

中图分类号: R95 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2026)02-0017-06
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2026.02.004



我国化学、生物、放射性和核威胁救治药品应急保障 供应机制优化探讨

陈悦

(浙江英特生物制品营销有限公司, 浙江 杭州 310051)

摘要:目的 为完善我国化学、生物、放射性和核(CBRN)威胁救治药品(简称 CBRN 药品)的应急保障供应(简称保供)机制提供参考。方法 从前述 4 个方面总结 CBRN 威胁的来源,分析我国 CBRN 药品储备工作现存不足,并为相应机制的优化提供建议。结果 4 个方面均找出了 CBRN 威胁的来源。我国 CBRN 药品储备工作当前主要问题包括对其重要性认识不足,专业人才匮乏,实战化联演联训欠缺,以及地区性应急储备薄弱等不足。对此,建议加快新药研发,建立完善 CBRN 模块化救治药品目录;精准确定 CBRN 药品的储备基数;提升应急储备的信息化管理水平;同时构建应急 CBRN 药品快速投放网络。结论 应不断完善 CBRN 药品应急保供机制,将平时与应急情况结合,前瞻性做好相应药品储备,开展分级响应,并确保实现机制的高效协同运行。该研究可为政府和药品批发企业相应药品的应急储备管理提供参考。

关键词:化学、生物、放射性和核;药品储备;应急保供;药事管理

Discussion on Optimization of the Emergency Supply Guarantee Mechanism of Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear Threat Treatment Medicines in China

CHEN Yue

(Zhejiang INT'L Biological Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310051, China)

Abstract: Objective To provide a reference for improving the emergency supply guarantee mechanism of chemical, biological, radiological, and nuclear (CBRN) threat treatment medicines (referred to as CBRN medicines) in China. **Methods** Based on the summary of the sources of CBRN threats from the aforementioned four aspects, the existing deficiencies in China's CBRN drug reserve work were analyzed and suggestions for optimizing the corresponding mechanism were provided. **Results** Sources of CBRN threats in all four aspects were identified. The current main issues in China's CBRN medicine reserve work include insufficient understanding of its importance, a shortage of professional talents, lack of practical joint exercises and training, and weak regional emergency reserves. To address these issues, it is recommended to accelerate the research and development of new medicines, establish and improve the CBRN modular treatment medicine catalogue; accurately determine the reserve base of CBRN medicines; enhance the information management level of emergency reserves; and simultaneously build a rapid deployment network for emergency CBRN medicines. **Conclusion** We should continuously improve the emergency supply guarantee mechanism of CBRN medicines, integrate peacetime and emergency situations, proactively reserve corresponding medicines, implement tiered response, and ensure the efficient collaborative operation of the implementation mechanism. This study can provide reference for the emergency reserve management of corresponding medicines by governments and pharmaceutical wholesale enterprises.

Key words: chemical, biological, radiological, and nuclear; medicine reserve; emergency supply guarantee; pharmaceutical administration

战争或恐怖袭击、灾难与疫情、科技进步与经济发展,无不凸显出当今人类生存环境的脆弱性。无论战时还是平时,化学、生物、放射性和核(CBRN)威胁始终存在^[1]。我国省级及以下的政府医药储备主要是应对较大和一般性突发公共事件、满足重大活动区域性保障及补充行政区域内供应短缺的医药产品,包括治疗药品、医疗器械、防护用品、疫苗、检测试剂等医疗物资,并由工信(经信)部门组织实施生产能力储备、流通储备和政府实物储备相结合的管理模式^[2-3]。快速、有

效应对 CBRN 事件,既表明和平时建设专业化应急响应力量的重要性,更警示完善平战结合、寓军于民的 CBRN 威胁救治药品(简称 CBRN 药品)应急保供机制的必要性。在此,拟分析我国 CBRN 药品应急保供机制运行现状,探讨优化策略,为机制的进一步完善提供参考。

