doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.03.003

基于物联网与移动端的手术转运工勤绩效管理系统的构建

郝灵芝，黄俊杰
（蚌埠医科大学第一附属医院 医务处，安徽蚌埠 233000）

【摘要】目的　探讨基于物联网与移动端的信息化平台在手术患者转运工勤人员绩效管理中的构建与应用情况。**方法**　选取2024年1—12月蚌埠医科大学第一附属医院手术室在职满1年且仅承担手术患者转运工作的40名工勤人员及同期需转运的200例手术患者作为研究主体。采用非随机对照的类实验设计，按年龄、工龄对工勤人员进行个体匹配，配对后等额分为两组，每组20名；每名工勤人员承担5例转运任务，每组相应纳入100例患者。对照组采用常规信息化调度模式，观察组采用基于物联网与移动端的信息化平台。对比两组转运效率（平均任务响应时间、患者转运在途时间、手术衔接等待时间）、手术室利用率及不良事件发生率；采用第三方匿名问卷调查两组工勤人员及手术科室医护人员的满意度。**结果**　观察组平均任务响应时间、转运在途时间、手术衔接等待时间分别为（1.34±0.23）min、（12.13±2.13）min、（19.23±4.23）min，显著短于对照组的（5.67±1.67）min、（15.23±3.23）min、（28.34±7.23）min（均$P<0.05$）；手术室利用率为（78.89±4.34）%，显著高于对照组的（72.13±5.11）%（$P<0.05$）；两组均未发生与转运直接相关的患者跌倒、管道滑脱或交接错误等不良事件。工勤人员在任务分配公平性、绩效反馈透明度及工作便利性等方面的满意度评分分别为（4.36±0.42）分、（4.24±0.45）分及（4.14±0.48）分，显著高于对照组的（3.23±0.45）分、（2.67±0.56）分及（3.23±0.42）分（均$P<0.05$），手术科室医护人员在以上方面的满意度评分分别为（4.25±0.46）分、（4.27±0.58）分及（4.18±0.47）分，显著高于对照组的（3.11±0.45）分、（3.26±0.51）分及（3.41±0.42）分（均$P<0.05$）。**结论**　在手术患者转运中应用基于物联网与移动端的信息化平台，可在保障安全的前提下提升转运效率，提高手术室利用率，获得工勤人员及手术科室医护人员较高评价，具有临床应用价值。

【关键词】物联网；移动端；信息化平台；手术患者转运；工勤人员；绩效标准管理
【中图分类号】R197.32　　**【文献标志码】**A　　**文章编号：**1674-1242（2026）03-0017-05

Construction of a performance management system for surgical transport workers based on the internet of things and mobile terminals

HAO Lingzhi, HUANG Junjie

(Department of Medical Affairs, The First Affiliated Hospital of Bengbu Medical University, Bengbu 233000, Anhui, China)

【Abstract】Objective　To investigate the construction and application of an IoT-and mobile-end digital platform for performance standard management of surgical patient transport staff. **Methods**　From January to December, 2024, a total of 40 workers who had been in the operating room of the First Affiliated Hospital of Bengbu Medical University for 1 year and only undertook the transfer of surgical patients and 200 surgical patients who needed to be transferred during the same period were selected as the research subjects. Non-randomized controlled quasi-experimental design was adopted, and individuals were matched according to the age and length of service of the workers. After matching, 40 workers were equally assigned to two groups, with 20 in each group. Each worker undertakes 5 cases of transshipment tasks, and 100 patients are included in each group. The control group adopts the conventional information dispatching mode, and the observation group adopts the information platform based on the Internet of Things and mobile terminals. The two groups were compared in terms of transport efficiency (average task response time, patient transport transit time, and surgical connection waiting time) and operating room utilization rate, and the incidence of adverse events.Satisfaction with the transport work was assessed through third-party administered anonymous questionnaires among both groups of transport staff and surgical

