· 调查报告与分析 ·

传染病多点触发监测预警指标体系构建

张婷瑜[1,2]，刘艳慧[2]，鲁影[2]，马蒙蒙[2]，张晓[2]，李意兰[2]，李俊熹[3]，秦鹏哲[2]，袁俊[1,2,3]

1. 南方医科大学公共卫生学院，广州 510515；
2. 广州市疾病预防控制中心，广州 510440；
3. 中山大学公共卫生学院，广州 510080
通信作者：袁俊，E-mail:yuanjuncom@163.com

【摘　要】目的 构建传染病多点触发监测预警指标体系，为完善传染病综合防控体系提供参考依据。**方法** 通过文献研究和专题小组讨论初步拟定指标条目池，并在全国范围内遴选 21 名专家开展两轮德尔菲法专家咨询。根据专家对指标的重要性、可操作性、熟悉程度评分结果等，进行指标筛选和统计分析，最终确定各指标权重。**结果** 2 轮咨询的专家积极系数均为 100%，专家权威程度均 ≥ 0.79，专家意见协调系数为 0.34 ~ 0.46（均 $P < 0.001$）。根据传染病发生发展过程及相关多源数据融合碰撞需求，将指标体系划分成单一来源数据、多源数据融合、风险因素 3 个维度，最终建立了 82 个传染病多点触发监测预警指标。**结论** 本研究所构建的传染病多点触发监测预警指标体系具有一定的科学性与合理性，可为拓宽传染病监测渠道、实现多点触发监测预警提供科学参考。

【关键词】 传染病；监测预警；多点触发；德尔菲法

Development of an indicator system for multi-point trigger surveillance and early warning of infectious diseases: a Delphi study

ZHANG Tingyu[1,2], LIU Yanhui[2], LU Ying[2], MA Mengmeng[2], ZHANG Xiao[2], LI Yilan[2], LI Junxi[3], QIN Pengzhe[2], YUAN Jun[1,2,3] (*1. School of Public Health*, *Southern Medical University*, *Guangzhou* 510515, *China*; *2. Guangzhou Center for Disease Control and Prevention*, *Guangzhou* 510440, *China*; *3. School of Public Health*, *Sun Yat-sen University*, *Guangzhou* 510080, *China*)
Corresponding author: YUAN Jun, E-mail: yuanjuncom@163.com

【Abstract】 Objective To establish an indicator system for multi-point trigger surveillance and early warning of infectious diseases, providing valuable evidence to improve the overall prevention and control framework. **Methods** The pool of indicators was initially developed through a literature review and focus group discussions, followed by two rounds of Delphi expert consultations with 21 experts nationwide. Based on the experts' ratings of the importance, usability and familiarity of the indicators, the indicators were screened, statistically analyzed and their final weights determined. **Results** The positive coefficients of experts in the two rounds of consultation were both 100%, the authority coefficients of experts were both ≥ 0.79, and the coordination coefficients of expert opinions were 0.34 – 0.46 (all $P < 0.001$). According to the occurrence and development process of infectious diseases and the requirements of related multi-source data fusion and collision, the indicator system was divided into three dimensions: single-source data, multi-source data fusion and risk factors. Finally, 82 indicators for multi-point trigger surveillance and early warning of infectious diseases were established. **Conclusion** The index system developed in this study for multi-point trigger surveillance and early warning of infectious diseases is based on sound scientific principles and reasoning. It has the potential to expand the channels of infectious disease monitoring and achieve multi-point trigger surveillance and early warning.

【Keywords】 infectious diseases; surveillance and early warning; multi-point trigger; Delphi method

近年来，随着世界经济全球化的发展和城市外延扩张速度的加快，病原体跨境传播风险和传播速度不断加大，以动物源性为主的新发传染病频繁出现[1－2]。许多既往已基本控制的传染病也呈卷土重来之势[3－4]。新冠病毒感染疫情的暴发与流行，不仅警示人们传染病对人类的威胁从未远去，也暴露了我国现阶段传染病监测预警系统在预警关口、数据来源与监测技术等方面存在的不足，难以满足新发突发传染病早期监测预警、综合研判的现实需要[5]。随着大数据、人工智能

开放获取：CC BY-NC-ND 4.0　DOI: 10.11847/zgggws1143728
基金项目：广东省自然科学面上项目（2021A1515012539）；广州市科技计划项目重点研发计划（202206080003）；广州市卫生健康科技项目（202102080295；2023A03J0457）
第一作者：张婷瑜（1998 – ），硕士在读，研究方向：传染病预防控制。
收稿日期：2023-12-25　修回日期：2024-01-03　录用日期：2024-03-01　责任编辑：吴少慧
利益冲突：不存在　伦理审查：不需要　出版授权：全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议