1 CBRN 威胁来源

1.1 化学威胁

随着人工智能技术在化学合成领域的应用,人为

第一作者:陈悦,男,大学本科,副主任药师,研究方向为药事管理,(电子信箱)chenyue7579@163.com。

设计、合成新型化学毒剂的风险日益增大。如双重用途化学品[如硫二甘醇可用于合成二氯二乙硫醚(芥子气)、三氯化磷可用于制备甲氟磷酸异丙酯(沙林)]、有机磷酸酯类农药及其他高反应活性的危险化学品(如固体光气)在工农业生产中极为常见,在局部地区也存在管控风险。一旦发生无法控制的危险化学品泄漏或恐怖袭击,将导致大面积的人畜中毒、环境污染及剧烈爆燃等次生灾难。处置危险化学品事故、化学品中毒或攻击等化学威胁时,事发地周边应急救援部门及医疗机构常用的快速洗消介质将涵盖各类水基、非水相、非均相液体介质(如O/W、W/O乳液、泡沫、凝胶),临床救治对阿托品、山莨菪碱(654-2)、解磷定等特异性解毒药品存在需求量急剧暴增的可能^[4]。

1.2 生物威胁

凡列入《中华人民共和国两用物项出口管制清单》的生物两用品及一切可通过人与人之间或人畜间传播的病原微生物及毒素,均可被用于制备生物战剂,也同为引发疫情传播、恐怖袭击的生物威胁风险源。该类风险源通常有以下特点:极高的传染性或免疫逃逸性,潜伏期较短,能在人与人之间或人畜间迅速传播并致病;自然界存在或极易规模化培养;生物活性稳定,便于储存、运输和沾染投放(如气溶胶或粉末);高致病率或高致死率^[5]。

2000年以来,随着合成生物学技术的飞速发展,合成脊髓灰质炎病毒、合成大肠杆菌基因组、H5N1型禽流感病毒与甲型H1N1流感病毒杂交组成的新流感病毒、shc014重组病毒、合成马痘病毒等相继问世,现实世界的生物安全风险防控形势极为严峻。国家卫生健康委于2023年8月修订发布了《人间传染的病原微生物目录》^[6],涉及的非细胞类微生物(病毒)、原核微生物(细菌、放线菌、衣原体、支原体、立克次体、螺旋体)、真核微生物(真菌)按危害程度分4类、509种;按国际民航组织文件《危险品航空安全运输技术细则》(Doc9284)的分类包装要求,属A类、B类运输包装的分别有105种和404种。详见表1[其中A类、B类指运输包装类型;第三类病原微生物病毒项下第150号病毒(流感病毒)的运输包装分2种情况,甲型H2N2流感病毒为A类运输包装,非甲型H2N2流感病毒为B类运输包装]。

根据海关总署通报,2023年,全国海关检出检疫性有害生物7.5万种次,从进境寄递和旅客携带物品中查获外来物种1186种、3123批次,其中“异宠”(另类宠物)296种、4.4万只^[7]。非法入境的有害生物物种、人与人之间传染的病原微生物与生物恐怖袭击,同为当今

社会必须面对的生物威胁。

表1 人与人之间传染的病原微生物危害程度与运输包装分类(种)

Tab.1 Hazard levels of transmissible pathogenic microorganisms of human - to - human and their transportation packaging classifications(n)

危害程度 类别	病毒			原核微生物			真菌		
	种数	A类	B类	种数	A类	B类	种数	A类	B类
第一类	29	29	0	0	0	0	0	0	0
第二类	51	45	6	19	19	0	7	7	0
第三类	83	4	79	171	1	170	144	0	144
第四类	5	0	5	0	0	0	0	0	0
合计	168	78	90	190	20	170	151	7	144

1.3 放射性与核威胁

放射性与核威胁,指核链式反应或链式反应产物衰变产生的能量,以及辐射照射已造成或预计将造成的危害。放射性与核应急是政府主导、企业配合、各方协同、统一开展的应急行动。

