

## 危重新生儿直升机转运实践及应用分析

金洋<sup>1</sup> 刘斌<sup>2</sup> 刘亮<sup>1</sup> 杨志平<sup>1</sup> 郭爱斌<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 巴彦淖尔市医院急诊科, 内蒙古自治区巴彦淖尔 015000; <sup>2</sup> 中船海丰航空科技有限公司, 北京 100070  
通信作者: 刘亮, Email: 402586569@qq.com

**【摘要】目的** 探讨在内蒙古西部地区开展长距离、中途燃油补给、跨区域危重新生儿直升机医疗转运的可行性。**方法** 在内蒙古自治区卫生健康委领导下, 通过两地疫情防控指挥部及各方医疗机构协同配合, 按照预案制定、预案评估、疫情防护、转运实施、中途燃油补给、转运过程病情监控及护理、病患交接、院内治疗等流程完成 1 例危重新生儿直升机夜间转运及救治, 经治疗康复后出院。**结果** 在疫情防控期间, 顺利完成额济纳旗疫区向巴彦淖尔市医院危重新生儿直升机转运任务, 实现临时保障点燃油补给, 转运距离为 800 km (地面交通), 转运时长为 161 min, 不到救护车转运时长的 1/3; 且未引发新型冠状病毒 (2019-nCoV) 感染。**结论** 危重新生儿直升机转运既可解决蒙西医疗资源匮乏、分布不均衡的问题, 又能对区域级新生儿转运体系进行补充; 同时对开展跨区域、长距离直升机医疗转运安全高效、常态化运行进行积极探索。

**【关键词】** 航空医疗转运; 直升机转运; 夜间飞行; 危重新生儿; 新生儿转运体系

**基金项目:** 国家重点研发计划“科技助力经济 2020”重点专项 (2020ZJSH06)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.05.022

### Practice and application analysis of helicopter transfer of critical newborns

Jin Yang<sup>1</sup>, Liu Bin<sup>2</sup>, Liu Liang<sup>1</sup>, Yang Zhiping<sup>1</sup>, Guo Aibin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Emergency, Bayannur Hospital, Bayannur 015000, Inner Mongolia Autonomous Region, China; <sup>2</sup>China State Shipbuilding Corporation Limited Hai Feng Aviation Technology Company Ltd., Beijing 100070, China

Corresponding author: Liu Liang, Email: 402586569@qq.com

**【Abstract】Objective** To explore the feasibility of carrying out long-distance, midway fuel supply and cross-regional helicopter medical transfer of critical newborns in western Inner Mongolia. **Methods** Under the leadership of the Health Committee of the Autonomous Region, through the cooperation of the local epidemic prevention and control headquarters and medical institutions at all levels, a critical newborn was transferred by helicopter according to the processes of plan formulation, plan evaluation, epidemic prevention, transfer implementation, midway fuel supply, condition monitoring and nursing during transfer, patient handover and hospital treatment at night. And the patient was recovered and discharged after treatment. **Results** During the epidemic prevention and control period, the helicopter transfer task from Ejina Banner epidemic area to Bayannur Hospital for a critical newborn was successfully completed, and the oil supply at the temporary support point was realized. The transfer distance was 800 km (ground traffic), and the transfer time was 161 minutes, less than 1/3 of the ambulance transfer time. And no 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) cases occurred. **Conclusions** The helicopter transport of critical newborns can not only solve the problem of lack and uneven distribution of medical resources in western Inner Mongolia, but also supplement the regional neonatal transport system. At the same time, the safe, efficient and normal operation mode of cross-regional and long-distance helicopter medical transfer is explored.