等技术的发展和“数字中国”战略的不断推进，传染病监测数据逐步走向多元化、集成化，预警方法也趋于智慧化。例如随着污水流行病学的发展，通过污水监测实现居民社区等传染病疫情的及时发现[6]；通过医疗就诊数据关联及症状监测等实现重点人群及场所传染病疫情精准防控等[7－8]。因此，传染病监测预警体系也需追随技术进步和时代发展的步伐进行升级创新，从而实现智慧化多点触发、多渠道监测预警。本研究立足于构建传染病综合监测体系的现实需要，从影响或反映传染病发生发展过程的多元数据出发，运用德尔菲法构建传染病多点触发监测预警指标体系，以期从建立健全传染病多点触发监测预警机制的角度，助力疫情防控能力的提升。

1 对象与方法

1.1 专家遴选标准　遵循相关领域全覆盖原则，在全国范围内选择 21 名符合以下条件的专家：(1)在传染病预防控制、卫生应急管理、口岸检验检疫、动物疫病防控等领域有 ≥ 8 年工作经历或研究经验；(2)专业技术职称为副高级及以上；(3)对传染病监测预警研究感兴趣，有意愿参与咨询。

1.2 构建指标条目池　通过查阅国内外电子文献数据库中传染病监测预警相关文献，并对相关法律法规、政策指南及防控方案等进行解读，梳理传染病监测预警基本指标内容、预警分析维度等，结合专题小组讨论，构建传染病多点触发监测预警指标条目池。

1.3 制定函询问卷　问卷由以下 5 部分组成：(1)研究背景介绍和填表说明。(2)专家基本情况表：用于收集专家年龄、学历、职称、工作单位及专业领域等信息。(3)指标评价表：采用 Likert 5 级评分法，邀请专家对各指标的重要性、可操作性及熟悉程度进行评价，并提出修改意见和建议。(4)指标重要性与可操作性比例分配表：用于计算重要性系数和可操作性系数。(5)专家判断依据及影响程度量表。

1.4 德尔菲法专家咨询　通过电子邮件等方式发放并回收问卷，对各轮咨询结果进行整理分析。第 1 轮专家咨询指标剔除标准为：重要性加权均数和可操作性加权均数均 ≤ 3.00，同时重要性变异系数和可操作性变异系数均 ≥ 0.30，结合专家意见及专题小组讨论对指标进行剔除或修改，同时纳入专家建议增加的指标条目。第 2 轮专家咨询采用界值法[9]进行指标剔除，其中重要性加权均数、可操作性加权均数和综合评分的界值为：界值 $= \bar{x} - s$，得分高于界值则符合要求；重要性变异系数和可操作性变异系数的界值为：界值 $= \bar{x} + s$，得分低于界值则符合要求。在上述 5 个衡量尺度中，对存在 ≥ 3 个不符合要求的指标予以剔除。

1.5 统计分析　采用 Excel 2021 软件进行问卷资料整理，应用 SPSS 26 软件进行统计分析。检验统计量采用双侧检验，检验水准 $\alpha = 0.05$。相关统计指标如下：(1)专家积极系数：又称回表率，即实际参与本研究咨询的专家占所邀请的全部专家的百分比，可以反映专家对该项研究的参与热情和支持程度。(2)专家权威程度：用专家权威系数(C_r)表示，由专家对咨询内容的熟悉程度 C_s 和判断依据 C_a 综合得出。计算公式为 $C_r = (C_s + C_a)/2$。通常认为 $C_r \geq 0.7$，说明专家权威程度较高，结果可信度较好[10]。(3)专家意见集中程度：由指标重要性加权均数、可操作性加权均数和综合评分结果反映。以专家权威程度系数为权重，对各位专家指标评分结果进行加权平均，计算得到各指标重要性加权均数和可操作性加权均数。综合评分的计算公式为：综合评分 = 重要性加权均数 × 重要性系数 + 可操作性加权均数 × 可操作性系数。(4)专家意见协调程度：用 Kendall's W 协调系数反映。W 取值越靠近 1，表示专家对全部评价指标评分的协调程度越好。通常认为，W 取值达到 0.4～0.5 且显著性检验 $P < 0.05$ 时，说明专家意见的协调程度较高，结果可靠[11]。(5)指标权重计算：采用专家咨询权数法计算指标权重，该方法根据专家对指标的综合评分结果计算经验权数，综合得分越高，权数越大[12]。对各项指标综合评分进行归一化处理，即将各指标的综合评分除以同一级别所有指标综合评分的总和，计算得到指标权重，各级指标权重和均为 1[13]。

