

· 科研论著 ·

基于人因工程理论的护理人力资源预测模型研究

黄明倩^{1,2}, 刘 于^{1*}, 汪秧秧^{1,2}, 黄云萌^{1,2}

1. 华中科技大学同济医学院附属同济医院, 湖北 430030; 2. 华中科技大学同济医学院护理学院

Study of prediction model of nursing human resources based on human factors engineering theory

HUANG Mingqian, LIU Yu, WANG Yangyang, HUANG Yunmeng

Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Hubei 430030 China

Corresponding Author LIU Yu, E-mail: 504443342@qq.com

Abstract Objective: To explore the influencing factors of nursing workload and build the nursing human resource prediction model based on the theory of human factor engineering. **Methods:** The nursing workload and related data of 149 nursing units in a tertiary grade A general hospital in Wuhan were retrospectively collected from July 2020 to June 2021. Multivariate linear regression was used to construct the prediction model of nursing workload. A total of 10 inpatient nursing units from July 2021 to December 2021 were selected to verify the prediction model. **Results:** Bed utilization rate, nursing grades Redit value, occupational risk, case mix index, and average length of stay in different units were the influencing factors of nursing workload ($P < 0.001$). The predictive model of nursing human resources was established; the number of nurses to be equipped in a nursing unit = the total number of nurses in each nursing unit $\times (-2\,028\,065.592 + 522\,787.791 \times \text{bed utilization rate} + 2\,130\,102.936 \times \text{nursing grade Redit value} + 20\,274.444 \times \text{occupational risk score} + 194\,676.133 \times \text{CMI} - 37\,701.479 \times \text{average length of stay}) / \text{total nursing workload}$. **Conclusion:** The nursing human resource prediction model constructed based on the human factors engineering theory in this study has strong practicability, and it can provide a basis for the scientific allocation of nursing human resources in various medical institutions.

Keywords human factors engineering theory; nursing workload; prediction model; nursing human resources; nursing management

摘要 目的:基于人因工程理论探索护理工作量的影响因素,构建护理人力资源预测模型。**方法:**回顾性收集2020年7月—2021年6月武汉市某三级甲等综合性医院149个护理单元的工作量和相关资料,采用逐步回归构建护理工作量预测模型。选取2021年7月—2021年12月共计10个住院部护理单元的工作量对预测模型进行验证。**结果:**不同单元的床位使用率、护理分级Redit值、职业风险、病例组合指数和平均住院日对其护理工作量有影响($P < 0.001$);建立护理人力资源预测模型:某护理单元应配备护士人数=各护理单元护士总人数 $\times (-2\,028\,065.592 + 522\,787.791 \times \text{床位使用率} + 2\,130\,102.936 \times \text{护理分级Redit值} + 20\,274.444 \times \text{职业风险} + 194\,676.133 \times \text{CMI} - 37\,701.479 \times \text{平均住院日}) / \text{总加权护理工作量}$ 。**结论:**基于人因工程理论构建的护理人力资源预测模型具有较强的实用性,可为各医疗机构科学配置护理人力资源提供依据。

关键词 人因工程理论; 护理工作量; 预测模型; 护理人力资源; 护理管理

doi:10.12102/j.issn.1009-6493.2023.01.009

护理人力资源配置是否科学、合理对病人结局与护理质量具有重要影响^[1-2]。我国目前依据床护比、工时测算进行人力资源配置的方式,未结合病人的实际

诊疗需求,也无法体现护理工作的技术难度、体力与劳力消耗和职业风险^[3],需寻找更合适的方式来对护理人力资源进行合理、有效配置。人因工程学(human factors engineering, HFE),又名工效学、人类工效学、人机工程学等,国际人类工效学学会将人因工程学定义为:“人因工程是研究人在某种工作环境中的解剖学、生理学和心理学等方面的因素,研究人和机器及环境的相互作用,研究在工作、生活和休息中怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题的学科”^[4]。

基金项目 中国卫生人才培养护理研究项目,编号:RCLX2220024

作者简介 黄明倩,护士,硕士研究生在读

***通讯作者** 刘于, E-mail: 504443342@qq.com

引用信息 黄明倩,刘于,汪秧秧,等.基于人因工程理论的护理人力资源预测模型研究[J].护理研究,2023,37(1):52-61.

人因工程学作为管理科学中的重要分支,将人、工作系统和环境作为整体,研究如何优化“人-机-环境”体系,能够较为全面地反映护理工作量^[5]。科学评估护理工作量是进行护理人力资源配置和绩效管理的基础^[6]。在护理工作量测量中运用人因工程理论,对完善护理工作量测量方式,从而合理配置人力资源、满足护士价值取向及稳定护理人员队伍具有重要意义^[7]。本研究基于人因工程理论,分析护理工作量相关影响因素,构建人力资源预测模型,以期今后各医疗机构提供更为准确、简便的护理工作量预测方法,为优化护理人力资源配置提供研究支持。

1 资料与方法

1.1 资料来源 选取 2020 年 7 月—2021 年 6 月武汉市某三级甲等综合医院共计 149 个住院部护理单元构建护理人力资源预测模型;选取 2021 年 7 月—2021 年 12 月共计 10 个住院部护理单元对预测模型进行验证。通过医嘱系统、统计科、收费系统等数据平台收集护理工作量及相关指标的数据。纳入标准:①住院部有病床的护理单元;②数据完整的护理单元。排除标准:①

混合护理单元;②调查期间有资源调整的护理单元。本研究回顾性收集既往病例资料,在数据采集、分析和论文撰写等过程中均注意保护病人隐私,已通过伦理审查(审查号:TJ-IRB20211239)。

