

# 基于多层感知器神经网络的住院病案内涵质量预测模型研究<sup>\*</sup>

袁筱祺 赵英英

(上海市第一人民医院医务处 上海 200080)

**[摘要]** **目的/意义** 探讨影响住院病案内涵质量的重要因素,为病案内涵质控提供预测模型,提高住院病案内涵质量。**方法/过程** 收集2022年6—11月上海市第一人民医院经质控督查的住院病案590份,单因素分析初筛影响因素,构建住院病案内涵质量的多层感知器神经网络预测模型。**结果/结论** 预测模型的AUC为0.940,95%CI为0.928~0.951,灵敏度为93.73%,特异度为78.22%。影响病案评为甲级的独立因素集中在手术安全核查表、首次主任查房分析、手术护理记录单等方面。多层感知器神经网络内涵质量预测模型的预测效能较好,能够为住院病案内涵质量管理提供理论参考。

**[关键词]** 神经网络;住院病案;内涵质量;预测模型;人工智能

**[中图分类号]** R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2023.11.007

**Study on the Connotation Quality Prediction Model of Inpatient Medical Record Based on Multi-layer Perceptron Neural Network**

YUAN Xiaoqi, ZHAO Yingying

Medical Department of Shanghai First People's Hospital, Shanghai 200080, China

**[Abstract]** **Purpose/Significance** To explore the important factors affecting the connotation quality of inpatient medical records, and to provide model prediction and improve the connotation quality of inpatient medical records. **Method/Process** A total of 590 inpatient medical records monitored by quality control in Shanghai First People's Hospital from June to November 2022 are collected. The influencing factors are initially screened by single factor analysis, and a multi-layer perceptron neural network prediction model for the connotation quality of inpatient medical records is constructed. **Result/Conclusion** The area under the curve (AUC) of the prediction model is 0.940, 95% CI is 0.928~0.951, the sensitivity is 93.73%, and the specificity is 78.22%. The top three independent factors affecting the rating of a case as grade A are concentrated in the surgical safety checklist, the analysis of the first director's ward round, and the surgical nursing record. The multi-layer perceptron neural network connotation quality prediction model has good prediction efficiency, which provides theoretical references for the connotation quality management of inpatient medical records.

**[Keywords]** neural network; inpatient medical record; connotation quality; prediction model; artificial intelligence

**[修回日期]** 2023-05-31

**[作者简介]** 袁筱祺, 硕士; 通信作者: 赵英英。

**[基金项目]** 上海申康医院发展中心医疗质量安全与医疗服务模式创新项目(项目编号:SHDC12022622);上海市第一人民医院管理创新研究项目(项目编号:YNGL-2023-21)。

# 1 引言

随着按疾病诊断相关分组/按病种分值付费 (diagnosis related groups / diagnosis - intervention packet, DRG/DIP) 试点工作的不断推动, 住院病案在国家公立医院绩效考核中的比重逐年递增。住院病案是诊疗过程中对住院患者检验检查、诊断治疗和预后转归等情况的医疗记录, 是医疗活动过程中的重要原始文件<sup>[1]</sup>。病案的内涵质量对医院的医疗、研究、绩效考核等方面有重要影响, 推动公立医院长久发展<sup>[2-3]</sup>。住院病案内涵质量是衡量医院管理水平及医师业务能力的重要标准之一。质量评价既包括病案整体的规范和格式的外在质量, 也包括内涵质量的控制。住院病案主要包含首页、出院小结、入院记录、首次病程记录、病程记录、护理文书、患者知情同意书以及各种检验检查项目结果等电子文书, 记录患者在院期间全流程的诊疗经过。内涵质量表现书写者对疾病分析、临床诊疗思维的逻辑性、诊断结论的正确性、各种检验检查项目的精准化、治疗方法的合理性以及对疾病变化记录的及时性。住院病案内涵质量主要针对除首页之外的电子病案质量进行把控, 是住院病案的核心和精华。病案书写质量与临床工作效率息息相关, 影响住院病案内涵质量的因素比较复杂。