2 结　果

2.1 指标条目池　本研究初步构建了由 3 个层级的指标内容构成的传染病多点触发监测预警指标体系，共包括 3 个一级指标、20 个二级指标和 87 个三级指标。根据传染病发生、发展过程及数据融合碰撞需求，将一级指标分为单一来源数据监测预警指标、多源数据融合监测预警指标和风险因素监测预警指标。其中，“单一来源数据监测预警指标”和“多源数据融合监测预警指标”，均为传染病疫情苗头出现或流行时期存在相关症状的预警指标，二者区别在于数据组织方式是否需要进行多源数据融合碰撞，进而触发预警。“风险因素监测预警指标”则主要围绕传染病发生、发展的相关风险因素进行展开。

2.2 专家基本情况　21 名专家中，男性与女性的比例为 2 : 1，年龄主要在 40～60 岁，90.5% 具有硕士或博士学位。工作单位来自国家省市 3 级疾病

预防控制中心 13 人、医疗机构 3 人、高校研究院 3 人、海关部门 1 人、动物卫生机构 1 人。19 名专家拥有专业技术职称且均为副高级及以上。专业领域涵盖传染病预防控制、卫生应急管理、大型活动保障、口岸卫生检疫、临床病毒学、动物疫病防控等。相关工作年限 8～39 年，平均 22.6 年。

2.3　专家积极系数　共进行 2 轮专家咨询。每轮函询问卷回收率均为 100%。2 轮专家咨询中，提出修改意见和建议的专家分别为 15 人（71.43%）和 5 人（23.81%），专家积极性总体较高。

2.4　专家权威程度　在第 1 轮专家咨询中，专家对指标内容的熟悉程度系数 C_s 和判断系数 C_a 分别为（0.78 ± 0.07）、（0.93 ± 0.05）。专家权威程度系数 C_r 为（0.86 ± 0.03），均 ≥ 0.80。第 2 轮咨询 C_s、C_a 及 C_r 分别为（0.79 ± 0.07）、（0.94 ± 0.05）、（0.87 ± 0.03），其中 C_r 值均 ≥ 0.79。2 轮咨询专家权威程度均较高。

2.5　专家意见协调程度（表 1）　本研究中 21 名专家对各项指标的重要性和可操作性评分结果的一致性为（0.34～0.46），均 $P < 0.001$，且第 2 轮咨询的指标评分协调程度相较于第一轮均有所上升，说明 21 名专家评分意见协调性较好。

表 1　2 轮咨询专家意见协调程度

Table 1　Evaluative dimension-specific Kendall coefficients for opinions of the experts in two rounds of consultation

咨询轮次	评价维度	Kendall's W	χ^2 值	P 值
第1轮	重要性	0.36	811.47	< 0.001
	可操作性	0.34	773.96	< 0.001
第2轮	重要性	0.46	1 168.64	< 0.001
	可操作性	0.40	1 018.05	< 0.001

2.6　指标的筛选及权重（表 2、3）　第 1 轮专家咨询尚无指标达到预先设定的剔除标准，故全部保留。结合专家意见，对部分指标进行修改完善，同时增加 2 个二级指标和 11 个三级指标。在第 2 轮专家咨询中，重要性加权均数、重要性变异系数、可操作性加权均数、可操作性变异系数与综合评分的界值分别为 3.68、0.20、3.32、0.25 和 3.57。依据该轮删除标准，对 15 个三级指标进行剔除（表 2）。其余部分指标按专家意见和专题小组讨论进行合并与修改。最终形成由 3 个一级指标、21 个二级指标和 82 个三级指标构成的传染病多点触发监测预警指标体系。结合指标重要性系数（0.60）和可操作性系数（0.40），归一化处理指标综合评分，最终确定各指标权重（表 3）。

表 2　传染病多点触发监测预警指标体系剔除情况

Table 2　Indicators excluded from the established multi-point trigger surveillance and early warning system for infectious diseases and main reasons for exclusion