**【Key words】** Aviation medical transfer; Helicopter transfer; Night flight; Critical newborns; Neonatal transport system

**Fund program:** Key Project of National Key Research and Development Plan "Science and Technology Help Economy 2020" Major Program of China (2020ZJSH06)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.05.022

危重新生儿转运目的是将新生儿安全转运到危重新生儿救治中心的新生儿重症监护病房 (intensive care unit, ICU) 进行救治, 以充分发挥优质卫生资源的作用<sup>[1]</sup>。作为新生儿急救工作的重要组成部分, 安全、快速成功转运对于降低新生儿病死率和致残率有非常重要的现实意义<sup>[2]</sup>。在所有的交通工具中, 直升机相对于其他交通工具具有较大的优势<sup>[3-4]</sup>, 可以提供快速、长距离转运, 同时又有受地理空间限制小的机动、灵活优势<sup>[5-6]</sup>。直升机转运是一个连续监护、治疗、护理过程, 是危重患者抢救过程中的重要环节, 转运

时间可以缩短到地面救护所需时间的 1/3 ~ 1/4<sup>[1]</sup>。因此, 直升机作为患儿转运的交通工具之一, 有利于新生儿转运体系形成和危重新生儿救治效果的提升<sup>[7]</sup>。

### 1 任务情况

**1.1 病患情况:** 患儿男性, 胎龄 35 周早产, 2021 年 10 月 28 日剖宫产分娩, 其母前置胎盘伴出血, 阿氏评分 9-10-10。患儿出生体质量 3 020 g, 生后呼吸急促, 胸部 X 线提示肺透 2 级。临床诊断: 早产儿, 新生儿肺炎, 新生儿呼吸窘迫综合征, 新生儿肺透明膜病, 新生儿贫血。经驻额济纳旗国家

医疗队专家会诊、评估,患儿后续诊疗需要新生儿专业呼吸机、血气分析、磁共振等相关检查检验支持设备,并需要入住新生儿 ICU,但额济纳旗及周边缺乏具备相应医疗条件的医院。

**1.2 转运方案的确定:**经内蒙古自治区新型冠状病毒肺炎(新冠肺炎)疫情防控指挥部额济纳旗现场处置工作专班研究,决定将患儿由额济纳旗转运至巴彦淖尔市医院救治。从额济纳旗到巴彦淖尔市单程距离约 800 km,采用救护车或列车转运时间长、转运过程颠簸严重。考虑患儿病情危重,经研究并征得家属同意后,采用巴彦淖尔市医院医疗救护直升机进行转运。

**1.3 方案评估:**由于病患特殊再加上转运距离远和疫情防控的要求<sup>[8-9]</sup>,需要对直升机转运过程中疫情防控、中途燃油补给、危重新生儿护理和飞行安全保障等工作进行评估,以确保任务顺利实施。

**1.3.1 疫情防护措施评估:**目前额济纳旗为高风险地区,尚处于疫情防控的关键攻坚阶段,需要做好转运前和转运后消毒、检测及隔离工作,执行任务期间机组、医护和保障人员的防护工作,以及患儿住院期间的闭环管理。

**1.3.2 燃油补给方案评估:**由于直升机飞行距离的限制,往返途中需进行 3 次燃油补充;转运途中可用的燃油补给点共有两处:一处为位于阿拉善盟与巴彦淖尔市交界处乌力吉医院,作为常态化保障点,具备燃油补给能力;另一处为桃来机场,距离接驳医院较近(飞行时间约 15 min)。

**1.3.3 危重新生儿护理方案评估:**患儿病情危重,医疗救护直升机除需配备机载担架、监护除颤一体机、呼吸机、氧气瓶、吸引器、注射泵、急救药箱等常规医疗救护设备外,还需加配保温箱。转运过程中,需密切监护患儿情况,实时监测呼吸、血氧饱和度,必要时实施吸氧、呼吸机辅助呼吸等应急措施。

**1.3.4 飞行安全保障评估:**巴彦淖尔市医院直升机救援运行 4 年以来,已完成约 500 余次院前急救和航空医疗转运任务,形成了空地一体化协同指挥调度能力,运行流程顺畅、各环节衔接到位,具备安全运行的条件。

综上,经巴彦淖尔市新冠肺炎疫情防控工作指挥部医疗防控组、巴彦淖尔市医院、额济纳旗蒙医医院 3 方分析患儿病情和疫情防控风险,采用直升机转运方式可完成此次转运任务。

