶颈的关键。虽然受本研究问卷设计所限,研究在建设项目评价和伤残鉴定等环节的评估存在局限,但不影响整体结论的有效性。建议未来通过“标准引领 – 技术赋能 – 机制创新”协同创新,重点解决人才断层、数据孤岛等问题,构建“预防 – 诊疗 – 康复 – 管理”全链条防治服务体系,为健康中国建设提供专业支撑。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] 健康中国研究网络专家组,梁万年. 创新医防融合 共筑健康中国——2023 年健康中国研究网络专家共识[J]. 中国全科医学,2024,27(22):2685 - 2688.
Jian Kang Zhong Guo Yan Jiu Wang Lao Zhuan Jia Zu, Liang WN. Innovative integration of treatment and prevention to build a healthy China together: expert consensus from the healthy China research network in 2023[J]. Chinese General Practice, 2024, 27(22): 2685 - 2688. (In Chinese)

[2] 汪辉,孙磊. 构筑职业防线守护劳动者健康[N]. 郑州日报, 2024 - 10 - 16(005).
Wang H, Sun L. Building occupational defenses to protect workers' health[N]. Zhengzhou Daily, 2024 - 10 - 16(005). (In Chinese)

[3] 潘杰,张田丰,张雨萌,等. 数智驱动医疗卫生服务体系高质量发展:发展机制与实施路径[J]. 四川大学学报(医学版), 2024,55(5):1055 - 1062.
PAN J, Zhang TF, Zhang YM, et al. Digital intelligence drives the high - quality development of the healthcare service system: Development mechanisms and implementation pathway[J]. Journal of Sichuan University(Medical Sciences), 2024, 55(5): 1055 - 1062. (In Chinese)

[4] Kilpeläinen K, Ståhl T, Ylöstalo T, et al. Citizens' digital footprints to support health promotion at the local level - PUHTI study, Finland[J]. European Journal of Public Health, 2024, 34(4): 676 - 681.

[5] Damilos S, Saliakas S, Karasavvas D, et al. An overview of tools and challenges for safety evaluation and exposure assessment in industry 4.0[J]. Applied Sciences, 2024, 14(10): 4207.

[6] Jacobs JV, Hettinger LJ, Huang YH, et al. Employee acceptance of wearable technology in the workplace[J]. Applied Ergonomics, 2019, 78: 148 - 156.

[7] Rama RAJ, Madrigal PL, Mustelier CLJ, et al. Monitoring and ensuring worker health in controlled environments using economical particle sensors[J]. Sensors, 2024, 24(16): 5267.

[8] Bernier T, Shah A, Ross LE, et al. The needs and preferences of Eastern Canadian sex workers in mitigating occupational health and safety risks through the use of Information and Communication Technologies: A qualitative study[J]. PLOS One, 2022, 17(6): e0269730.

[9] Beckman S, Andamel N, Harrison R. California warehouse industry worker injury rates in the occupational health and safety administration's injury tracking application, 2018 - 2023[J]. Am J Ind Med, 2025, 68(3): 295 - 303.

[10] Felsen M. Addressing worker safety and health through the lens of strategic Enforcement - Part 2[J]. New Solutions: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy, 2024, 34(3): 227 - 240.

[11] Koppisch D, Zschiesche W, Goebel A, et al. Schwei brauchex positionen in deutschland und bewertung der gesundheitsschädigenden wirkunge - insbesondere im hinblick auf lungenkrebserkrankungen[J]. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed, 2023, 58(3): 185 - 195.

[12] Siefer A. Berichterstattung zu sicherheit und gesundheit bei der arbeit[Reporting on safety and health at work][J]. Bundes gesundheit sblatt, Gesundheits for schung, Gesundheits schutz, 2020, 63(9): 1076 - 1083.

收稿日期:2025-07-01

(上接第 4045 页)

[10] 陈庄,周余. 基于 MIC - XGBoost 算法的居民用水量数据预测[J]. 计算机应用与软件,2021,38(10):125 - 130.
Chen Z, Zhou D. Prediction of residential water consumption data based on MIC - XGBoost algorithm[J]. Computer Applications and Software, 2021, 38(10): 125 - 130. (In Chinese)

[11] Yosefian I, Farkhani EM, Baneshi MR. Application of random forest survival models to increase generalizability of decision trees: a case study in acute myocardial infarction[J]. Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2015, 2015: 576413.

[12] Ishwaran H, Kogalur UB, Blackstone EH, et al. Random survival forests[J]. Annals of Applied Statistics, 2008, 2(3): 841 - 860.

[13] Chen QJI, Li FW, Gao YZ, et al. Identification of energy metabolism genes for the prediction of survival in hepatocellular carcinoma[J]. Frontiers in Oncology, 2020, 10: 1210.

[14] Kwak J, Seo IH, Lee YJ. Serum γ - glutamyltransferase level and incidence risk of metabolic syndrome in community dwelling adults: longitudinal findings over 12 years[J]. Diabetology & Metabolic Syndrome, 2023, 15(1): 29.

[15] Xuan YY, He FF, Liu Q, et al. Elevated GGT to HDL ratio as a marker for the risk of NAFLD and liver fibrosis[J]. Scientific Reports, 2025, 15(1): 10.

[16] Dao TD, Tran HV, Nguyen KH, et al. Prevalence and serological predictors of liver fibrosis in vietnamese chronic hepatitis B patients with persistently normal or mildly elevated aminotransferase level[J]. Med Arch, 2025, 79(2): 147 - 154.

[17] Okuda M, Li K, Beard MR, et al. Mitochondrial injury, oxidative stress, and antioxidant gene expression are induced by hepatitis C virus core protein[J]. Gastroenterology, 2002, 122(2): 366 - 375.

[18] Wang XY, Xu W, Yao L, et al. Association of cystatin C level with all - cause mortality in patients with liver cirrhosis: a meta - analysis[J]. Current Medicinal Chemistry, 2024, 31(25): 3977 - 3986.

[19] Lalmanach G, Rigoux B, David A, et al. Human cystatin C in fibrotic diseases[J]. Clinica Chimica Acta, 2025, 565: 120016.

[20] Nagy E, Abdelfattah AH, Sayed - Ahmed N, et al. Cystatin C as a predictor of renal recovery and in hospital mortality in patients with acute kidney injury and liver cirrhosis[J]. BMC Nephrology, 2025, 26(1): 413.

[21] Lytvyak E, Hirschfield G, Shreekumar D, et al. Pathogenesis, Non - Invasive assessments and treatment of hepatic fibrosis in autoimmune liver diseases[J]. Liver International, 2025, 45(8): e70190.

[22] Abeysekera KWM, Fernandes GS, Hammerton G, et al. Prevalence of steatosis and fibrosis in young adults in the UK: a population - based study[J]. Lancet Gastroenterol Hepatol, 2020, 5(3): 295 - 305.

[23] Glyn - Owen K, Böhning D, Parkes J, et al. The combined effect of alcohol and body mass index on risk of chronic liver disease: A systematic review and meta - analysis of cohort studies[J]. Liver International, 2021, 41(6): 1216 - 1226.

收稿日期:2025-06-28