指标剔除条目	主要剔除原因
1 人群体检情况（总/分检验检查/分人群）	重要性评分低
2 医保报销数据（分病种）	重要性评分低
3 机关企事业单位工作人员名单 × 医疗就诊信息（总/分病种/分症状）	重要性评分低、可操作性评分低
4 月子机构工作人员及在住人员名单 × 医疗就诊信息（总/分病种/分症状）	重要性评分低、可操作性评分低
5 大型物流园、产业园等工作人员名单 × 医疗就诊信息（总/分病种/分症状）	重要性评分低、可操作性评分低
6 酒吧、KTV等人员密集娱乐场所内工作人员名单 × 医疗就诊信息（总/分病种/分症状）	重要性评分低、可操作性评分低
7 环卫工人名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	重要性评分低、可操作性评分低
8 建筑产业工人名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	重要性评分低、可操作性评分低
9 吸毒人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	可操作性评分低
10 同性恋群体名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	可操作性评分低
11 铁路、公路、水运等城域间客运及货运一线工作人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	重要性评分低、可操作性评分低
12 城市公共汽电车、地铁、出租车网约车司机等城域内交通运输行业一线工作人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	重要性评分低、可操作性评分低
13 大型集会活动参与人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	可操作性评分低
14 医疗机构附近车流量信息	重要性评分低、可操作性评分低
15 社区环境卫生情况（分区域）	可操作性评分低

表 3 传染病多点触发监测预警指标体系及统计结果

Table 3 Weighted average importance score, weighted average operability score, and weight for 3 primary, 21 secondary, and 82 tertiary indicators included in the established multi-point trigger infectious disease monitoring and early warning system

指标名称	重要性加权均数	可操作性加权均数	权重
1 单一来源数据监测预警指标	4.75	4.68	0.356 4
1.1 疾病监测及突发公共卫生事件报告统计	4.87	4.83	0.054 4
1.1.1 网络直报报告发病数（总/分病种/分区域/分人群）	4.74	4.84	0.014 0
1.1.2 网络直报报告重症数（总/分病种/分区域/分人群）	4.91	4.55	0.014 0
1.1.3 网络直报报告死亡数（总/分病种/分区域/分人群）	4.82	4.75	0.014 1
1.1.4 网络直报聚集性疫情/暴发疫情/突发公共卫生事件数据（总/分病种/分事件规模/分区域/分场所）	4.91	4.90	0.014 4
1.1.5 ILI/SARI/不明原因肺炎监测	4.87	4.57	0.013 9
1.1.6 食源性疾病发病数/死亡数/暴发事件数	4.40	4.34	0.012 8
1.1.7 致病菌监测数据	4.65	4.69	0.013 7
1.2 医疗就诊数据	4.69	4.16	0.050 2
1.2.1 门急诊就诊人数（总/分区域/分机构/分科别）	4.40	4.54	0.013 1
1.2.2 发热门诊就诊人数（总/分区域/分机构/分年龄）	4.86	4.54	0.013 9
1.2.3 肠道门诊就诊人数（总/分区域/分机构/分年龄）	4.60	4.55	0.013 4
1.2.4 住院人数（总/新增/分科别/分机构/分年龄）	4.17	4.54	0.012 7
1.2.5 传染病相关症候群监测数据（总/分区域/分机构/分科别/分年龄）	4.82	3.58	0.012 7
1.2.6 重症人数（总/分区域/分机构/分科别/分病种/分年龄）	4.54	3.88	0.012 6
1.2.7 死亡人数（总/分区域/分机构/分科别/分症状/分年龄）	4.70	4.00	0.013 0
1.2.8 新生儿疾病监测（分区域/分机构/分疾病/分症状体征/分死亡）	4.01	3.80	0.011 5
1.2.9 孕产妇随访监测（分区域/分机构/分疾病/分症状体征/分死亡）	3.88	3.81	0.011 3
1.2.10 急救中心/120院前急救数据（分区域/分主诉症状/分院前死亡结局/救护车派遣量）	3.86	4.04	0.011 6
1.2.11 ECMO等重要医疗器械的使用情况	4.07	3.74	0.011 6
1. 3 实验室数据	4.78	4.47	0.052 1
1.3.1 公共卫生实验室数据（常见/关注/新型病原体等）	4.82	4.77	0.014 1
1.3.2 医疗机构实验室数据（常见/关注/新型病原体等）	4.86	4.22	0.013 5
1.3.3 高校等科研机构实验室数据（常见/关注/新型病原体等）	4.22	3.58	0.011 6
1.3.4 第三方实验室数据（常见/关注/新型病原体等）	4.26	3.39	0.011 5
1.4 死亡监测数据	4.48	4.40	0.049 8
1.4.1 死因监测	4.61	4.69	0.013 6
1.4.2 公安系统死亡登记与户口销户数据	3.77	3.85	0.011 2
1.4.3 民政系统殡葬服务数据	3.89	3.86	0.011 4
1.5 药品销售监测	3.81	3.55	0.041 5
1.5.1 药品销售情况（总/分适应症或功能主治）	3.75	3.35	0.010 5
1.5.2 传染病相关快速检测试剂盒销售情况	3.82	3.22	0.010 5
1.6 艾滋病自愿咨询门诊数据	4.02	4.35	0.046 5
1.6.1 检测咨询个案登记数据（分高危行为特征）	3.99	4.33	0.012 1
1.6.2 HIV、梅毒、丙肝等阳性检测数据	3.90	4.33	0.012 0
1.7 重点人群健康监测	4.36	4.02	0.047 3
1.7.1 学生健康监测异常人数（总/新增/分病种/分症状）	4.63	4.17	0.013 1
1.7.2 医疗卫生机构/养老院及社会福利机构/监狱等监管场所相关人员健康监测异常人数（总/新增/分病种/分症状）	4.51	3.67	0.012 2
1.7.3 大型农贸市场、批发市场、寄递行业及交通运输行业等城市保障行业相关人员健康监测（总/新增/分病种/分症状）	3.97	3.15	0.010 7
1.8 入境申报与检疫数据	4.45	4.02	0.048 0
1.8.1 个人健康申报数据（分症状/分病种）	4.15	3.45	0.011 4
1.8.2 检疫传染病/关注传染病输入数据（异常症状人员数据、病原学检测数据）	4.72	3.85	0.012 8
1. 9 大型活动保障数据	3.73	3.78	0.042 0