《国家核安全局2023年年报》显示,截至2023年底,全国各省、自治区、直辖市(除台湾外,下同)有运行核电机组55台,在建核电机组26台,核电厂共报告运行事件22起,建造事件5起,未发生放射性事件。在役21座民用研究堆(临界装置)全年共报告3起运行事件,均未造成不可接受后果。全国持有生产、销售、使用放射源式射线装置许可证的单位共121076家,在用放射源169593枚(其中I类放射源16115枚,II类放射源18784枚,III类放射源1706枚,其他放射源132988枚);各类射线装置289732台。2023年,全国各省、自治区、直辖市共报告一般辐射事故5起,其中1起为伽马移动探伤人员受超剂量照射辐射事故,3起为IV类、V类放射源丢失、失控事故,1起为测井用放射源落井后封井事故^[8],而2022年共接报一般辐射事故2起,其中1起为射线装置导致人员受超剂量照射事故^[9]。另外,由于日本2023年8月24日强行启动福岛核电站核污染水排海,我国海关总署随即全面暂停进口原产地为日本的水产品(含食用水生动物),并强化各国输入我国水产品的放射性污染风险管控^[10]。

除核反应堆事故外,数量庞大的放射源一旦发生事故或被用作恐怖袭击,因放射性核素衰变规律复杂,沾染放射性核素的物品、食品极难引起人们的注意,必须通过密集采样、分析确定辐射源种类、污染范围、杀伤机理后,对应使用烷基苯磺酸钠(LAS)、乙二胺四乙酸二钠(EDTA-2Na)、氮三乙酸(NTA)等特异性洗消剂进行沾染区的现场洗消。人员皮肤的彻底洗消和辐射伤患者的早期防治、阻吸收、促排泄等特异性救治尤

为关键^[4,11]。

2 我国 CBRN 药品储备机制现存不足

2.1 对其重要性认识不足

CBRN 事件处置行动往往涉及各级政府、公安、武警、军队、应急管理、生态环境、卫生等多部门联动响应,但因发生概率低、专业方法复杂、处置难度大、财政预算有限,地方政府和企业对 CBRN 药品的储备保供重要性认识不足,重视不够。由于经费投入有限,地市级及区县生态环境部门、疾病控制机构甚至缺乏必要的现场处置及实验室快速检测设备,导致地方应急处置能力普遍薄弱;同时,除省级紧急医学救援基地及核电站所在地的部分医疗机构和药品批发企业储备有少量的应急药品外,其他医疗机构基本无该类药品,势必影响突发 CBRN 事件初期的应急处置效率^[12-13]。

2.2 专业人才匮乏

相较于化学、生物威胁,在放射性与核威胁的应急领域,我国已建立了组织结构严密的国家核事故和辐射事故卫生应急组织体系。国家卫生健康委核应急中心分别在中国医学科学院放射医学研究所和血液病医院,北京大学第三医院,解放军 307 医院设立了 3 个临床部,各省、自治区、直辖市救治基地主要承担辖区内核与放射性事故损伤人员的救治、人员辐照剂量监测及事故损伤人员的现场医学处理。但各省定点地方性核应急救援队人数多为 30~50 人,难以处理较大规模的核事故或辐射事故^[11]。

2.3 实战化联演联训欠缺

军队、武警卫勤部门开展的“三防”医学防护演习是野战救护训练的重要组成部分,但不能充分满足地方突发 CBRN 事件的应急救援要求。当前,地方应急救援、生态环境、疾病控制机构、医疗机构的实战化联合应急医学演练中极少纳入医药物资储备单位(以全国性或区域性药品批发企业为主),导致难以发现 CBRN 药品的应急保障供应问题,势必影响应急处置效率。

2.4 地区性应急储备薄弱

目前,我国针对重要烈性传染病和生物安全的基础研究仍较薄弱,疫苗及救治药品的储备品类较少。在核与辐射特需药物保障方面,我国先后研制了碘化钾片、523 片、500 注射液、408 片、普鲁士蓝、褐藻酸钠、促排灵(二乙烯三胺五乙酸)注射液等 3 类(抗辐射、阻吸收、促排)7 种特需药品以及核应急医学处理药箱和伤员核沾染洗消箱,形成了品类较齐全的核辐射损伤防治药品和装备体系^[11]。在地方,省、市级政府医药储备由工信(经信)部门主管,大型药品批发企业按年度承接临床短(紧)缺药品和常规及专项储备品种。即使在人口密集、核反应堆装置和化工企业集中的省区,储备