1.2 研究方法

1.2.1 护理工作量预测指标 本研究基于人因工程理论的人-机-环境角度,以“工作量/工作负荷”“护理”“workload”“nursing/nursing care”等为关键词,检索 PubMed、Web of Science、EBSCO、中国知网(CNKI)和万方等数据库中护理工作量影响因素有关的文献,同时以滚雪球的形式进行文献补充,检索时间限定为建库时间至 2021 年 6 月 30 日。根据文献检索结果,向 5 名临床专家发送纸质问卷或电子邮件,请其对每项指标进行审阅评定,每轮咨询结束后研究小组开展小组讨论会,根据专家的反馈意见,对指标进行增减、修改。经过多轮咨询后,最终从病人维度、科室工作维度、环境维度共纳入 7 个护理工作量预测指标,指标内涵及计算方法见表 1。

表 1 相关指标内涵及计算方法

项目	指标	指标内涵	计算方法
病人维度(人)	护理分级	反映病人护理难度	该护理单元护理分级 Ridit 值
	危重病人情况	反映病人的病情危重程度	该护理单元危重病人 Ridit 值
	病例组合指数	反映该护理单元治疗病例的平均技术难度水平	该护理单元病例组合指数 = $\Sigma(\text{某 DRG 分组权重} \times \text{该 DRG 病例数}) / \Sigma \text{该护理单元病例数}$
科室工作维度(机)	床位周转率	反映科室的工作效率及卫生资源利用情况	(该护理单元出院人数 + 转往他科人数) / 该护理单元平均开放病床数
	床位使用率	反映科室所有开放病床在一定时期内的使用情况	该护理单元实际占用总床日数 / 实际开发总床日数
	平均住院日	指一定时期内每个出院病人平均住院时间	该护理单元出院病人占用总床日数 / 同期出院人数
环境维度(环境)	职业风险	护士从事护理服务职业具有一定发生频率并由护士承受的危险	各护理单元职业风险评估均值

注:DRG 为疾病诊断相关分组。

表 1 中,护理分级和危重病人情况为等级资料,故采用 Ridit 分析法进行处理。该方法是一种非参数检验方法,将等级资料转换成连续型的定量资料,可以直接通过各组平均 Ridit 值的大小初步认识各组等级的优劣^[8]。以重症监护室(ICU)一病区为例,通过医嘱系统调取 ICU 一病区 2020 年 7 月—2021 年 12 月“特级护理”“Ⅰ级护理”“Ⅱ级护理”“Ⅲ级护理”的床日数,并根据全院总床日数计算各级护理的系数 R_{pj}值^[8];ICU 一病区护理分级 Ridit 值 = (三级护理 R_{pj} × 三级护理床日数 + 二级护理 R_{pj} × 二级护理床日数 + 一级护理

R_{pj} × 一级护理床日数 + 特级护理 R_{pj} × 特级护理床日数) / ICU 一病区总床日数。通过医嘱系统调取 ICU 一病区 2020 年 7 月—2021 年 12 月“告病危”“告病重”的床日数,并根据全院总床日数计算各类危重情况的系数 R_{pj}值^[8]。ICU 一病区危重病人 Ridit 值 = (普通病人 R_{pj} × 普通病人总日数 + 病重病人 R_{pj} × 病重病人总日数 + 病危病人 R_{pj} × 病危病人总日数) / ICU 一病区总日数。

DRGs 是一个病例分类的体系,将临床过程相近和(或)资源消耗相当的病例分入若干诊断组中,病例

组合指数(case-mix index, CMI)作为DRGs中的医疗服务能力指标,反映了一个服务提供单位收治病例的总体特征^[9],能够有效评估护理单元收治病例难度及资源消耗水平。本研究中各护理单元的病例组合指数由医务处每年上报,床位周转率、床位使用率和平均住院日数据通过统计科进行调取。

各护理单元职业风险评分采用问卷调查法,使用李红等^[10]2008年构建的护理职业风险评价工具进行评估,采用的条目涵盖护理工作中事故性危害、物理性危害、化学性危害、工作环境危害及生物性危害。参与评估的专家包括各科室的护士长、总护士长和护理部主任,评估对象为我院64个专科,其中将ICU等重症护理单元与其他专科并列评估。按照交叉评审原则将专家平均分为两组,以避免评审专家评价自己所在的科室,同时保证内、外、妇、儿等14个大科评审专家能够平均分配,拟定评审专家分组后通过系统发送护理职业风险评估问卷。

1.2.2 护理工作量测量方法 护理工作量的测量方式多种多样,但目前尚未形成统一的测量方法和标准。本研究采用负荷权重法来对护理工作量进行测量,负荷权重法又可称为赋分法,是在综合考虑操作项目的时间、技术难度、风险度等因素的基础上,通过专家会议法或德尔菲法对操作项目赋值,继而将工作量加权

量化的方法^[11],所得工作量称为护理加权工作量。与我国目前最为常用的工时测量相比,不将护理工作仅仅视作操作时长的累积,而是同时考虑到了护理操作中存在的难度、负荷和风险,能够更为公平、合理地衡量护士工作的劳动价值。

1.2.2.1 构建护理操作技术项目表 通过医院计算机中心协助从医嘱系统内调取2019年1月—12月各护理单元开具的所有医嘱及其累计频次,由课题组成员进行初筛,提取护理相关医嘱。由各专科进行补充或删除,并剔除年度累计频次小于10次的护理相关医嘱,最终形成护理操作技术项目表,共包含141项护理操作技术,其中基础护理操作技术54项、抢救相关护理技术5项、治疗护理技术20项、专科护理技术62项。