续表 3
Table 3 Continued

指标名称	重要性加权均数	可操作性加权均数	权重
1.9.1 个人健康申报数据	3.51	3.36	0.010 1
1.9.2 活动期间症状监测	4.02	3.84	0.011 6
1.9.3 场馆、酒店等相关场所环境监测	3.44	3.66	0.010 4
1.10 环境监测	4.20	3.83	0.045 4
1.10.1 污水监测中关注传染病病原体情况	4.42	3.91	0.012 4
1.10.2 禽畜养殖屠宰加工销售相关场所、进口食品物品监管仓、医院等其他环境监测中关注传染病病原体情况	4.33	3.67	0.011 9
1.11 舆情监测	4.32	4.01	0.047 0
1.11.1 互联网搜索指数	4.06	4.23	0.012 1
1.11.2 12320等卫生热线咨询及举报信息	4.09	4.27	0.012 2
1.11.3 大众媒体报道疑似群体性发病事件信息	4.12	4.00	0.012 0
1.11.4 微博、微信公众号等自媒体及社交媒体平台传染病舆情信息	3.93	3.76	0.011 3
2 多源数据融合监测预警指标	4.74	3.68	0.325 8
2.1 重点机构及场所聚集性疫情	4.79	4.01	0.050 2
2.1.1 学校、幼托机构、学前教育机构、中职、大专院校等学生及教职工名单 × 医疗就诊信息（总/分病种/分症状）	4.48	3.96	0.012 5
2.1.2 养老机构、社会福利机构人员名单 × 医疗就诊信息（总/分病种/分症状）	4.18	3.57	0.011 6
2.1.3 监狱、戒毒所等监管机构被监管人员及工作人员名单 × 医疗就诊信息（总/分病种/分症状）	3.68	3.65	0.010 8
2.1.4 医疗卫生机构从业人员（医疗机构及其发热门诊、感染性门诊，公共卫生机构，社区卫生服务机构工作者）名单 × 医疗就诊信息（总/分病种/分症状）	4.39	3.93	0.012 4
2.2 高风险人群疫情	4.70	3.70	0.048 1
2.2.1 兽医、动物园饲养员、禽畜类养殖加工销售从业人员等动物相关从业人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	4.49	3.55	0.012 1
2.2.2 进口冷链食品从业人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	3.66	3.37	0.010 4
2.2.3 大型批发市场、农贸市场及寄递行业从业人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	3.74	3.24	0.010 4
2.2.4 空港、海港、陆路口岸工作人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	3.79	3.58	0.010 9
2.2.5 医疗废物集中处置单位工作人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	3.75	3.53	0.010 7
2.3 共同暴露人群疫情	4.27	3.57	0.044 7
2.3.1 同一传染源暴露风险人员名单 × 医疗就诊数据	4.00	3.51	0.011 2
2.4 外来输入性疫情	4.69	3.79	0.048 5
2.4.1 外省市风险地区旅居史人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	4.01	3.02	0.010 6
2.4.2 境外高风险国家/地区入境人员名单 × 医疗就诊数据（总/分病种/分症状）	4.37	3.32	0.011 6
3 风险因素监测预警指标	4.46	3.83	0.317 7
3.1 病原体监测	4.91	4.16	0.051 7
3.1.1 传染力变化	4.96	4.27	0.013 7
3.1.2 致病力变化	4.96	4.12	0.013 6
3.1.3 毒力变化	4.90	4.07	0.013 4
3.1.4 免疫逃逸能力变化	4.81	3.88	0.013 0
3.1.5 流行优势毒株构成变化	4.85	4.39	0.013 7
3.1.6 新型病原体的出现（未知病原体/已知病原体的新亚型）	4.97	4.35	0.013 9
3.2 动物媒介及宿主监测	4.60	3.85	0.048 2
3.2.1 蚊、蜱、鼠等病媒生物病原体、种群密度及时空分布特征监测	4.69	4.12	0.013 1
3.2.2 禽畜等发病数及死亡数、病原体监测和贸易信息	4.60	3.76	0.012 5
3.2.3 蝙蝠、旱獭、迁徙候鸟等野生动物病原体监测情况	4.43	3.46	0.011 9
3.2.4 宠物及流浪犬猫等动物传染病病原体监测情况	3.82	3.47	0.010 8
3.3 人群免疫水平	4.52	3.80	0.047 4
3.3.1 人群疫苗接种率（一般/重点监测人群）	4.65	4.60	0.013 6
3.3.2 人群既往感染率（一般/重点监测人群）	4.31	3.65	0.011 9
3.3.3 人群血清抗体阳性率（一般/重点监测人群）	4.36	3.80	0.012 1