国内外预测住院病案内涵质量的方法学研究差异较大, 相关研究评价指标具有多样化。吴春雁等<sup>[4]</sup>从中医住院病案角度切入, 探索归纳中医住院病案内涵质量缺陷, 问题主要集中在中医望闻切诊、辨病辨证依据、中医鉴别诊断、初步诊断、理法方药一致性等 8 个方面。Trout K E 等<sup>[5]</sup>利用流行病学参数分析和经济学方法评估住院病案质量, 发现潜在问题病案。Mor S M 等<sup>[6]</sup>利用住院病案记录评估食品和水传播监测系统, 再次强调住院病案内涵质量控制的重要性。

国内主要关注住院病案首页质控, 对住院病案内涵质量把控的相关研究较少。王珊等<sup>[7]</sup>研究发现住院病案首页中前 3 位缺陷为患者基本信息、诊疗信息以及三级医师质控签名, 且不同级别医院病案

缺陷分布存在差异。倪如莉等<sup>[8]</sup>从不同医院性质角度切入, 发现民营医院和公立医院住院病案首页填写缺陷差异主要体现在总体质量、住院信息和诊疗信息方面。近年来, 部分研究开始利用机器学习方法构建住院病案质量评估模型。丁欣等<sup>[9]</sup>对住院病案首页进行评估分类模型构建, 发现能够有效降低问题发生率。

本研究通过调查上海市第一人民医院经专家及科室质控员督查的住院病案等级及扣分指标情况, 探讨影响住院病案内涵质量的因素, 建立基于多层感知器神经网络 (multi - layer perception, MLP) 的住院病案内涵质量预测模型, 为公立医院住院病案内涵质量的提升提供理论依据。

## 2 资料与方法

### 2.1 资料来源

在医院病案质量监控信息系统中, 查询 2022 年 6—11 月住院终末病案, 在每月病案中随机抽取 60 ~ 110 份, 剔除逻辑不规律及数据缺失的病案, 共收集 590 份住院病案 (涉及消化科、肾内科、神经内科、心内科等内科, 骨科、普外科、胸外科、眼科、心外科等外科)。首先由科室病案质控员进行自我评价和修改。同时组建医院专家组对住院病案分级评分。扣分指标涉及出院小结、入院记录、基本情况、三级查房、术前讨论等。

### 2.2 研究方法

2.2.1 住院病案内涵质量评级 按照《住院病历质控评分标准》评级, 主要质控评分项目包括入院记录、病程记录、出院 (死亡) 记录、辅助检查、告知委托书、知情同意书、医嘱、病历书写要求 8 部分。终末病史的总分为 100 分, 依据院内住院病案质量评定标准, 将 75 分及以下归为丙级病史, 75 ~ 90 分归为乙级病史, 90 分以上归为甲级病史, 等级越高则住院病案内涵质量越高, 汇总抽取病案及其评级信息形成住院病案数据库。

2.2.2 主要参数指标确定 按照 7:3 的比例, 采用随机数字法分组, 将整体数据库随机分为训练集

样本和测试集样本。训练集样本用于构建多层感知器神经网络模型，测试集样本用于检测构建的模型效果。自学习多层感知器神经网络模型的训练集样本为有效数据样本 590 份中的 401 份 (68.0%)，检验集样本为 189 份 (32.0%)。模型结构主要包括 1 个输入层、1 个隐藏层和 1 个输出层<sup>[10]</sup>。本研究因变量是分类变量，采用循环调试方法确定最优参数值，设置输出层的激活函数是 Softmax 函数，隐藏层激活函数是双曲正切函数。选择调整后的共轭梯度算法作为模型优化算法。鉴于多层感知器神经网络是一种监督学习算法，因此在利用训练集构建好模型后，再通过测试集验证模型。首先将测试集内所有病案分组，而后对主要影响因素进行重要性检验。判断预测效能时，将模型的预测准确率、灵敏度、特异度、约登指数、受试者工作特征 (receiver operator characteristic, ROC) 曲线及曲线下面积 (area under the curve, AUC) 等作为主要的评估指标。

2.2.3 多层感知器神经网络模型的构建 基于多层感知器神经网络完成预测模型构建，主要采用层状神经网络结构。主要构建流程：首先确定纳入模型的变量类型及赋值方式；其次通过模型节点选定、确定结构、训练样本、训练参数等规定变量算法参数；利用反向传播算法，初步构建预测模型。结合测试集样本再次测试泛化，最终构建预测模型，见图 1。