收稿日期：2025-04-01。
作者简介：郝灵芝，本科，主管护师，研究方向：卫生管理。E-mail：haoyfy365@163.com。
通信作者：黄俊杰：副主任卫生管理师，医务科副科长，研究方向：医院质量管理体系建设、医疗质量持续改进机制研究。E-mail：huangjunj622@163.com。

department medical personnel. **Results** The average task response time, transit time, waiting time for operation connection in the observation group were (1.34±0.23) min, (12.13±2.13) min, (19.23±4.23) min, respectively, which were significantly shorter than those in the control group (5.67±1.67) min, (15.23±3.23) min, (28.34±7.23) min (all $P<0.05$); and operating room utilization rate was (78.89±4.34)%, which was significantly higher than that in the control group [(72.13±5.11)%] ($P<0.05$). No serious adverse events directly related to transport, such as patient falls, tube dislodgement, or handover errors, occurred in either group. The satisfaction scores of the workers in terms of fairness of task assignment, transparency of performance feedback and convenience of work were (4.36±0.42), (4.24±0.45) and (4.14±0.48) respectively, which were significantly higher than those of the control group (3.23±0.45), (2.67±0.56) and (3.23±0.42). However, the satisfaction scores of medical staff in the operation department were (4.25±0.46), (4.27±0.58) and (4.18±0.47) respectively, which were significantly higher than those in the control group (3.11±0.45), (3.26±0.51) and (3.41±0.42) (all $P<0.05$). **Conclusion** The implementation of an IoT-based mobile information platform for surgical patient transfers enhances transfer efficiency under the premise of ensuring safety, improves operating room utilization, and receives high evaluation from nursing staff and surgical department medical personnel, demonstrating clinical application value.

【**Key words**】 Internet of Things; Mobile terminal; Information platform; Surgical patient transfer; Support staff; Performance standard management

确保手术患者安全转运，不仅可保障医疗工作顺利进行，还可提升整体医疗质量，是医疗工作者义不容辞的责任[1]。除医护人员外，工勤人员同样是开展转运工作不可或缺的一员，其响应速度及工作效率直接影响后续手术的顺利开展[2]。既往临床转运措施较为落后，多通过电话沟通确认后凭纸质单据进行人工调度，此种方式导致信息传递滞后，转运过程中若出现意外事故也难以明确责任；加之职责分配不明确，工作人员积极性不高，以上述问题致使手术衔接等待时间延长，手术室资源未得到充分利用，造成医疗资源浪费[3-4]。随着物联网与移动互联网技术的普及，为医疗流程的精细化管理开辟了新的方向，结合二者优势可构建完善的信息化平台，将其应用于手术患者转运，通过智能调度、实时跟踪、流程监控，实现患者智能化管理，有效提升转运效率[5-6]。本研究选取 2024 年 1—12 月蚌埠医科大学第一附属医院手术室 40 名工勤人员及 200 例需转运手术患者，对比常规信息化调度模式与基于物联网与移动端的信息化平台的应用情况，以期为医院运营管理工作向数字化转型提供实践依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 1—12 月蚌埠医科大学第一附属医院手术室 40 名工勤人员及 200 例需转运手术患者为研究对象。本研究期间，手术室在岗且仅承担手术患者转运工作的工勤人员共 46 名。依据纳入排除标准，排除工龄＜1 年者 2 名、拒绝使用信息化平台者 2 名、伴有严重肢体功能障碍者 2 名，最终纳入 40 名，纳入率为 87.0%。患者纳入方式：2024 年 1—12 月期间，每日按手术排班顺序从符合纳入标准的患者中依次选取，每名工勤人员连续承担 5 例转运任务，共完成 200 例。本研究为前瞻性、非随机对照的类实验研究。为避免选择偏倚，分组前对所有工勤人员按年龄、工龄进行个体匹配，共形成 20 对，再将每对中两名工勤人员随机分配至对照组或观察组，每组 20 名。每名工勤人员连续承担 5 例符合纳入标准的患者转运任务，每组相应纳入 100 例患者。对照组工勤人员：男 15 名，女 5 名；年龄 28～52 岁，平均（40.45±6.34）岁；工龄 1～15 年，平均（8.34±4.54）年；基础体能指标（30 m 快走测试时间）为（6.21±0.45）s。对照组患者：男 56 例，女 44 例；年龄 20～78 岁，平均（38.42±6.78）岁；病区至手术室直线距离为（128.55±32.34）m。观察组工勤人员：男 14 名，女 6 名；年龄 28～50 岁，平均（40.21±6.12）岁；工龄 1～16 年，平均（8.21±4.67）年；基础体能指标为（6.18±0.56）s。观察组患者：男 58 例，女 42 例；年龄 22～80 岁，平均（38.21±6.62）岁；病区至手术室直线距离为（129.23±32.21）m。两组工勤人员及患者一般资料比较差异均无统计学意义（均 $P>0.05$），具有可比性。本研究经蚌埠医科大学第一附属医院医学伦理委员会批准（批准号：[2025]第 069 号）。同时，选取参与手术转运流程的 20 名手术科室医护人员作为满意度调查对象。其中男 8 名，女 12 名；年龄 26～45 岁，平均（34.20±5.10）岁；职称分布：初级职称 10 名，中级职称 7 名，高级职称 3 名。该 20 名医护人员均同时参与了对两组转运模式的满意度评价。