1.2.2.2 确定护理操作技术权重 采用专家咨询法确定护理操作技术的权重。通过电子邮件形式发出问卷,请专家进行填写,共进行两轮专家咨询。专家根据操作所需时长(指护士在进行护理操作时,从准备用物到完成终末处置所需的时间)和操作难度(包括操作技术复杂程度、对操作者要求、操作风险,各维度详细说明见表2),分别对护理操作技术所需时长和技术难度按1~7级评分法进行评分,分数越高表示时长越长、难度越大。

表2 护理操作技术难度评价维度说明

维度	说明
操作技术复杂程度	1 操作步骤:某操作前、中、后涉及步骤的繁琐程度,即步骤的多少 2 操作易学性:学习某操作(从不会到会、从不熟练到熟练)需要投入的时间、精力等 3 操作器具:操作时所使用设备、仪器、工具等的复杂程度 4 技术要求:操作环境的要求(无菌或清洁)
操作者要求	1 知识:执行某操作需要具备的基础知识及专科知识 2 能力:执行某操作需要具备的观察力及应变能力
操作风险	1 病人风险:操作过程中与操作后,病人发生不良反应或意外伤害的概率及其严重程度 2 操作者风险:操作本身对操作者造成潜在危害的大小

专家纳入标准:①专科以上学历,高级及以上职称;②10年及以上三级医院临床护理或临床管理经验;③自愿参加本研究,调查前对本研究领域有一定的了解,能提供具有参考价值的意见,并能够持续参加本研究直至专家函询结束。共选取具有丰富临床工作经

验和护理人力资源管理经验的专家30名,涵盖人力资源管理及内科、外科、妇产科、儿科急危重症等专科领域。经过两轮专家函询后,最终确定141项护理操作技术项目权重(见表3),护理操作技术权重=所需时长×技术难度。

表 3 护理操作技术项目权重表

护理操作类别	护理操作项目	所需时长(分)	技术难度(分)	技术权重
基础护理操作技术	1 评估技术	5.60	2.83	15.82
	2 观察测量技术	4.37	2.67	11.66
	3 功能锻炼	6.40	3.97	25.37
	4 仪器检验与治疗配合技术	4.62	3.35	15.46
	5 心电监测技术	3.63	2.16	7.83
	6 有创血流动力学监测技术	5.39	4.69	25.26
	7 保护性约束技术	3.79	2.15	8.14
	8 备皮	2.55	1.40	3.57
	9 压力性损伤的预防及护理技术	4.59	2.70	12.36
	10 特大换药	5.50	3.52	19.39
	11 大换药	4.51	2.77	12.50
	12 中换药	3.43	2.25	7.72
	13 小换药	2.46	1.47	3.63
	14 疱液抽取术	3.01	2.04	6.15
	15 皮肤溃疡清创	5.78	4.81	27.79
	16 配合大拆线	3.46	1.95	6.75
	17 配合中拆线	2.65	1.61	4.28
	18 配合小拆线	1.98	1.20	2.36
	19 冷热疗技术	3.34	1.75	5.85
	20 口腔护理技术	3.69	2.31	8.51
	21 鼻饲管置管	4.98	2.97	14.76
	22 留置鼻肠管	6.28	5.28	33.12
	23 鼻饲管注食/注药	3.95	2.03	8.03
	24 肠内营养技术(滴注法)	4.03	2.05	8.24
	25 肛管排气技术	3.70	1.87	6.91
	26 扩肛技术	4.25	2.62	11.14
	27 肛周护理	3.54	2.12	7.49
	28 灌肠技术	4.47	2.68	11.99
	29 留置导尿技术	4.85	3.06	14.84
	30 手指血糖测量技术	2.58	1.66	4.29
	31 静脉血标本采集技术	3.36	2.02	6.78
	32 动脉血标本采集技术	4.93	3.18	15.71
	33 痰标本采集技术	3.29	1.80	5.91
	34 尿常规标本采集技术	1.86	1.19	2.21
	35 尿培养标本采集技术	2.74	1.86	5.08
	36 24 h 尿标本采集技术	3.52	1.82	6.41
	37 血培养标本采集技术	3.91	2.57	10.05
	38 咽拭子标本采集技术	2.72	1.80	4.88
	39 引流管冲洗	3.39	2.28	7.73
	40 负压吸引/负压引流	3.47	2.39	8.27
	41 胸腔闭式引流护理技术	4.57	3.41	15.56
	42 更换引流装置	2.89	1.85	5.35
	43 膀胱冲洗技术	3.31	1.95	6.45
	44 消毒隔离技术	4.46	2.13	9.48
	45 尸体料理	5.59	3.12	17.43
	46 叩击震颤排痰技术	5.13	2.95	15.14
	47 经鼻/口腔吸痰技术	5.02	2.91	14.63
	48 中心供氧氧气吸入技术	3.28	1.99	6.53

(续表)