续表 3
Table 3 Continued

指标名称	重要性加权均数	可操作性加权均数	权重
3.3.4 人群病原体携带率(一般/重点监测人群)	4.43	3.66	0.012 1
3.4 人群分布与流动	4.23	3.75	0.045 2
3.4.1 人口聚集情况(辖区等人口数、人口密度、年龄构成、职业分布等)	4.42	4.08	0.012 6
3.4.2 人员交通流动情况(出租车、网约车、城市公交地铁等客流量数据和高速公路卡口流量及ETC数据)	3.94	3.78	0.011 4
3.4.3 手机信令数据(分特定时段/分区域网格/分重点场所)	4.08	3.83	0.011 7
3.4.4 城市热力图数据(分特定时段/分区域网格/分重点场所)	4.04	3.74	0.011 5
3.4.5 百度迁徙指数 × 外省市风险地区名单	3.95	3.86	0.011 5
3.4.6 国内航空、铁路等客流量数据 × 外省市风险地区名单	3.86	3.58	0.011 0
3.4.7 高风险国家/地区入境人数	4.65	4.00	0.012 9
3. 5 国内外疫情形势	4.49	4.17	0.048 8
3.5.1 各省市传染病疫情形势	4.52	4.33	0.013 1
3.5.2 全球传染病疫情形势	4.50	4.23	0.012 9
3.6 气象环境因素	3.95	3.63	0.042 8
3.6.1 每日温度、湿度、风速、降雨量等情况	3.78	4.39	0.011 8
3.6.2 空气污染物浓度及空气质量指数	3.67	4.29	0.011 5
3.6.3 居民用地、建筑工地、城市路网、绿地森林、农田耕地、池塘水库等分布情况(分区域)	3.68	3.66	0.010 8
3.6.4 地震、洪灾等重大灾害事件的发生	4.22	4.21	0.012 4

3 讨 论

德尔菲法是指标体系构建领域中常用的研究方法，具有匿名咨询、信息反馈、统计推断和意见综合等特点，是一种定性与定量相结合的评价方法[14－15]。保证德尔菲法研究结果可靠性的关键在于专家的选择。本研究在全国范围内遴选了 21 名来自疾控中心、医疗机构、高校研究院、海关部门与动物卫生机构的专家进行咨询，平均工作年限为 22.6 年，2 轮咨询专家积极系数均为 100%，权威程度系数均 ≥ 0.79，为本指标体系的成功构建确立了良好的基础。在第 2 轮咨询中，专家意见协调程度系数均 ≥ 0.40，检验结果均具有统计学意义，说明专家意见一致性较好，结果可信度较高。指标权重是反映指标间相对重要程度的参考依据，可通过专家咨询权数法、组合权重法、秩和比法、层次分析法和熵权法等进行确定[16－20]，方法各有优劣。由于传染病多点触发监测预警指标内容涉及诸多领域，专家研究背景的差异将影响评分结果的可靠性，因此本研究以专家权威程度为权数对指标评分进行加权处理，运用专家咨询权数法确定指标权重，计算结果不易受同一级指标下属指标分支数目的影响，可良好地反映指标相对重要程度。