目录仅少量涉及阿托品、654-2、解磷定、碘化钾(片)等 CBRN 药品及消毒剂(化工类产品),储备数量有限^[12,14]。

3 应急保供机制优化建议

3.1 加快新药研发,建立完善 CBRN 模块化救治药品目录

因 CBRN 风险源种类极为繁杂多样,用于现场处置的沾染消除剂、广谱消杀剂和临床救治必需的特异性药品(含血液制品、疫苗)等品种繁多(见表 2 至表 4。未包含 CBRN 事件应急救治适用的其他广谱抗感染药、甾体激素、抗酸剂、蛋白同化制剂和肽类激素等品种,药品常见规格为国家药品监督管理局官网数据,部分品种使用量视情况而定,其规格以“-”表示。表 4 中,静注炭疽人免疫球蛋白在我国尚处于新药临床试验阶段,美国版商品名 Anthrasil,于 2015 年 3 月 24 日获美国食品和药物管理局批准上市;VIG 在我国尚未上市,美国已将其列入国家战略储备),但国内相关突发事件紧急医学救援指导文件对强化应急医药储备无细化要求^[14]。针对此情况,政府应引导药品上市许可持有人做好前瞻性新药研发,通过对 CBRN 药品的应急保供进行模块化分析,为迅速、准确、个体化用药提供支持和保障。

为适应药品集中带量采购的新形势,防止停产断供,应依托骨干生产企业、全国性和区域性药品批发企业来构建稳定的 CBRN 药品储备供应网络。国家级紧急医学救援基地应组织制订现场医学处置必需的 CBRN 模块化救治药品目录,通用型救治药品由省、市两级政府储备;包括早期防治、阻吸收、促排泄药在内的特异性 CBRN 药品和消杀剂应同时纳入中央、省级和重大危险源所在地市三级政府储备目录,并动态调整。

3.2 精准确定 CBRN 药品的储备基数

省(区)、市工信(经信)部门应结合本行政区域内的 CBRN 风险源、生产能力、常住人口基数,按特异性 CBRN 药品的常用剂量测算 7~14 d 的基础储备量,避免浪费。CBRN 特异性救治药品应按单人份、单日剂量设计储备包装;按可供 1~10 万人使用 7 d 的基数组配平战结合的 CBRN 应急救治药品标准集装箱,便于按目标地域常住人口基数、采取多种运载方式紧急配发^[15-16]。

3.3 提升应急储备的信息化管理水平

CBRN 药品的区域性保供能力是快速、有效处理突发 CBRN 事件的关键。承接储备任务的药品批发企业需建立对 CBRN 事件的常态预警与响应意识,做好货源动态调控。省(区)、市工信(经信)部门的信息管理系统或重点医疗物资调度平台也应着力提升信息化管理水平,通过信息化、模块化、标准化管理,实现与承担储备任务的药品批发企业 ERP 系统的实时数据对接,并有效依托