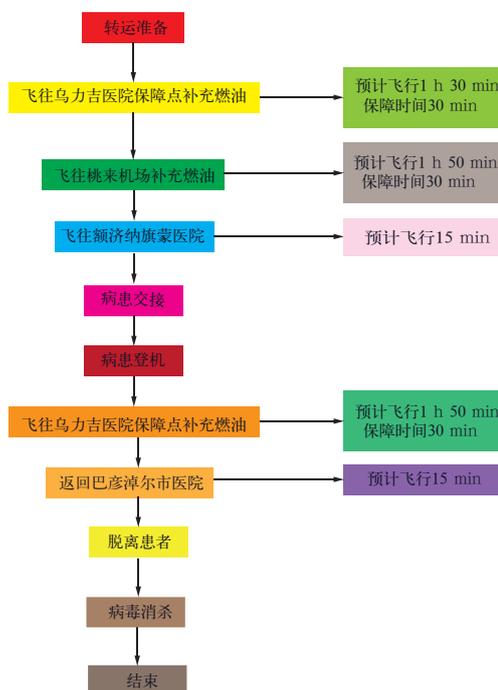
**2 直升机转运**

**2.1 预案制定:**巴彦淖尔市医院紧急制定了《巴彦淖尔市医院直升机转运新生儿患者到巴彦淖尔市医院工作预案》,从组织保障、人员配备、随机设备、转运流程(图 1)、防护要求、患儿及陪护闭环管理、直升机费用等事项进行周密部署。转运预案报请内蒙古自治区新冠肺炎疫情防控指挥部、国家救援医疗队专家进行审查把关,确保此次直升机长距离转运顺利执行。

**2.2 转运实施**

**2.2.1 转运准备:**11 月 2 日上午完成包括安装新生儿保温

箱、生命维护设备、直升机机舱消毒等全部转运准备工作。额济纳旗蒙医医院同步做好患儿及随同人员核酸检测,流行病学调查等转运准备工作。按照总指挥要求,12:17 提交飞行计划申请。



**图 1 巴彦淖尔市医院收治的 1 例男性危重早产儿直升机转运流程**

**2.2.2 直升机起飞及保障:**14:14 直升机从巴彦淖尔市医院起飞,15:35 直升机降落在阿拉善盟与巴彦淖尔交界处的乌力吉苏木医院进行燃油补给,同时机组换穿防护服。起降飞行、中途燃油补给、病患交接、转运等飞行保障信息见表 1。

**表 1 巴彦淖尔市医院收治 1 例男性早产危重患儿直升机转运飞行及保障纪录**

任务名称	起飞时间	落地时间	保障时长 (min)	停留时长 (min)	飞行时长 (min)	备注
市医院 - 乌力吉	14:14	15:35	36		81	中途加油
乌力吉 - 桃来机场	16:11	18:00	33		109	中途加油 机组防护
桃来机场 - 额济纳旗	18:33	18:47		22	14	病患交接
额济纳旗 - 乌力吉	19:09	20:29	27		80	中途加油
乌力吉 - 市医院	20:56	21:50			54	飞行 5 h 38 min

注:空白代表无此项

**2.2.3 病患交接:**按照工作预案由随机医生与额济纳旗蒙医医院救护组快速评估患儿病情及生命体征,做好交接,并将保温箱安装固定在直升机机舱。

**2.2.4 转运实施:**机组人员及机身充分消毒后,19:09 直升机从额济纳旗蒙医医院起飞,21:50 在巴彦淖尔市医院降

落,期间在乌力吉保障点进燃油补给 1 次,保障时间 27 min。从病患登机起飞到转运至巴彦淖尔市医院用时 161 min,不到救护车转运时长的 1/3。

**2.3 转运过程病情监控及治疗:**在转运途中,随机医生根据患儿体温实时调节保温箱温度;同时密切监护患儿情况(图 2),并针对患儿呼吸偏快、血氧饱和度低等问题,在机上实施了吸氧、呼吸机辅助呼吸等应急措施,确保患儿安全抵达巴彦淖尔市医院。登机时,先设置保温箱温度为 33.0℃,19:15 患儿体温 35.7℃,鼻导管吸氧,缓慢静脉滴注葡萄糖注射液;当血氧饱和度为 0.85 时给予氧流量 1.0 mL 吸氧,保温箱以 0.5℃ 逐渐上升至 34℃,氧流量升高至 1.5 mL 吸氧,患儿体温逐渐升高,20:14 患儿体温 36.8℃,血氧饱和度 0.95~0.99。下机时保温箱温度为 33.5℃,体温 37.4℃,血氧饱和度 0.94,心率 142 次/min。