工勤人员纳入标准：① 在岗工作时间≥1 年，仅

负责手术室与病房间的患者转运工作，不承担药物、标本等其他运输任务；② 知情同意并自愿参与本研究及培训；③ 能熟练使用智能手机。排除标准：① 研究期间因休假、离职等原因工作时间不足 6 个月者；② 拒绝使用或不配合信息化平台操作者；③ 伴随严重心脑血管疾病或肢体功能障碍，可能影响转运速度者。患者纳入标准：① 在蚌埠医科大学第一附属医院接受手术治疗，需进行院内转运；② 病例资料完整，意识清楚，能配合转运；③ 患者或其家属知情同意。排除标准：① 病情危重需医护人员陪同转运者；② 转运途中发生病情变化需紧急处理者；③ 病例资料不全者。手术科室医护人员纳入标准：① 在手术室工作，日常需与工勤人员进行手术患者转运交接；② 知情同意并自愿参与本研究问卷调查。排除标准：① 研究期间进修、休假或因其他原因不在岗时间累计超过 1 个月者。

1.2　方法

对照组采用常规信息化调度模式（未集成移动端与物联网实时追踪功能）。该模式下，病房护士通过医院内网信息系统的手术转运模块提交转运申请，系统向手术室调度中心发送固定终端通知。调度员根据系统显示的待转运列表，结合工勤人员当前位置的信息（如最后一次固定终端签入状态）及个人经验，通过固定对讲机或电话下达转运指令。工勤人员接收指令后前往病房执行转运，过程中其位置、状态及转运进度无法实时更新与可视化。手术室及病房医护人员可通过系统查看任务“已安排”或“已完成”等基础状态，但无法获取实时动态。绩效记录依赖工勤人员在固定终端手动确认任务节点，数据完整性及客观性受人为因素影响。

观察组应用基于物联网与移动端的转运绩效管理信息化平台，主要包括以下模块。① 物联网感知层：为工勤人员配备集成集成蓝牙 5.0 信标的电子工牌（型号：TagSense T200），可进行实时位置追踪（定位精度≤3 m）；患者佩戴无源 RFID 智能腕带（频率 13.56 MHz，符合 ISO 14443A 标准），用于标识身份并与转运任务关联；为转运床配备三轴加速度传感器（型号：ADI ADXL345），用于监测转运过程中的平稳性；在手术室、病区护士站、电梯间、走廊等重点区域部署信标基站（型号：RAK7249），支持精确定位。② 网络传输层：通过医院 5 GHz 频段 802.11ac 无线网络及 MQTT 物联网通信协议，将感知层采集的数据采用 AES-128 加密后实时同步至中心服务器，采用 HTTPS 安全协议传输数据，操作日志留存 1 年以上。③ 平台应用层：工勤人员通过 Android 移动端 APP（基于 Kotlin 开发）接收系统智能分派的转运任务，支持一键接单、到达上报、转运开始、交接完成等操作，并可实时查看任务清单与个人绩效统计；病房及手术室护士站通过 Web 端（基于 Vue.js + Spring Boot 架构）提交转运申请，查看待转运队列、工勤人员实时位置及预估到达时间；后台管理系统（部署于医院内网私有云）提供全院转运任务状态、工勤人员实时分布、各环节用时的可视化监测，并内置基于任务数量、响应速度、转运时长、满意度等多维度的绩效计算模型，自动生成个人与团队绩效报告。系统出现故障时自动切换至备用调度模式，每月进行 1 次全链路压力测试与数据完整性校验。