表2 应对化学威胁的基本救治药品

Tab. 2 Basic treatment medicines for chemical threat

序号	通用名	常见规格	救治用途	类别
1	硫酸阿托品注射液	2 mL: 1 mg; 1 mL: 0.5 mg; 1 mL: 2 mg	有机磷酸酯类中毒	化学药品
2	盐酸消旋山莨菪碱注射液	1 mL: 20 mg	有机磷农药中毒、光气中毒	化学药品
3	盐酸消旋山莨菪碱片	5 mg	有机磷农药中毒、光气中毒	化学药品
4	碘解磷定注射液	20 mL: 0.5 g	有机磷农药中毒	化学药品
5	氯解磷定注射液	2 mL: 0.5 g	有机磷农药中毒	化学药品
6	复方氯解磷定注射液	2 mL: 氯解磷定 0.4 g, 硫酸阿托品 3 mg, 盐酸苯那辛 3 mg	有机磷毒剂和有机磷农药中毒	化学药品
7	硫代硫酸钠注射液	10 mL: 0.5 g	氰化物中毒, 砷、汞、铅、铊、碘中毒或芥子气全身中毒	化学药品
8	二巯丙磺钠注射液	2 mL: 0.125 g	汞中毒、砷中毒(首选)	化学药品
9	注射用二巯丁二钠	0.5 g: 1.0 g	锑、汞、砷、铅、铜等金属中毒, 肝豆状核变性或芥子气全身中毒	化学药品
10	二巯丙醇注射液	2 mL: 0.2 g	砷中毒和汞、金等重金属中毒, 儿童铅中毒(与依地酸钙钠合用)	化学药品
11	盐酸纳洛酮注射液	2 mg; 4 mg	≥12岁及以上被涉嫌化学恐怖袭击(含有强效阿片类药物、芬太尼类似物)的人群(紧急治疗)	化学药品
12	碳酸氢钠溶液	2%	用于洗消	化学原料药
13	碳酸氢钠注射液	10 mL: 0.5 g; 250 mL	代谢性酸中毒	化学药品
14	依地酸钙钠注射液	5 mL: 1 g	铅中毒或镉、锰、铬、镍、钴、铜中毒	化学药品
15	亚硝酸钠注射液	10 mL: 0.3 g	氰化物中毒	化学药品
16	亚甲蓝注射液	2 mL: 20 mg; 5 mL: 50 mg; 10 mL: 100 mg	亚硝酸盐、硝酸盐、苯胺、硝基苯、三硝基甲苯、苯醌、苯肼等和含有或产生芳香胺的药物(乙酰苯胺、对乙酰氨基酚、非那西丁、苯佐卡因等)引起的高铁血红蛋白血症等中毒	化学药品
17	甲苯胺蓝溶液	1%	同亚甲蓝注射液	靛胺染料
18	二甲硅油气雾剂	18 g(含二甲硅油 0.15 g)	光气、双光气中毒并发急性肺水肿	化学药品
19	过氧化氢溶液	3%~30%	作业人员消毒(1%~5%); 氰化物污染的环境应急消毒(15%)	化学药品(1%~3%), 化工产品

表3 应对放射性与核威胁的基本救治药品

Tab. 3 Basic treatment medicines for radiological and nuclear threat

序号	通用名	常见规格	救治用途	类别
1	二乙烯三胺五乙酸(DTPA)	25 kg / 纸板桶	络合剂, 络合定钼、硫酸盐和稀土金属; 事故性钡钠混合气溶胶吸入后促排; 铀、钚污染消除(1%溶液, pH 3~5)	化学络合剂
2	注射用喷替酸钙钠	1 g: 5 mL	铅、铁、锌、铬、钴等重金属中毒和加速钚、铀、钋、钷、铯等放射性核素自体内排出	化学络合剂
3	碘化钾片	130 mg(含碘 100 mg)	核事故, 阻止或减少甲状腺对放射性碘的吸收	化学药品
4	碘酸钾片	0.3 mg; 0.4 mg	核事故, 阻止或减少甲状腺对放射性碘的吸收	化学药品
5	注射用氨磷汀	0.5 g	正常细胞保护剂, 癌症放疗前(辅助治疗), 事故性辐射引起的损伤(预防)	化学药品
6	巯基乙胺	-	辐射防护剂, 解除金属对体内酶系统的损伤作用和具有抗氧化性质, 可预防急性辐射综合征。也用于急性四乙基铅中毒	巯基类试剂
7	褐藻酸钠	2%(糖浆)	能与铯、钡和钋形成稳定的复合物, 用于治疗放射性铯(¹³⁷ Sr)的体内污染在事故后42 h内服用, 10 g / 次	食品增稠剂
8	普鲁士蓝(亚铁氰化铁)	-	用于去除人体内部的放射性铯和钶	化学染料
9	硫培非格司亭注射液(重组人粒细胞集落刺激因子)	0.6 mL: 6 mg	中性粒细胞减少症	生物制品
10	拓培非格司亭注射液	2.0 mg(8.0 × 10 ⁷ U): 1.0 mL或 1.0 mg: 0.5 mL	中性粒细胞减少症	生物制品
11	L-半胱氨酸	-	放射性药物中毒、铊中毒	化学原料药
12	复方维生素B ₁₂ 溶液(贯新克)	5 mL: 维生素B ₁₂ 2.5 mg, 硫酸庆大霉素 4 000 IU	核辐射引起的皮肤损伤	化学药品
13	聚维酮碘溶液(PVP-I)	0.10%	急性放射性烧伤(局部涂用)	化学药品
14	六偏磷酸钠	-	服装、器具、防护器材污染消除(0.6%~0.7%), 皮肤的放射性污染消除(0.5%~1.5%)	化工产品
15	碳酸氢钠	-	消除体表铯污染或土壤中铯污染(2%~5%)	化工产品
16	烷基苯磺酸钠(LAS)	-	洗消放射性污染	阴离子型表面活性剂