本研究在参考严薇荣等[21]根据传染病发生发展过程对预警指标进行层次划分的基础之上，综合考虑多部门数据关联碰撞以实现精准防控的需要，将指标体系划分为单一来源数据监测预警指标、多源数据融合监测预警指标和风险因素监测预警指标，具有一定的科学性和合理性。结果显示，在一级指标中，权重最高的指标为单一来源数据监测预警指标，其下属分支中权重排位靠前的指标有“网络直报聚集性疫情/暴发疫情/突发公共卫生事件数据”“网络直报报告发病数”“网络直报报告死亡数”等，均为我国目前传染病预防控制工作中有成熟报告体系、应用最为广泛的指标，符合我国实际情况。此外，医疗机构中的“发热门诊就诊人数”和“肠道门诊就诊人数”也具有较高的权重，提示有良好的预警价值，而“传染病相关症候群监测数据”和“医疗机构实验室数据”的可操作性评分相对较低，可能与其受区域内医疗信息系统结构差异、数据标准化与结构化程度等影响较大有关[22]。

相较于依赖医疗机构病例报告的传统监测模式，利用大数据和人工智能技术等实现多来源、多模态传染病相关数据的自动采集及融合分析，更有利于早期发现疫情风险苗头，是创新传染病监测预警模式的重要路径[7]。在本研究的多源数据融合监测预警指标中，专家对于获取学生及教职工、医疗卫生机构从业人员、动物相关从业人员及境外高风险国家或地区入境人员名单信息关联医疗就诊数据的相关指标，都赋予了较高的重要性评分。这也提示相关部门在构建智慧化传染病综合监测系统时，可针对上述群体建立专题数据库，运用信息化手段主动开展重点机构及场所聚集性疫情监测、风险职业群体诊疗行为监测和外来

输入性疫情监测等，实现预警关口前移和疾病防控模式创新，部分地区已有相关探索实例[23 – 24]。

在风险因素监测预警指标中，病原体监测中的传染力、致病力、毒力及新型病原体的出现等各项指标，动物媒介及宿主监测中的“病媒生物病原体、种群密度及时空分布特征监测”，以及“人群疫苗接种率”指标均有较高的权重分值，也是疾病预防控制机构业务工作中的常规监测内容。此外，对于防范境外输入性疫情而言，开展“全球传染病疫情形势”及“高风险国家/地区入境人数”监测预警也具有较高的重要性。

实现传染病多点触发监测预警，需要多部门、多主体的支持与合作。在本研究所构建的指标体系中，除医疗卫生系统相关部门外，指标内容还涉及到教育、公安、民政、交通、商务、海关、气象、生态环境、市场监督、农业农村等部门相关信息。而目前各部门间常态化传染病联防联控工作机制的缺失，“信息壁垒”的存在，严重制约着疫情综合研判和高效应对[25]。因此，建立多部门信息协同共享机制，实现传染病信息互联互通，将散落于各部门的传染病及其影响因素相关数据整合分析，畅达跨部门风险提示和应急处置流程，是构建传染病综合防控体系、实现疫情跨部门协作与精准处置的必经之路[5]。

综上，本研究基于匿名反馈机制，通过德尔菲法建立了由 3 个一级指标、21 个二级指标和 82 个三级指标构成的传染病多点触发监测预警指标体系。由于德尔菲法是一种综合专家意见的主观评价方法，研究结果难以避免主观因素影响，指标的可操作性也存在地区差异，因此本研究存在一定的局限性。决策者可在充分了解本地区传染病流行情况及监测系统建设基础上，结合不同场景需求，参考本指标体系，因地制宜拓宽传染病监测渠道，建立多点触发监测预警机制，实现新旧系统的融合与延伸，提升当地疫情防控水平。未来研究将进一步结合实际监测数据，探讨各指标的应用价值，并基于数学模型等建立分级预警标准，实现监测渠道多元化、预警技术智慧化的飞跃。