护理操作类别	护理操作项目	所需时长(分)	技术难度(分)	技术权重
抢救相关护理技术	49 雾化吸入技术	3.42	1.68	5.73
	50 气管切开护理技术	5.49	3.36	18.44
	51 呼吸机辅助呼吸	6.50	4.14	26.93
	52 更换呼吸机管路	4.45	2.93	13.05
	53 有创机械通气雾化吸入	4.55	2.97	13.51
	54 气管插管护理技术	4.85	4.11	19.92
	1 心肺复苏基础生命支持技术	6.79	5.47	37.14
	2 除颤(非同步电复律)技术	6.41	4.74	30.38
	3 大抢救	7.00	7.00	49.00
	4 中抢救	6.43	6.21	39.94
治疗护理技术	5 小抢救	5.51	5.20	28.67
	1 口服给药技术	2.99	1.28	3.82
	2 肌肉注射技术	2.97	1.83	5.45
	3 皮内注射技术	2.85	1.77	5.05
	4 皮下注射技术	2.86	1.81	5.19
	5 静脉注射技术	4.08	2.18	8.92
	6 动脉注射技术	5.34	3.87	20.65
	7 注射泵/输液泵/微量泵使用	4.19	2.67	11.20
	8 动脉穿刺置管技术	5.68	4.72	26.83
	9 留置留置针	4.63	3.10	14.35
专科护理技术	10 留置针封管	2.33	1.44	3.35
	11 PICC 置管	6.72	6.08	40.81
	12 PICC/中心静脉导管维护技术	6.00	4.23	25.40
	13 PICC 拔管	4.06	2.77	11.24
	14 密闭式静脉输血技术	5.46	3.08	16.79
	15 密闭式静脉输液技术	4.46	2.39	10.65
	16 拔胃管/尿管	2.80	1.73	4.85
	17 化疗药物配制	3.96	2.59	10.24
	18 直肠给药技术	2.20	1.58	3.47
	19 静脉推注给药技术	2.86	1.85	5.29
	20 普通静脉药物配制	2.32	1.38	3.19
	1 艾灸(艾条灸)护理技术	4.47	2.66	11.90
	2 拔火罐护理技术	4.84	2.81	13.61
	3 耳穴压豆护理技术	4.31	2.68	11.54
	4 刮痧护理技术	4.92	2.85	14.03
	5 穴位按压护理技术	4.77	2.73	13.00
	6 针刺护理技术	4.78	2.89	13.79
	7 中药外用技术	4.17	2.36	9.82
	8 产前检查	4.34	2.55	11.09
	9 产程观察	6.76	5.72	38.69
	10 多普勒听诊胎心护理技术	3.52	2.35	8.26
	11 宫颈内口探查术	4.56	3.44	15.71
	12 顺产接生	6.98	6.71	46.83
	13 死胎接生	6.75	5.76	38.86
	14 乳腺疏通	5.61	3.69	20.73
	15 会阴擦洗/冲洗技术	3.95	1.93	7.64
	16 阴道擦洗/冲洗护理技术	3.87	2.18	8.44
	17 阴道或宫颈上药护理技术	3.82	2.58	9.84

(续表)

护理操作类别	护理操作项目	所需时长(分)	技术难度(分)	技术权重
	18 新生儿特殊护理技术	5.29	3.75	19.81
	19 滴眼药水护理技术	2.36	1.35	3.19
	20 睑板腺按摩	2.86	1.67	4.79
	21 结膜囊冲洗护理技术	3.48	2.05	7.13
	22 泪道冲洗护理技术	3.50	2.11	7.38
	12 拔除倒睫护理技术	3.82	2.00	7.65
	24 外耳道冲洗护理技术	3.77	2.12	8.00
	25 咽鼓管导管吹张护理技术	3.93	2.44	9.60
	26 鼻腔冲洗护理技术	3.88	2.12	8.25
	27 龈上洁治护理技术	4.51	2.19	9.86
	28 斑贴试验	3.93	1.89	7.42
	29 脱敏治疗	4.29	2.20	9.44
	30 俯卧位通气护理技术	6.18	5.09	31.49
	31 洗胃护理技术	6.14	4.81	29.53
	32 经皮主动脉球囊反搏术护理	6.02	5.09	30.62
	33 膀胱残余尿测定护理技术	4.56	3.17	14.46
	34 膀胱灌注	4.68	3.15	14.73
	35 腹膜透析技术	6.22	4.90	30.52
	36 腹膜透析换液	4.96	3.09	15.34
	37 血液净化技术	6.70	5.98	40.09
	38 关节腔冲洗	5.24	4.04	21.20
	39 一氧化氮吸入治疗护理技术	4.53	3.07	13.88
	40 运动心肺功能检查	5.22	2.98	15.56
	41 外擦药物技术	3.31	1.17	3.87
	42 门诊有创护理技术	5.17	3.63	18.78
	43 配合门诊手术	5.11	2.95	15.06
	44 配合医生床旁手术	4.73	2.89	13.67
	45 配合一般检查	4.26	1.98	8.43
	46 人工肝治疗	6.51	5.82	37.91
	47 术中自体血回输	6.37	5.31	33.79
	48 牵引护理	4.93	2.96	14.61
	49 造瘘护理	5.24	2.96	15.50
	50 水疗	4.85	2.08	10.10
	51 冲动行为干预治疗	6.32	4.20	26.53
	52 功能不良导管处理	5.37	4.08	21.92
	53 ECMO 技术	6.86	6.51	44.70
	54 体位引流技术	5.50	3.58	19.70
	55 呼吸训练	4.79	2.71	12.99
	56 高流量呼吸湿化治疗	3.94	2.51	9.87
	57 入院护理	5.19	2.52	13.07
	58 出院护理	4.73	2.30	10.86
	59 转科	4.69	2.23	10.48
	60 电话随访/咨询	1.77	1.25	2.21
	61 护理文书	3.20	1.99	6.35
	62 交接班	3.12	2.21	6.90