表4 应对生物威胁的基本救治药品
Tab. 4 Basic treatment medicines for biological threat

序号	通用名	常见剂型(规格)	救治用途	类别
1	青霉素	注射剂	炭疽芽孢杆菌感染(首选)	化学药品
2	链霉素	注射剂	鼠疫耶尔森菌、布氏杆菌、土拉弗朗西斯菌感染(首选)	化学药品
3	庆大霉素	注射剂	同链霉素	化学药品
4	多西环素	注射剂、口服剂	鼠疫耶尔森菌感染重症、布氏杆菌感染急性期或慢性活动期;Q热、斑疹伤寒、斑点热、鹦鹉热(首选)	化学药品
5	四环素	常释剂型	Q热、斑疹伤寒、斑点热、鹦鹉热(首选)	化学药品
6	氟喹沙星	注射剂、口服剂	霍乱弧菌、嗜肺军团菌感染(首选)	化学药品
7	环丙沙星	注射剂、口服剂	霍乱弧菌、副溶血弧菌感染	化学药品
8	利福平	常释剂型	嗜肺军团菌感染,Q热	化学药品
9	红霉素	注射剂、口服剂	鹦鹉热感染	化学药品
10	头孢他啶	注射剂(1.0g)	鼻疽伯克霍尔德菌、鼻疽伯克霍尔德菌感染	化学药品
11	美罗培南	注射剂(0.25g:0.5g)	同头孢他啶	化学药品
12	复方磺胺甲恶唑	口服剂	霍乱弧菌、副溶血弧菌、布氏杆菌感染急性期(二线用药)	化学药品
13	地塞米松	注射剂(1mL:5mg)、口服剂(0.75mg)	严重感染合并用药	化学药品
14	泼尼松	注射剂(5mL:125mg)、口服剂(5mg)	同地塞米松	化学药品
15	白喉抗毒素	1000IU	预防白喉	生物制品
16	破伤风抗毒素(TAT)	0.75mL:1500IU	防治破伤风梭菌感染	生物制品
17	破伤风人免疫球蛋白(TIG)	2.5mL:250IU	防治破伤风梭菌感染(尤其适用于对TAT有过敏反应者)	生物制品
18	抗炭疽血清注射液	5mL	炭疽感染(治疗)和有炭疽感染危险者(预防)	生物制品
19	静注炭疽人免疫球蛋白	无	吸入性炭疽	生物制品
20	静注牛痘人免疫球蛋白(VIG)	无	天花、猴痘等痘病毒(战略储备)	生物制品
21	肉毒抗毒素	分A-F型,规格包括2.0mL(B型、D型),4.0mL(A型、E型),7.0mL(C型、F型),A-F型肉毒抗毒素含量为10000IU(A型)或5000IU(B-F型)	防治肉毒中毒(战略储备)	生物制品
22	皮上划痕用炭疽活疫苗	0.25mL(5次人用剂量,含菌 1.0×10^9);或1.0mL	预防炭疽芽孢杆菌感染引起的炭疽(应急接种)	生物制品
23	重组B亚单位/菌体霍乱疫苗	肠溶胶囊,每粒240mg,含灭活霍乱弧菌 5.0×10^{10} 个,重组霍乱毒素B亚单位1mg	预防霍乱	生物制品
24	天花疫苗		预防痘病毒感染(战略储备)	生物制品
25	双价肾综合征出血热灭活疫苗(Vero细胞)	1.0mL	预防流行性出血热病毒(汉坦病毒)引起的肾综合征出血热	生物制品
26	黄热病减毒活疫苗	0.5mL[复溶后,1次人用剂量,含病毒应不低于4.2lg PFU(4.1lg IU)]	预防黄热病病毒感染	生物制品
27	重组埃博拉病毒疫苗(腺病毒载体)	0.5mL(复溶后),1次人用剂量为2瓶,含表达埃博拉病毒包膜糖蛋白的重组复制缺陷型人5型腺病毒 8×10^{10} VP	预防埃博拉病毒感染	生物制品
28	过氧乙酸		生化兼容消毒剂。有强氧化性,最佳pH 2~3,可快速杀灭细菌芽孢、病毒、真菌。对HD(芥子气)、VX、G类毒剂能有效消毒(二元化固体过氧乙酸消毒剂储存稳定性好)	消毒剂
29	次氯酸钠		生化兼容消毒剂。防疫杀菌,最佳pH 4~6;0.5%有效氯溶液可清洗H类、V类、囊类毒剂染毒皮肤	消毒剂
30	戊二醛		防疫杀菌,能强效杀灭细菌芽孢、病毒、真菌,最佳pH 2~3	消毒剂
31	二氯异氰尿酸钠(DCCNa)		有强氧化性,对各种致病性微生物如病毒、细菌芽孢、真菌等有很强的杀灭作用,为广谱高效杀菌剂	消毒剂