致谢 感谢参与本项研究的所有专家的支持与贡献

参考文献

[1] 李泓运, 王振旭, 李超, 等. 气候变化和经济全球化驱动病媒生物入侵对人类健康的影响 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2023, 34(2): 182 – 188.
[2] 秦天, 阮向东, 段招军, 等. 开展野生动物微生物研究应对未来新发传染病 [J]. 疾病监测, 2021, 36(3): 209 – 213.
[3] Ashley EA, Pyae Phyo A, Woodrow CJ. Malaria[J]. The Lancet, 2018, 391(10130): 1608 – 1621.
[4] Rubin DHF, Zingl FG, Leitner DR, et al. Reemergence of cholera in Haiti[J]. The New England Journal of Medicine, 2022, 387(25): 2387 – 2389.
[5] 杨维中, 兰亚佳, 吕炜, 等. 建立我国传染病智慧化预警多点触发机制和多渠道监测预警机制 [J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(11): 1753 – 1757.
[6] Yuan J, Chen ZQ, Gong CH, et al. Sewage as a possible transmission vehicle during a coronavirus disease 2019 outbreak in a densely populated community: Guangzhou, China, April 2020[J]. Clinical Infectious Diseases, 2021, 73(7): e1795 – e1802.
[7] 林鸿波, 沈鹏, 孙烨祥, 等. 基于大数据建立传染病监测预警响应模式的探索与实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2020, 17(4): 416 – 421.
[8] 龚利强, 李红美. 常熟市学校及托幼机构重点人群传染病监测预警系统的设计与实现 [J]. 中国公共卫生管理, 2017, 33(5): 713 – 714.
[9] 张颖, 周宁, 周萍, 等. 天津市新型冠状病毒 Omicron 变异株预警指标的建立 [J]. 中华预防医学杂志, 2023, 57(1): 48 – 51.
[10] 刘珏, 梁万年, 刘民, 等. 传染病境外输入风险评估指标体系构建研究 [J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2021, 16(5): 465 – 469.
[11] 罗业飞, 杜瑶瑶, 徐慧芳, 等. 应用德尔菲法构建青年学生 HIV 感染风险评估指标体系 [J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(11): 1918 – 1922.
[12] 贺佳, 高尔生, 楼超华. 综合评价中权重系数及标准化方法的研究 [J]. 中国公共卫生, 2001, 17(11): 1048 – 1050.
[13] Wu JL, Wang FL, Wang JM, et al. Construction of an index system of core competence assessment for otolaryngology nurse specialists in China: a Delphi study[J]. Nurse Education Today, 2023, 131: 105956.
[14] 袁勤俭, 宗乾进, 沈洪洲. 德尔菲法在我国的发展及应用研究 —— 南京大学知识图谱研究组系列论文 [J]. 现代情报, 2011, 31(5): 3 – 7.
[15] Niederberger M, Spranger J. Delphi technique in health sciences: a map[J]. Frontiers in Public Health, 2020, 8: 457.
[16] 顾伟, 王欣国, 杨越, 等. SPD 模式下医用耗材供应商评价指标体系构建研究 [J]. 中国医院, 2023, 27(9): 58 – 62.
[17] 张俊婕, 吴强松, 汪晨夕, 等. 上海市徐汇区新型冠状病毒肺炎预警指标体系构建 [J]. 中国公共卫生, 2020, 36(12): 1767 – 1770.
[18] 赵赛赛, 孙谨芳, 亓晓, 等. 国家卫生城市创建影响评价指标体系研究 [J]. 现代预防医学, 2022, 49(6): 1082 – 1085.
[19] 闫东, 刘冠纯, 任兴宇, 等. 利用层次分析法和德尔菲法构建疾控机构鼠疫应急能力评价指标体系 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2022, 33(4): 568 – 572.
[20] 刘巧, 刘民, 刘珏. 我国疟疾消除后阶段输入风险评估指标体系的构建 [J]. 中华流行病学杂志, 2023, 44(1): 67 – 73.
[21] 严薇荣, 岳丽, 魏晟, 等. 我国传染病疫情预警指标体系构建 [J]. 中国公共卫生, 2008, 24(8): 1018 – 1020.
[22] 范国辉, 张婷, 赖圣杰, 等. 传染病智慧化症状监测的进展与挑战 [J]. 中华流行病学杂志, 2023, 44(9): 1338 – 1343.
[23] 孙烨祥, 吕筠, 沈鹏, 等. 健康医疗大数据驱动下的疾病防控新模式 [J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(8): 1325 – 1329.
[24] 蒋天宏, 周正元, 龚利强, 等. 基于大数据的传染病监测预警处置系统设计与分析 [J]. 中国数字医学, 2022, 17(11): 116 – 120.
[25] 徐建国, 舒跃龙, 易在炯, 等. 我国国境生物安全防控体系现代化建设研究 [J]. 中国工程科学, 2023, 25(5): 21 – 29.