注:PICC 为经外周静脉置入中心静脉导管;ECMO 为体外膜肺氧合。

1.2.2.3 提取护理操作执行频次 从医嘱系统中调取2020年7月—2021年6月各护理单元(以执行科室为准)所有护理相关医嘱及其开立/执行频次,通过医嘱频次 \times 对应操作权重之和计算各护理单元总体工作量。以ICU一病区部分医嘱数据为例,血氧饱和度监测、记出入液量、观察意识、瞳孔、腹内压监测等属于观察测量技术;血气分析检查、肢体气压治疗等属于仪器检验与治疗配合技术;中心静脉穿刺置管术、心包穿刺术、气管切开术等属于配合医生床旁手术。ICU一病区护理工作量 $=\sum$ 护理相关医嘱对应操作技术权重 \times 该医嘱开立/执行频次。

1.2.3 统计学方法 使用Excel和SPSS 26.0进行数据录入及统计分析。定量资料不服从正态分布,采用中位数及四分位数 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 描述。采用Spearman相关分析研究预测指标与护理加权工作量之间的相关性,采用线性逐步回归构建护理工作量的回归方程,进而建立护理工作量预测模型,采用决定系数(R^2)表示进入回归方程的所有自变量共同解释因变量总变异的比例,当 $P<0.05$ 时回归方程成立。

2 结果

2.1 护理加权工作量测量结果 本研究纳入的149个护理单元总护理工作量为175 319 733.349,中位护理工作量为911 613.547。其中,ICU一病区护理工作量最高,为5 266 013.901,核医学病区护理工作量最低,为79 481.227。工作量排名前5位的护理单元工作量见表4。

表4 工作量排名前5位的护理单元(M)

排序	护理单元名称	工作量
1	ICU一病区	5 266 013.901
2	神经外科三病区	4 771 561.292
3	ICU二病区	4 516 774.835
4	心脏大血管外科二病区	4 502 911.416
5	消化系统肿瘤病区	3 689 458.105

2.2 相关预测指标结果(见表5)

表7 各护理单元加权工作量的逐步回归分析

指标	回归系数	标准误	标准化回归系数	t值	P
常量	-2 028 065.592	259 505.338		-7.815	<0.001
床位使用率	522 787.791	79 562.793	0.389	6.571	<0.001
护理分级Ridit值	2 130 102.936	339 521.659	0.435	6.274	<0.001
职业风险	20 274.444	4 207.690	0.331	4.818	<0.001
CMI	194 676.133	50 000.300	0.262	3.893	<0.001
平均住院日	-37 701.479	13 726.809	-0.175	-2.747	0.007

表5 全院护理单元相关预测指标结果($n=149$)

指标	预测指标 $[M(P_{25}, P_{75})]$	最小值	最大值
CMI	1.242(1.058, 1.828)	0.508	8.629
护理分级Ridit值	0.478(0.406, 0.679)	0.226	0.973
床位周转率	0.409(0.313, 0.560)	0.087	0.906
床位使用率	1.080(0.921, 1.270)	0.206	5.265
平均住院日	9.331(7.152, 12.257)	3.965	29.270
危重病人情况Ridit值	0.433(0.398, 0.656)	0.392	0.977
职业风险	72.217(62.225, 78.799)	41.625	114.220

2.3 护理工作量与预测指标的相关性 采用Spearman相关分析法对各护理单元加权工作量与CMI、护理分级Ridit值、床位周转率、床位使用率、平均住院日、危重病人情况Ridit值、职业风险的相关性进行统计分析,结果见表6。

表6 护理工作量与预测指标相关性分析($n=149$)

指标	r值	P
CMI	0.315	<0.001
护理分级Ridit值	0.279	0.001
床位周转率	-0.292	<0.001
床位使用率	0.384	<0.001
平均住院日	-0.352	<0.001
危重病人情况Ridit值	0.323	<0.001
职业风险	0.645	<0.001

2.4 护理工作量预测指标的逐步回归分析 以各护理单元加权工作量为因变量,以CMI、护理分级Ridit值、床位周转率、床位使用率、平均住院日和危重病人情况Ridit值等因素作为自变量进行逐步回归分析(进入标准 $\alpha=0.05$,剔除标准 $\alpha=0.10$)。结果显示,床位使用率、护理分级Ridit值、职业风险、CMI和平均住院日进入回归方程,各护理单元加权工作量 $=-2 028 065.592+522 787.791 \times$ 床位使用率 $+2 130 102.936 \times$ 护理分级Ridit值 $+20 274.444 \times$ 职业风险评分 $+194 676.133 \times$ CMI $-37 701.479 \times$ 平均住院日,共同解释了护理工作量总变异的64.3%。各指标方差膨胀因子(VIF)值均小于5,自变量之间不存在多重共线性。见表7。

2.5 护理工作量预测模型的检验及应用 为了检验回归方程的预测能力,将 10 个随机护理单元 2021 年 7 月—2021 年 12 月的护理加权工作量真实数据与预测

数据作比较,以此判断模型预测的准确性和有效性,检验结果见表 8。

表 8 预测模型检验结果与实际结果比较

护理单元	实际工作量	预测工作量	绝对误差	相对误差(%)
护理单元 I	863 282.038	908 006.752	44 724.714	5.18
护理单元 II	752 720.505	709 284.846	43 435.659	5.77
护理单元 III	539 744.678	572 818.751	33 074.073	6.13
护理单元 IV	286 668.935	268 640.977	18 027.958	6.29
护理单元 V	633 161.487	679 085.406	45 923.919	7.25
护理单元 VI	533 413.705	587 744.483	54 330.778	10.19
护理单元 VII	612 794.904	541 215.485	71 579.418	11.68
护理单元 VIII	435 155.668	490 462.199	55 306.531	12.71
护理单元 IX	421 051.609	365 531.617	55 519.992	13.19
护理单元 X	468 430.347	390 996.323	77 434.025	16.53