图 2 巴彦淖尔市医院收治 1 例男性早产儿直升机转运过程中医生随机观察患儿状态

**2.4 院内交接:**直升机落地后,地面医护人员迅速与随机医护对接,经专用通道将患儿护送至新生儿 ICU,22:10 转入巴彦淖尔市医院新生儿科。

**2.5 疫情防护:**转运任务发生在疫情高发期间的高风险地区,医院做了严密的感控预案并严格落实每一个细节,包括人员防护、设备设施区域的终末消毒,以及新生儿重症监护室的闭环管理。

### 3 转运后治疗

**3.1 入院时情况:**患儿男性,出生 5 d,主因“胎龄 35 周早产,呼吸急促 5 d”入院,因其母前置胎盘伴出血经剖宫产娩出,无胎膜早破,羊水清亮,阿氏评分 9-9-10,生后呼吸急促,当地医院诊断新生儿肺透明膜病、新生儿肺炎,给予吸氧、抗感染等治疗,患儿仍呼吸急促、口周发绀,当地医院医疗条件受限故采用直升机转入巴彦淖尔市医院。查体:体温 36.5℃,脉搏 178 次/min(哭闹),呼吸 53 次/min,常压吸氧下血氧饱和度 0.93,体质量 2 880 g,早产儿体貌,口周发绀,全身皮肤及巩膜黄染,三凹征(+),双肺呼吸音粗,双肺未闻及干湿啰音,心腹查体未见异常,四肢肌力肌张力正常,原始反射正常引出。

**3.2 入院后治疗过程:**① 诊疗措施:给予空氧吸氧浓度 30%,患儿呼吸急促,氧饱和度维持在 0.85 左右,血气分析:pH 值 7.32,动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO<sub>2</sub>) 62 mmHg (1 mmHg ≈ 0.133 kPa),动脉血二氧化碳分压

(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO<sub>2</sub>) 53 mmHg,给予无创呼吸机辅助呼吸。其他治疗:重症监护、早产儿护理、监测生命体征、血糖、青霉素 + 头孢噻肟抗感染、暖箱保暖、照蓝光退黄、合理喂养等。② 血常规检查情况:血红蛋白(hemoglobin, Hb) 128 g/L(新生儿正常参考值 > 145 g/L),红细胞压积(hematocrit, HCT) 0.384,肝肾功能、心肌酶谱、离子检查无明显异常。血常规检查提示存在贫血,心脏彩超提示动脉导管未闭,吸氧下呼吸仍急促、口周发绀。下一步继续无创呼吸机辅助呼吸,监测生命体征和血糖,给予青霉素 + 头孢噻肟抗感染,完善头颅 B 超、心脏彩超,同时监测血常规、电解质,复查胸部 X 线。入院后第 6 d(11 月 8 日),停用无创呼吸机,给予空氧吸氧,氧浓度 25%,患儿经皮血氧饱和度维持在 0.90 以上,无呼吸困难及呼吸急促,无阵发性青紫,精神、哺乳好,无发热、恶心、呕吐及腹胀、抽搐,大小便正常。心电监护下:心率 135~153 次/min,呼吸 37~53 次/min,配方奶 24 h 总入出量 437/270 mL,监测血糖正常。复查胸部 X 线:新生儿呼吸窘迫综合征,与 11 月 4 日胸部 X 线相比,双肺病变较前吸收好转(图 3)。



图 3 巴彦淖尔市医院收治 1 例出生 5 d 男性患儿 11 月 4 日(左)和 11 月 7 日(右)数字 X 射线摄影(DX)检查情况比较

**3.3 治疗效果:**入院后第 10 天(11 月 12 日)患儿精神、反应好,体温正常,无青紫及呼吸困难,哺乳好,无恶心、呕吐及腹胀,哭声响亮,四肢活动好,无抽搐,大小便正常。心率 130~156 次/min,呼吸 31~55 次/min,不吸氧状态下血氧饱和度 0.93 以上。查体:呼吸平稳,皮肤黄染减轻,双肺呼吸音清晰,双肺未闻及干湿啰音,心前区闻及柔和杂音,腹软,肠鸣音正常,四肢肌力、肌张力正常,原始反射正常引出。经评估患儿已达出院指征,满足出院条件。