该信息化平台具体流程为：① 病房护士在电脑端提交转运申请，系统自动生成任务，并依据工勤人员实时位置、当前任务负荷、历史绩效等多维度算法模型，智能分配至最优工勤人员的移动端 APP。② 工勤人员 APP 接收任务通知（含震动/铃声提醒），点击“接单”确认，系统开始记录响应时间。③ 工勤人员到达病房，通过 APP 扫描患者腕带确认身份，点击“开始转运”，系统记录转运起点时间并实时在地图上显示转运轨迹。④ 工勤人员将患者送达手术室交接区，与接收护士通过 APP 扫描腕带完成电子交接，点击“任务完成”，系统自动记录到达时间、计算在途时间。⑤ 绩效数据（响应时长、转运时长、任务量等）自动录入数据库，按预设规则计算绩效得分，定期通过 APP 向工勤人员反馈。系统设置连续任务强制休息提醒，如连续执行 3 次转运则建议休息，并在 APP 界面显示建议转运速度区间，以防因过度追求转运速度引发安全事故。

1.3　观察指标

（1）对比两组客观效率指标，包括平均任务响应时间（从系统生成转运任务到被指派工勤人员在移动端点击“确认接收”的间隔时间）、患者转运在途时间（从工勤人员点击“开始转运”到点击“到达目的地”的间隔时间）、手术衔接等待时间（上一台手术患者离开手术室至下一台手术患者进入手术室的间隔时间）及手术室利用率等指标。其中手术室利用

率＝[每日总手术时长/(手术间数×每日开放时长)]×100%。记录两组转运过程中跌倒、管道滑脱、交接错误、转运床碰撞等不良事件发生率。

(2) 主观满意度指标：研究结束时，采用自制Likert 5级评分量表(非常不满意＝1分，不满意＝2分，一般＝3分，满意＝4分，非常满意＝5分)对工勤人员及手术科室医护人员(20名)进行满意度调查。调查问卷均由未参与研究执行的研究助理以独立第三方身份发放，填写采用匿名形式，回收后统一由该助理负责数据录入。调查对象填写问卷时不知晓各组间的比较性研究假设，以最大限度降低主观偏差。工勤人员调查内容包括任务分配公平性、绩效反馈透明度、工作便利性等方面；手术科室医护人员调查内容包括调查转运及时性、信息沟通顺畅度、工作协同便利性等方面。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示，两组间比较采用独立样本t检验。计数资料以例(%)表示，采用χ^2检验。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组客观效率指标对比

观察组平均任务响应时间、转运在途时间、手术衔接等待时间及手术室利用率均显著优于对照组(均$P<0.05$)，两组转运过程中均未发生跌倒、管道滑脱、交接错误或转运床碰撞等不良事件(表1)。

表1 两组客观效率指标对比

组别	平均任务响应时间($\bar{x}\pm s$，min)	患者转运在途时间($\bar{x}\pm s$，min)	手术衔接等待时间($\bar{x}\pm s$，min)	手术室利用率($\bar{x}\pm s$，%)	不良事件[例(%)]
对照组(n=100)	5.67±1.67	15.23±3.23	28.34±7.23	72.13±5.11	0(0)
观察组(n=100)	1.34±0.23	12.13±2.13	19.23±4.23	78.89±4.34	0(0)
t/χ^2	25.686	8.012	10.876	10.083	—
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	—

2.2 两组主观满意度比较

工勤人员对调查任务分配公平性、绩效反馈透明度、工作便利性的满意度均显著高于对照组(均$P<0.05$)；观察组手术科室医护人员对转运及时性、沟通顺畅度和工作协同便利性的满意度均显著高于对照组($P<0.05$)(表2、表3)。