为将护理加权工作量转换为各护理单元实际护士配备人数,进而对科室护理人员进行适当增减调整,本研究参考李平等^[12]的研究,提出以下护理人力资源预测模型:某护理单元应配备护士人数=各护理单元护士总人数×(-2 028 065.592+522 787.791×床位使用率+2 130 102.936×护理分级 Ridit 值+20 274.444×职业风险+194 676.133×CMI-37 701.479×平均住院日)/总加权护理工作量,选取部分护理单元按加权工作量进行人员调配情况见表 9。

表 9 部分护理单元按加权工作量人员调配情况

护理单元	加权工作量	实际配备 护士(人)	应配备 护士(人)	需增减 人数(人)
A	1 832 253.450	20	28	8
B	1 739 117.387	24	27	3
C	1 051 153.488	16	16	0
D	769 845.956	15	12	-3
E	524 102.556	14	8	-6

3 讨论

3.1 基于人因工程理论的护理人力资源预测模型的研究意义 护理人力资源是医疗卫生服务人力资源系统的重要组成部分,目前我国护士人力资源总量不足的问题依然突出,每千人口护士数仍远低于发达国家^[13]。与此同时,我国多数机构还是主要依据床护比配置护理人力资源^[14],忽略了病人病情的严重程度和护理需求等方面的差异,缺乏科学的护理人力资源配置标准与方法,容易导致护理人力资源的短缺或浪费。研究如何在护理人力资源短缺的背景下,依据实际的工作量对护理人力资源进行合理配置十分必要。

有研究认为护理管理者可借鉴人因工程学的理论,充分体现“以人为本”的人性化管理思想,在尽可能保证系统中护理人员安全、舒适的前提下,综合考虑“人-机-环境”体系总体性能的优化,着眼提高护理人员的工作效率^[15]。运用人因工程理论,建立包括科室、工作、病人、环境维度的整体体系,更为系统、全面、客观地测量护理工作量,不仅能提高护理工作效率及病人安全,还能减轻护理人员工作负荷和疲劳倦怠感,为病人提供更安全、高效、优质的医疗护理服务^[7]。因此,本研究基于人因工程理论,充分考虑护士这一角色在“人-机-环境”体系中所承担的负荷,从病人维度、科室工作维度、环境维度对护理工作量进行预测,以指导护理人力资源动态调配。

3.2 相关预测指标分析

3.2.1 病人维度 病人层面护理工作量根据病人病情严重程度及自理能力进行测量,能较客观地反映护理人员直接工作负荷^[7]。我国现行护理分级标准以病情和自理能力为依据^[16],当护理单元的护理级别越高,其收治病人的自理能力水平越低,病人日常生活照护的护理需求则越多,该护理单元护理人员所需承担的护理工作相对而言也就越繁重。结果显示,护理分级是影响护理单元工作量的一个重要因素。江会等^[17]研究结果提示,病人的生活自理能力能在一定程度上反映临床护理工作量,但并不是影响护理工作量的唯一因素,除生活照顾外,同样应该综合考虑病人疾病护理、治疗等多方面因素对护理工作量的影响。

护理工作量的高低由病人护理需求决定。一项系统综述表明,病人护理需求的影响因素包括年龄、性

别、医疗和护理诊断、疾病严重程度、病人敏锐度、合并症和并发症等特征^[18],而这些特征正是DRGs分组时重点考虑的因素。DRGs作为众多病例组合系统中的一种,其功能是根据医疗资源消耗对不同病例进行归类。CMI作为DRGs中的核心指标,反映了一个服务提供单位收治病例的总体特征^[8],能够有效评估护理单元收治病例难度及医疗资源消耗水平。相关性及逐步回归分析结果均显示,CMI和护理工作量呈正相关关系,这与Han等^[19-20]的研究结果一致。本研究结果表明,ICU、心脏大血管外科、神经外科等CMI较高的护理单元,其护理工作量明显高于其他单元。其原因在于CMI越高的护理单元,收治病人的疾病严重程度越高,所需护理操作越复杂,如在ICU中,大抢救、ECMO技术、心肺复苏基本生命治疗技术等技术权重高的护理操作执行频率更高,从而使护理工作量增加。以往研究均认为病种对护理工作量有影响,但是没有找到合适的代表病种的指标^[21]。CMI能够客观评价科室整体病种的复杂程度,可作为代表病种的指标在一定程度上对护理工作量进行预测。DRGs改革为护理管理提供了新的思路,医院可结合CMI对护理工作量进行预测,从而科学、合理地配置科室护理人力资源。

3.2.2 科室工作维度 科室工作维度从科室宏观层面评价护理服务活动中产生的工作量,可用于比较不同科室护理人员工作负荷^[7],各科室工作内容不同,工作负荷各异。研究结果显示,平均住院日与护理工作量呈负相关。目前,平均住院日对工作量的影响还存在一定争议,结合本研究结果,平均住院日较短的护理单元出入院护理等操作执行相对更为频繁,护士的工作量相对更高。病人入院当日,护士需对病人进行入院护理,同时还需完成书写护理文书、测量生命体征、采集标本等系列工作,当病人出院时,也需进行医嘱处理、费用核算、出院宣教等工作。此类工作内容繁琐,耗时较长,容易被管理者忽视^[22]。国外有研究表明,病人住院天数每降低0.485 d将增加1 h的护理小时数,即增加了护理工作量^[23]。在进行人力资源分配时,若为提高医疗资源利用效率而缩短病人平均住院日,可能会导致护理工作量相对增加,值得护理管理者进一步关注研究。床位使用率同样是反映科室的卫生资源利用情况的指标,床位使用率高,护理单元对其人力资源利用则更充分,相应就需要承担更高的护理工作量。