药品追溯平台、批签发系统,实时监控CBRN药品的库存情况,预储预征,便于紧急状态下的全疆域调拨使用。

3.4 构建应急CBRN药品快速投放网络

制订完善应急预案:随着无人驾驶航空器(简称无人机)在经济领域的广泛应用,承担储备任务的全国性

或区域性药品批发企业可依据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》等相关规定,向空中交通管理部门提前确认本地区低空适飞空域,拟定物流基地与区域性CBRN救治医疗机构间的航线,列入应急预案^[17-18]。

提升保供运输效率:从最大航程、滞空时间、载重能力3个方面选择2~3种具备适航条件的无人机,作为紧急运输工具。对药品的重要性、时效性、体积质量、运输能力4个方面进行定性和定量分析,确定2种紧急运输装载方式:使用无人机配送质量≤10 kg且重要程度高的药品(如冷藏疫苗、血液制品);使用厢式货车配送数量大或时效性相对低的药品。采取无人机单机、无人机编队、“车载+无人机”联合运输等紧急运输方式,确保道路拥堵、污染波及等突发情况下的保供运输。

提升效率:药品批发企业物流中心应积极培养无人机操控员等复合型物流人才,充分发挥多仓协同运行的优势,在业务覆盖的行政区域内预设CBRN药品运输车辆和无人机的回收、洗消、充/换电作业站点,最大限度减少人员、车辆污染风险,提高快速配送效率。

构建网络:持续构建并完善以政府主导,包含药品生产企业、药品批发企业、医疗机构、疾病控制机构、零售药店和患者等各节点的应急CBRN药品投放网络。

4 结语

综上所述,我国CBRN救治药品应急保供体系建设仍处于不断探索与实践阶段,系统性、有序性和前瞻性相对滞后。为应对日益严峻复杂的CBRN,应不断完善CBRN救治药品应急保供机制,将平时与应急情况结合,前瞻性做好相应药品储备,开展分级响应,并确保实现机制的高效协同运行。