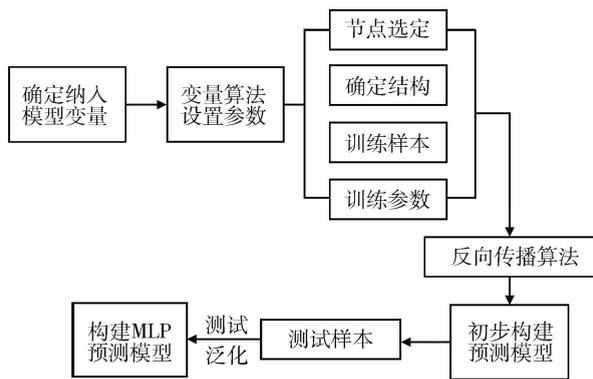


图 1 多层感知器神经网络模型构建

2.2.4 统计学方法 采用 SPSS 27.0 统计软件进行数据分析。对扣分项目指标等定性资料，采用  $\chi^2$

检验进行单因素分析初筛影响因素，作为输入节点。采用 Matlab 软件计算模型的预测准确率、灵敏度、特异度、AUC、ROC 曲线等预测指标。

### 3 结果

#### 3.1 纳入研究基本特征

经过科室质控员自评和专家组考核评级，甲级病案 440 份，总甲级率为 74.58%；乙级病案 146 份，总乙级率为 24.75%；丙级病案 4 份，总丙级率为 6.78%，见表 1。

表 1 住院病案基本特征 [n (%)]

扣分项目指标	扣分病案	未扣分病案
出院小结检查	435(73.7)	155(26.3)
出院小结入院情况	67(11.4)	523(88.6)
入院记录辅助检查	272(46.1)	318(53.9)
入院记录采集日期一致	298(50.5)	292(49.5)
入院记录缺医师签名日期	11(1.9)	579(98.1)
入院记录初步诊断	43(7.3)	547(92.7)
首页基本信息	358(60.7)	232(39.3)
首页签名诊断	154(26.1)	436(73.9)
主诉描述缺陷	129(21.9)	461(78.1)
三级查房雷同	379(64.2)	211(35.8)
首次主任查房讨论	418(70.8)	172(29.2)
首次病程记录诊断依据	97(16.4)	493(83.6)
术前讨论意见	267(45.3)	323(54.7)
术前小结诊断	62(10.5)	528(89.5)
患者告知书	193(32.7)	397(67.3)
手术知情同意书	113(19.2)	477(80.8)
授权委托书	46(7.8)	544(92.2)
自费医用材料及药品	189(32.0)	401(68.0)
医嘱单缺签名	49(8.3)	541(91.7)
麻醉记录单缺签名	87(14.7)	503(85.3)
手术记录填写	206(34.9)	384(65.1)
手术安全核查表	126(21.4)	464(78.6)
手术护理记录单	75(12.7)	515(87.3)
检查报告单缺失	193(32.7)	397(67.3)
术后首次病程录	276(46.8)	314(53.2)
冰冻切片检查知情同意书	32(5.4)	558(94.6)

### 3.2 基于单因素的影响因素初筛

对于各扣分项目等定性资料, 采用  $\chi^2$  检验和精

确概率法统计分析。单因素显著性结果, 见表 2, 初步筛选出影响住院病案内涵质量效果评价的 22 项指标 ( $P < 0.05$ )。

表 2 住院病案内涵质量的单因素分析 [ $n$  (%) ]