3.2.3 环境维度 环境维度体现的是护理环境、资源配置等因素在护士从事护理服务活动时所产生的工作负荷。护士职业风险包括事故性、物理性、化学性、人

体工效学、心理社会组织因素和生物性风险^[9]。研究结果同样显示,职业风险评分与护理工作量呈正相关。护理单元的职业风险评分越高,越经常进行风险大的护理操作,而操作风险大的操作在专家咨询中会被赋予更高的权重,如化疗药物配制相对普通药物的配制操作权重更高,需经常进行化疗药物配制的肿瘤护理单元工作量也会相较普通护理单元更高。

3.3 护理人力资源预测模型的预测效果分析 本研究通过逐步回归得到的护理工作量预测模型拟合程度相对较高,床位使用率、病人护理分级、职业风险、CMI对护理工作量有正向预测作用,平均住院日对护理工作量有负向预测作用,与临床实际情况一致。在回归分析中,因变量为各护理单元整年的加权工作量,数值较大,而自变量数值均较小,变量量纲的大小差异导致此次的偏回归系数较大。从回归模型检验结果比较来看,模型预测结果与真实数据的相对误差在5.18%~16.53%之间波动,说明模型预测准确性较高,拟合程度较好。将部分护理单元按加权工作量进行人员调配后,部分护理单元实际配备护士人数与应配备护士人数存在一定差距,可根据实际情况对护士数量进行增减,以满足日常工作的要求。

此次构建的护理人力资源预测模型,从人、机、环境角度充分考虑了护士这一角色在护理服务活动中所承担的负荷,涵盖了病人、科室工作及环境因素。在测量护理单元工作量时,所采用的负荷权重法同时考虑到了护理操作中的时长、难度和风险,能够更为公平、合理地衡量护士工作的劳动价值。与此同时,本研究在测量护理工作量时,将医院信息系统(HIS)与负荷权重法相结合,数据可全部从系统中获取,不仅快速、便捷、客观、准确,还可以根据需求提取不同时间段、不同护理单元的护理项目^[24]。本模型根据护理加权工作量,通过数理公式和医院信息系统对护士人力资源进行预测,利于动态人力资源调配,具有较强的实用性和推广性。

3.4 本研究的局限性 本研究对护理工作量的测量存在一定不足,虽然在此次构建的护理操作项目表中,除基础护理技术外,还包含了转科、护理文书、交接班、电话咨询/随访等间接护理项目,但仍有部分间接护理项目和非护理相关性活动,如临床带教、病房管理、参与员工会议等工作内容,难以通过医嘱系统来获取执行次数进行测量。同时,各项护理操作权重的制订依据专家的临床管理经验,可能存在一定主观性,今后可结合医院信息系统与大数据来对护理工作量进行更准

确的预测。

4 小结

我国目前护理人力资源状况并不乐观^[25],如何以更低的人力资源成本完成相同甚至更高质量的护理工作,最大限度合理利用人力资源是亟待解决的挑战。本研究通过对医院信息化管理系统数据的提取,利用回归分析的建模方法,初步构建了基于人因工程理论的护理单元工作量的预测模型,可为医院科学配置护理人力资源提供参考依据。

参考文献:

- [1] MCHUGH M D, AIKEN L H, SLOANE D M, *et al.* Effects of nurse-to-patient ratio legislation on nurse staffing and patient mortality, readmissions, and length of stay: a prospective study in a panel of hospitals[J]. *The Lancet*, 2021, 397(10288):1905-1913.
- [2] 冯娅婷, 陈长英. 河南省三级甲等医院 ICU 护理人力资源配置对护理质量和患者结局的影响[J]. *中华护理杂志*, 2021, 56(4): 490-495.
FENG Y T, CHEN C Y. The effects of ICU nursing human resources in tertiary hospitals in Henan on the quality of nursing and patient outcomes[J]. *Chinese Journal of Nursing*, 2021, 56(4): 490-495.
- [3] 郑玲, 乐虹. DRG 改革下护理管理策略探讨[J]. *卫生软科学*, 2021, 35(6):10-13.
ZHENG L, YUE H. Discussion on nursing management strategy under the DRG reform [J]. *Soft Science of Health*, 2021, 35(6): 10-13.
- [4] 孙林岩. 人因工程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008:1.
SUN L. Human factor engineering [M]. Beijing: Higher Education Press, 2008:1.
- [5] AL-KANDARI F, THOMAS D. Factors contributing to nursing task incompletion as perceived by nurses working in Kuwait general hospitals[J]. *Journal of Clinical Nursing*, 2009, 18(24):3430-3440.
- [6] 周佳仪, 顾淑芳. 国内基于医院信息系统护理工作量化管理研究进展[J]. *天津护理*, 2019, 27(2):245-247.
ZHOU J Y, GU S F. Research progress on nursing quantification management based on hospital information system in China [J]. *Tianjin Journal of Nursing*, 2019, 27(2): 245-247.
- [7] 钟琴, 朱静, 王迪, 等. 基于人因工程理论的护理工作负荷测量方法研究进展[J]. *护理学杂志*, 2018, 33(11):107-110.
ZHONG Q, ZHU J, WANG D, *et al.* A literature review of nursing workload measurement based on human factors framework [J]. *Journal of Nursing Science*, 2018, 33(11): 107-110.
- [8] 罗明奎, 蔡昌启, 雷玉洁, 等. 等级资料 Ridit 分析及正确使用[J]. *中国卫生统计*, 2003, 20(4):252-254.
LUO M K, CAI C Q, LEI Y J, *et al.* Ridit analysis and correct use of grade data [J]. *Chinese Journal of Health Statistics*, 2003, 20(4): 252-254.
- [9] 邓小虹. 北京 DRGs 系统的研究与应用[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2015:1.
DENG X H. Research and application of DRGs system in Beijing [M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2015:1.
- [10] 李红, 宋亦男, 王小芳. 护理职业风险评估工具的研制与评价[J]. *中华护理杂志*, 2008, 43(7):651-654.
LI H, SONG Y N, WANG X F. Establishment and evaluation of nursing occupational risk assessment tool [J]. *Chinese Journal of Nursing*, 2008, 43(7): 651-654.
- [11] 徐玮, 柏亚妹, 王丹丹, 等. 护理工作量化测量方法研究进展[J]. *护理研究*, 2017, 31(24):2956-2959.
XU W, BAI Y M, WANG D D, *et al.* Research progress on measurement methods of nursing workload [J]. *Chinese Nursing Research*, 2017, 31(24): 2956-2959.
- [12] 李平, 田晓丽, 王仙园, 等. 以工作量为基础配备护理人力的研究[J]. *护理学报*, 2006, 13(1):78-79.
LI P, TIAN X L, WANG X Y, *et al.* Study of nursing human resource management based on workload [J]. *Journal of Nursing (China)*, 2006, 13(1): 78-79.
- [13] DRENNAN V M, ROSS F. Global nurse shortages: the facts, the impact and action for change[J]. *British Medical Bulletin*, 2019, 130(1):25-37.
- [14] 张薛晴, 翁艳翎, 宋玉磊, 等. 我国护理人力资源结构配置研究进展[J]. *中国医院管理*, 2020, 40(8):88-90.
ZHANG X Q, WENG Y L, SONG Y L, *et al.* Research progress on the structure allocation of nursing human resources in China [J]. *Chinese Hospital Management*, 2020, 40(8): 88-90.
- [15] 曾惠贞, 骆书秀. 人因工程学在临床医学中的应用现状[J]. *中国医疗设备*, 2014, 29(7):67-69.
ZENG H Z, LUO S X. Application status of human factors engineering in clinical medicine [J]. *China Medical Devices*, 2014, 29(7): 67-69.
- [16] 中华人民共和国卫生行业标准[EB/OL]. [2022-05-25]. http://www.jhszy.com/xxgk/zcfg/202006/t20200601_4633028_2.html.
Health Industry Standard of the People's Republic of China [EB/OL]. [2022-05-25]. http://www.jhszy.com/xxgk/zcfg/202006/t20200601_4633028_2.html.
- [17] 江会, 陆海燕, 顾艳, 等. Barthel 自理能力评分与护理工作量的相关性研究[J]. *护理研究*, 2014, 28(34):4238-4240.
JIANG H, LU H Y, GU Y, *et al.* Study on correlation between Barthel self-care ability score and nursing workload [J]. *Chinese Nursing Research*, 2014, 28(34): 4238-4240.
- [18] VAN OOSTVEEN C J, UBBINK D T, HUIS IN HET VELD J G, *et al.* Factors and models associated with the amount of hospital care services as demanded by hospitalized patients: a systematic review[J]. *PLoS One*, 2014, 9(5):e98102.
- [19] HAN B R, CHEN X, LI Q P. Application of case mix index in the allocation of nursing human resources[J]. *Journal of Nursing Management*, 2018, 26(6):647-652.
- [20] KALISCH B J, FRIESE C R, CHOI S H, *et al.* Hospital nurse staffing: choice of measure matters[J]. *Medical Care*, 2011, 49(8): 775-779.
- [21] 梅爱英, 余自娟, 陈曦, 等. 疾病诊断相关分组在护理人力资源配置中的研究现状[J]. *中华现代护理杂志*, 2020, 26(36):5121-5125.
MEI A Y, YU Z J, CHEN X, *et al.* Research status of disease diagnosis related groups in the allocation of nursing human resources [J]. *Chinese Journal of Modern Nursing*, 2020, 26(36): 5121-5125.
- [22] 张薛晴. 基于纵向数据的护理工作量预测研究——以消化内科为例[D]. 南京: 南京中医药大学, 2021.
ZHANG X Q. Prediction of nursing workload based on longitudinal data: take gastroenterology as an example [D]. Nanjing: Nanjing University of Chinese Medicine, 2021.
- [23] PITKÄÄHO T, PARTANEN P, MIETTINEN M H, *et al.* The relationship between nurse staffing and length of stay in acute-care: a one-year time-series data[J]. *Journal of Nursing Management*, 2016, 24(5):571-579.
- [24] 贺茜, 蒋岩, 刘晔. 基于 HIS 通用护理工作量化项目框架的构建研究[J]. *齐鲁护理杂志*, 2017, 23(21):112-114.
HE X, JIANG Y, LIU Y. Research on the construction of HIS general nursing workload measurement project framework [J]. *Journal of Qilu Nursing*, 2017, 23(21): 112-114.
- [25] 中共中央国务院. “健康中国 2030”规划纲要[EB/OL]. (2016-10-25) [2022-08-16]. http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm.
The CPC Central Committee State Council. "healthy China 2030" plan for [EB/OL]. (2016-10-25) [2022-08-16]. http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm.

(收稿日期: 2022-09-29; 修回日期: 2022-12-23)

(本文编辑 崔晓芳)