### 4 任务分析

2016 年至今,国内采用直升机转运危重新生儿公开报道案例共 8 例(图 4)。地面最远车程为 520 km(2019 年 4 月 1 日,执行从湖北恩施到武汉的新生儿转运任务<sup>[10]</sup>),飞行时长为 127 min。上述 8 例转运任务均在直升机可达飞行范围内,无须中途进行燃油补给,且均在白天完成转运任务。与国内公开报道案例相比,本次危重新生儿转运飞行距离最长(约 800 km),且属于夜航飞行;由于转运距离超出直升机最远飞行距离,在转运途中进行了燃油补给(保障时间 27 min);同时面临新冠肺炎疫情防护要求,对机组、随机医护和地面保障人员提出了更高的防护要求。本次直升机转运时间不到救护车转运时长的 1/3,降低了路途转运时间长、颠簸的风险,有利于患儿的救治。

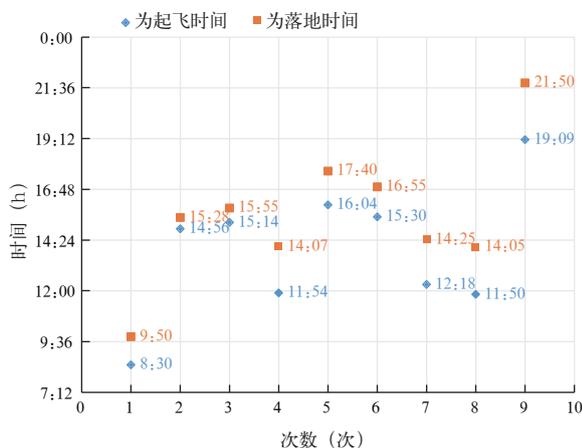


图 4 2016 年以来国内采用直升机转运危重新生儿情况

## 5 讨论

**5.1 转运经验:** 本次危重新生儿长距离直升机转运成功得益于: ① 领导高度重视: 多部门密切配合转运方案在报请自治区新冠肺炎疫情防控指挥部同意后, 由内蒙古卫生健康委指挥调度, 额济纳旗、巴彦淖尔市两地疫情防控指挥部及卫生主管部门具体联络协调, 两地医务人员全力以赴, 成功完成了跨越“巴彦淖尔—额济纳”两城生命接力。② 保障能力网络化, 救援任务常态化: 巴彦淖尔市医院从 2018 年开展直升机医疗救援救护以来, 执行医疗救援救护 502 次, 成功救治患者 466 例。构建了区域级空地一体化救援体系<sup>[11-13]</sup>, 形成了以巴彦淖尔市医院直升机救援基地为中心, 覆盖旗县、乡镇(苏木)医院和 90 个应急起降点的救援网络。在阿拉善盟与巴彦淖尔市交界处建立了乌力吉医院临时保障点, 有效延伸了直升机救援范围。建设了空地一体化指挥中心, 具备空地救援力量协同指挥调度功能。培养了一支涵盖随机医护、急救管理、指挥调度和旗县急诊医护在内的专业航空医疗救援队伍。③ 疫情防控预案严密, 措施严格: 转运任务在疫情高发期间的高风险地区执行, 制定了全程感控预案并严格落实每一个细节, 包括人员防护、设备设施区域的终末消毒, 以及新生儿重症监护室的闭环管理。起飞前, 进行直升机机舱消毒; 途中经停加油飞往疫区前, 机组人员换穿防护服; 病患登机后, 进行了机组人员及机身消毒; 转运完成后, 对机舱环境、机载医疗设备、区域通道等进行规范的终末消毒。

**5.2 改进建议:** 本次危重新生儿直升机转运圆满成功, 但转运过程中仍然存在一定风险, 如直升机中途保障, 存在直升机起降对患儿病情影响的风险; 由于疫情防护要求, 遇到紧急或突发情况时, 医护由于行动或操作不便, 存在对患儿造成误操作或伤害的风险。在蒙西地区, 虽然执行过多次长距离医疗救护任务, 具备直升机救护中途保障能力, 但仍属于探索和磨合阶段。此次任务的成功实施, 为戍边官兵和边防建设者开通了一条紧急救援通道并探索了该路径的可行性, 同时为区域内开展危重新生儿直升机转运奠定了基础, 可进一步完善地区危重新生儿救援网络。直升机转运作为危重新生儿救护车转运手段的有效补充, 在快捷性、长距离转运