参考文献

- [1] Richardt Andre, Hülseweh Birgit, Niemeyer Bernd, 等. 裴承新, 夏治强, 习海玲译. CBRN 防护—化学生物放射性和核武器威胁的管理[M]. 北京:国防工业出版社, 2014:3-34.
- [2] 浙江省经济和信息化厅, 浙江省发展和改革委员会, 浙江省财政厅, 等. 浙江省经济和信息化厅 浙江省发展和改革委员会 浙江省财政厅 浙江省卫生健康委员会 浙江省药品监督管理局关于印发浙江省省级医药储备管理办法的通知[A/OL]. (2022-03-14)[2024-08-22]. https://jxt.zj.gov.cn/art/2022/3/16/art_1229123402_2396941.html.
- [3] 广东省工业和信息化厅, 广东省发展和改革委员会, 广东省卫生健康委员会, 等. 广东省工业和信息化厅 广东省发展和改革委员会 广东省卫生健康委员会 广东省市场监督管理局 广东省粮食和物资储备局 广东省药品监督管理局关于印发广东省公共卫生应急物资产能储备企业培育建设管理办法的通知[A/OL]. (2021-12-23)[2024-08-22]. <https://www.gd.gov.cn/zwgk/gongbao/2022/2/content/>

post_3775851.html.

- [4] 程振兴, 王连驾, 朱海燕. 核生化洗消剂及应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2018:132-154.
- [5] 祝庆余. 生物武器医学防护学[M]. 北京:中国协和医科大学出版社, 2020:9, 204-294.
- [6] 国家卫生健康委. 国家卫生健康委关于印发人间传染的病原微生物目录的通知[A/OL]. (2023-08-18)[2024-08-22]. https://zwfw.nhc.gov.cn/kzx/zcfg/gzbxbywsywhdsp_242/202508/t20250826_3142.html.
- [7] 海关总署. 2023年全国海关检出检疫性有害生物7.5万种次以实际行动服务美丽中国建设[EB/OL]. (2024-01-23)[2024-08-22]. <http://www.customs.gov.cn/customs/xwfb34/302425/5645448/index.html>.
- [8] 国家核安全局. 中华人民共和国国家核安全局2023年报[EB/OL]. (2024-05-31)[2024-08-22]. https://nnsa.mee.gov.cn/ztzl/haqbg/haqnb_1/202405/P020240531579488725688.pdf.
- [9] 国家核安全局. 中华人民共和国国家核安全局2022年报[EB/OL]. (2023-12-18)[2024-08-22]. https://nnsa.mee.gov.cn/ztzl/haqbg/haqnb_1/202312/P020231218535140311745.pdf.
- [10] 海关总署. 中华人民共和国海关总署公告2023年第103号[A/OL]. (2023-08-24)[2024-08-22]. <http://www.customs.gov.cn/customs/302249/2480148/5274475/index.html>.
- [11] 姚叶豹. 核事故医学应急救援组织建设进展[J]. 辐射防护通讯, 2020, 40(1):43-47.
- [12] 侯殿军, 乔建维, 刘伟, 等. 山东省核与辐射应急资源状况[J]. 中国辐射卫生, 2008, 17(1):20-21.
- [13] 国家卫生健康委. 国家卫生健康委关于印发突发事件紧急医学救援“十四五”规划的通知[A/OL]. (2022-12-31)[2024-08-22]. <https://www.nhc.gov.cn/ylyjs/gzdt/202301/f23204e6c2d44c478bd55cabe3f22bed.shtml>.
- [14] 林锦锋, 连珉珉, 闫建明. 福建省核辐射卫生应急能力状况调查[J]. 海峡预防医学杂志, 2017, 23(4):55-57.
- [15] 耿帅, 关鑫, 史宁, 等. 应急药品保障的模块化与信息化建设的研究进展[J]. 中国医药导报, 2023, 20(4):39-42.
- [16] 蒋丰, 田侃. 美国药品应急管理体系现状及启示[J]. 中国药物经济学, 2021, 16(6):16-20.
- [17] 舟山发布. 我市低空无人机岛际物流配送试飞成功[EB/OL]. (2024-06-18)[2024-08-22]. https://mp.weixin.qq.com/s/?__biz=MjM5ODU0NTI4Mw==&mid=2653223160&idx=1&sr=6e045a25b03b9c5a88c5799b5dcdfff3.
- [18] 中华人民共和国国务院, 中华人民共和国中央军事委员会. 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例[EB/OL]. (2023-05-31)[2024-08-22]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202306/content_6888800.htm.

(收稿日期:2024-08-28;修回日期:2025-10-23)