表2 两组工勤人员满意度对比($\bar{x}\pm s$，分)

组别	调查任务分配公平性	绩效反馈透明度	工作便利性
对照组(n=20)	3.23±0.45	2.67±0.56	3.23±0.42
观察组(n=20)	4.36±0.42	4.24±0.45	4.14±0.48
t	18.358	21.854	14.268
P	<0.001	<0.001	<0.001

表3 两组手术科室医护人员满意度对比($\bar{x}\pm s$，分)

组别	调查转运及时性	信息沟通顺畅度	工作协同便利性
对照组(n=20)	3.11±0.45	3.26±0.51	3.41±0.42
观察组(n=20)	4.25±0.46	4.27±0.58	4.18±0.47
t	17.715	13.077	12.216
P	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论

患者转运是连接术前、术中及术后的重要环节，其效率高低直接影响大型医院手术室的整体运转效果及医疗资源利用效率[7]。目前很多医院存在手术室处理能力不足的问题，而转运流程效率不高正是其中的关键因素之一。随着数字化时代的到来，医院管理工作亦需更新换代。为此，本研究开发了一套基于物联网和移动设备的信息化管理系统，融入绩效管理思路，通过实时监控转运过程，提高转运环节的工作效率[8]。

本研究发现，观察组平均任务响应时间、平均转运在途时间及平均手术衔接等待时间均显著短于对照组。平均任务响应时间缩短的原因是智能调度替代了既往电话沟通的方式，平台匹配适宜的工勤人员后对其进行提醒，以避免电话沟通出现信息差[9]。平均转运在途时间缩短的原因较多，如移动具有导航功能，可为工勤人员推荐最佳路线，避免因不熟悉路耽误时间；扫码核对信息比纸质核对更快捷；整个流程实现标准化，减少了中间不必要的停顿。另外，实时定位也对工勤人员起到一定监督作用，促进其工作效率提升[10-11]。平均手术衔接等待时间缩短，促使手术室每日能承接更多手术，利用率得以提升。过去，护士不明确患者转运进度，工勤人员也不清楚手术室准备工作进展，双方信息不通[12-13]。采用该信息化平台后，实现了全程透明可视，护士可预知患者抵达手术室的时间，从而提前做好准备，避免被动

等待；工勤人员也可明确当前任务的紧急程度。这种双向透明的信息沟通，有效缩短了无效等待时间，使手术室医疗资源得到更充分、更高效的使用[14]。

在安全层面，两组均未出现与转运过程直接相关的重大不良事件，说明观察组在缩短各项转运时间的同时，并未通过降低安全标准来换取效率提升。平台内置的速度区间提醒功能及连续任务后推送的休息提示，在一定程度上发挥了风险缓冲作用。但需指出，本研究样本量有限，且纳入患者均为病情相对稳定的择期手术病例，对于更复杂或更紧急的转运情境，如何在时间压缩与安全保障之间取得平衡，仍有待更大样本量的研究加以验证。

在满意度方面，观察组工勤人员满意度高于对照组。原因在于该信息化平台实现了透明化管理，工勤人员感受到公平公正；系统自动派活，按客观规则运行，减少了人工分配时可能出现的偏袒；绩效数据由系统自动统计、随时可查，考核更加公开透明，调动了其工作积极性。观察组手术科室医护人员满意度高于对照组的原因在于，该平台使其可随时了解患者转运状态，不必被动等待或多次电话沟通，部门间沟通更为顺畅[15]。本研究满意度调查虽通过第三方以匿名形式分发问卷，但评价过程并非盲法设计，参与者仍可能对两种干预模式存在主观倾向，这构成了本研究的不足之一。

本研究表明，将基于物联网与移动端的信息化平台用于手术患者转运，既是技术升级，更是管理方式的革新。其使既往依靠经验的管理方式变得清晰明了，将零散的分段管理转变为全流程把控，有效提升了手术室医护人员的工作效率及工勤人员的工作积极性，实现了医疗资源的充分利用，为医院创造了经济效益[16-17]。本研究尚存在若干不足：第一，虽两组工勤人员基础体能指标未见显著差异，但未充分控制个体体能差异对转运时长的影响；第二，尽管转运距离、楼层高度及电梯等待时间等环境因素在两组间分布均衡，但未将其作为时变协变量开展更精细的建模分析；第三，满意度测评虽采用匿名填写方式，但难以完全消除主观偏倚的影响。