方面具有明显优势, 但直升机转运危重新生儿救护体系在国内尚未形成, 仍需不断实践探索。

## 6 结论

直升机转运危重新生儿是区域新生儿转运体系的重要补充, 有利于促进区域内优质卫生资源的共享共用, 同时可显著降低新生儿病死率和致残率。本次危重新生儿转运面临距离远(地面交通距离为 800 km)和疫情防控双重困难, 能够安全、高效完成此次转运任务, 离不开以下几点: ① 内蒙古自治区、巴彦淖尔市、额济纳旗新冠肺炎疫情防控指挥部的高效协调和各级医疗机构的密切配合。② 以巴彦淖尔市医院直升机救援基地为中心, 涵盖指挥调度、保障网络、救援装备、急救医护和运行标准在内的空地一体化医疗救援体系的运行支撑。③ 本区域 500 余次院前急救和院际转运的航空医疗救护经验, 以及机组在该区域丰富的夜航飞行经验。④ 制定了转运前、中和后严密的疫情防控预案, 以及对消杀及防护措施的严格落实。

直升机转运危重新生儿首次在蒙西地区成功实施, 既为解决当地医疗资源匮乏和医疗资源分布不均衡问题提供了经验, 又对区域级新生儿转运体系形成进行积极探索。未来, 确保跨区域、长距离直升机医疗转运安全高效、常态化运行, 需通过多次救援任务检验和验证。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] 中华医学会儿科学分会灾害儿科学学组, 中国人民解放军儿科专业委员会. 灾害背景下新生儿转运方案[J]. 中国当代儿科杂志, 2019, 21(4): 305-311. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2019.04.001.
- [2] 李婉莹, 张义, 杜颖, 等. 危重新生儿长三角一体化转运的实践与思考[J]. 临床儿科杂志, 2021, 39(1): 31-33. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3606.2021.01.008.
- [3] 武秀昆. 通过航空医疗作业飞行救治转运危重患者问题值得关注研究[J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29(3): 209-210. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.03.003.
- [4] 李意, 廖晓霞, 赵会民, 等. 救护型直升机院间转运重症患者 36 例报告[J]. 中华危重病急救医学, 2021, 33(8): 1003-1006. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201110-00708.
- [5] 侯文肖, 刘良, 周心蓓, 等. 航空医疗救援及模拟培训的发展状况[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2022, 29(1): 123-125. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.01.029.
- [6] 郭爱斌, 刘斌, 付林, 等. 航空应急救援立体协同关键技术研究[J]. 自然灾害学报, 2022, 31(1): 157-167. DOI: 10.13577/j.jnd.2022.0115.
- [7] 张雪峰, 李瑛, 肖桂华, 等. 区域内危重新生儿转运体系的应用研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2012, 14(2): 101-104.
- [8] 朱永福, 李世霖, 田永灿, 等. 院前转运中基于对输入性新型冠状病毒肺炎快速传播所采取的防控应对措施: 附 362 例发热患者的应对处理[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2020, 27(1): 43-45. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2020.01.012.
- [9] 武秀昆. 疫情防控工作的唯物论与辩证法[J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32(3): 259-260. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200131-00175.
- [10] 唐琴, 吴素英. 超早产儿空中救援转运的护理[J]. 护理学杂志, 2021, 36(18): 44-45. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2021.18.044.
- [11] 郭爱斌, 高雯, 刘斌, 等. 空地一体化医疗救援体系建设实践及运行模式研究[J]. 中国急救医学, 2021, 41(5): 438-443. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2021.05.013.
- [12] 刘亮, 宋哈, 金洋, 等. 巴彦淖尔市直升机医疗救援案例分析[J]. 中华医院管理杂志, 2020, 36(7): 585-588. DOI: 10.3760/cma.j.cn111325-20200309-00611.
- [13] 杨志平, 韩华敏, 刘培源. 急危重症救治中心空中救援运行模式探析[J]. 中国医院管理, 2021, 41(8): 73-75.

(收稿日期: 2022-01-11)