综上，在手术患者转运中应用基于物联网与移动端的信息化平台，可在保障安全的前提下提升转运效率，提高手术室利用率，获得工勤人员及手术科室医护人员的较高评价，具有临床应用价值。未来可将该平台与人工智能深度融合，如基于历史数据的深度学习提前预测手术结束时间，以更高效地完成转运任务。

参考文献

[1] 许辉，肖明，孙咏梅，等. 全闭环转运信息系统在手术患者流转安全的应用[J]. 中国医药指南，2022，20（30）：1-4.

[2] 方亮，周甜甜，肖丹，等. 基于信息化平台联合BPR理论在手术患者周转流程中的应用[J]. 齐鲁护理杂志，2024，30（18）：26-29.

[3] 吴荷玉，赵诗雨，周笑笑，等. 手术患者院内转运管理质量敏感指标体系构建与应用[J]. 中国医院管理，2024，44（5）：56-60.

[4] 孙文业，汪春亮. 手术患者转运交接管理系统的设计与应用[J]. 现代信息科技，2025，9（10）：70-75.

[5] 夏招弟，肖越，刘柔清，等. 失效模式与效应分析在手术患者转运安全管理中的应用[J]. 中国临床护理，2025，17（3）：158-161.

[6] HARSHINI T A, SRIRAMAN H. Decoding the Solution for Man-at-the-End Attacks and Reverse Engineering on IoMT Devices: An Experimental Review of Techniques and Defences[J]. J Multidiscip Healthc, 2025, 18:6479-6510.

[7] 滕娇，黄伟，朱晓毅. 基于信息系统的降阶梯思维与SBAR模式在急危重症患者转运交接中的应用价值研究[J]. 当代医药论丛，2023，21（17）：193-196.

[8] 汤佳骏，方芳，贲阳，等. 以全质量管理为基础的手术室信息平台实施效果分析[J]. 上海护理，2022，22（12）：70-73.

[9] 廖冬花，高碧蓉，黄萍，等. 手术安全核查全流程智慧信息平台应用效果评价[J]. 中国卫生信息管理杂志，2025，22（4）：650-657.

[10] ZHONG Y. Research on the Design of Intelligent Traffic Management System Based on Internet of Things and Artificial Intelligence Technologies[C]//International Conference on Computational Vision and Robotics. Springer, Cham, 2025.

[11] 陆叶青，丁瑞芳，侯越，等. 医疗失效模式与效应分析在手术患者安全转运管理中的应用研究[J]. 现代医药卫生，2025，41（5）：1163-1167，1172.

[12] 周芳芳，刘霞，周春燕，等. 亚专业联合优化质量追溯系统在CSSD日间骨科手术器械管理中的应用效果研究[J]. 中国医疗设备，2024，39（11）：105-111.

[13] ZOU Y, CAO Q, NAZIF H. A New Energy-Aware Technique for Designing Resource Management System in the 5G - Enabled Internet of Things Based on Kohonen's Self - Organizing Neural Network[J]. T Emerg Telecommun T, 2025, 36(3).

[14] 顾静，李婷. 智慧病房模式联合六西格玛法在优化患者手术接台流程中的应用[J]. 中国实用护理杂志，2023，39（21）：1636-1641.

[15] 王克俊，熊文举，熊淑华. 手术接台系统的建设与信息化应用效果分析[J]. 中国数字医学，2022，17（7）：85-87.

[16] 宋梅香，王爱敏，赵萌，等. 手术患者转运护理敏感指标体系的构建[J]. 临床医学研究与实践，2024，9（18）：178-182.

[17] 王代钦. 院前信息化救治联合急诊流程优化策略在急性心肌梗死患者抢救中的应用[J]. 中国伤残医学，2025，33（2）：38-42.