扣分项目指标	甲级	乙级	丙级	$\chi^2$	$P$
出院小结检查	311 (71.5)	120 (27.6)	4 (0.9)	8.933	0.011
出院小结入院情况	45 (67.2)	22 (32.8)	0 (0.0)	3.068	0.216
入院记录辅助检查	168 (61.8)	100 (36.8)	4 (1.5)	45.243	<0.001
入院记录采集日期一致	209 (70.1)	86 (28.9)	3 (1.0)	6.670	0.036
入院记录缺医师签名日期	8 (72.7)	3 (27.3)	0 (0.0)	0.110	0.946
入院记录初步诊断	29 (67.4)	13 (30.2)	1 (2.3)	2.738	0.254
首页基本信息	234 (65.4)	120 (33.5)	4 (1.1)	41.276	<0.001
首页签名诊断	92 (59.7)	59 (38.3)	3 (1.9)	26.607	<0.001
主诉描述缺陷	78 (60.5)	49 (38.0)	2 (1.6)	17.955	<0.001
三级查房雷同	248 (65.4)	127 (33.5)	4 (1.1)	46.990	<0.001
首次主任查房讨论	291 (69.6)	123 (29.4)	4 (1.0)	19.065	<0.001
首次病程录诊断依据	73 (75.3)	24 (24.7)	0 (0.0)	0.794	0.672
术前讨论意见	155 (58.1)	109 (40.8)	3 (1.1)	70.233	<0.001
术前小结诊断	34 (54.8)	26 (41.6)	2 (3.2)	18.525	<0.001
患者告知书	108 (56.0)	81 (42.0)	4 (2.1)	55.942	<0.001
手术知情同意书	55 (48.7)	55 (48.7)	2 (2.7)	52.968	<0.001
授权委托书	22 (47.8)	23 (50.0)	1 (2.2)	19.292	<0.001
自费医用材料及药品	114 (60.3)	72 (38.1)	3 (1.6)	30.999	<0.001
医嘱单缺签名	26 (53.1)	22 (44.9)	1 (2.0)	13.551	0.001
麻醉记录单缺签名	48 (55.2)	36 (41.4)	3 (3.4)	28.114	<0.001
手术记录填写	108 (52.4)	95 (46.1)	3 (1.5)	82.064	<0.001
手术安全核查表	55 (43.7)	70 (55.6)	1 (0.8)	82.036	<0.001
手术护理记录单	17 (22.7)	56 (74.7)	2 (2.7)	122.589	<0.001
检查报告单缺失	120 (62.2)	72 (37.3)	1 (0.5)	24.307	<0.001
术后首次病程录	172 (62.3)	101 (36.6)	3 (1.1)	41.148	<0.001
冰冻切片检查知情同意	15 (46.9)	15 (46.9)	2 (6.3)	25.672	<0.001

### 3.3 住院病案内涵质量预测模型

3.3.1 建立基于 MLP 的住院病案内涵质量预测模型 因变量 (输出层) 是住院病案不同等级变量, 自变量 (输入层) 是单因素分析中差异具有统计学意义的变量 (共 22 个神经元); 隐藏层包含 7 个神经元; 输出层为甲级、乙级、丙级 3 个

神经元。

3.3.2 模型观察预测准确率 根据个案相对数目, 按照 7:3 的比例随机分配至训练集和检验集。利用训练集搭建 MLP 模型, 训练模型总体预测准确率为 89.0%。使用检验集验证 MLP 模型, 总体预测准确率为 90.5%, 说明模型整体预测效能较好, 见表 3。

表3 多层感知器神经网络模型预测情况

样本集	预测结果	甲级实际数量 (份)	乙级实际数量 (份)	丙级实际数量 (份)	预测准确百分比 (%)
训练集 (共 413 份)	甲级	292	16	0	94.8
	乙级	27	75	0	73.5
	丙级	0	3	0	0.00
检验集 (共 177 份)	甲级	125	7	0	94.7
	乙级	9	35	0	79.5
	丙级	1	0	0	0.00

按照储集层住院病案等级分组,当甲级住院病案作为预测目标时,甲级住院病案的预测拟概率远高于其他等级预测拟概率,说明甲级病案分类识别效果较好;当乙级住院病案作为预测目标时,乙级住院病案的预测拟概率远高于其他等级预测拟概率,说明乙级病案分类识别效果较好。

3.3.3 重要性变量输出 预测模型对输入层自变量的重要性排序,影响住院病案评为甲级的前5位重要独立因素为手术安全核查表缺少手术开始前的勾选、首次主任查房分析讨论欠妥(缺少鉴别诊断)、

手术护理记录单缺少送检者签名、三级查房内容雷同(诊断依据缺少发病时间)、医嘱单缺少医师手写签名。

3.3.4 模型预测效能 多层感知器神经网络模型的预测效能较好。灵敏度为 93.73%,特异度为 78.22%,95% CI 为 0.928 ~ 0.951,截断值为 0.11,即当截断值 $\geq 0.11$ 时,住院病历为甲级病历的可能性较大。绘制 ROC 曲线,检验变量选择预测模型公式计算出的阶段值,状态变量选择住院病案是否为甲级病案。AUC 无限接近 1,说明模型整体预测效能较好,见图 2。

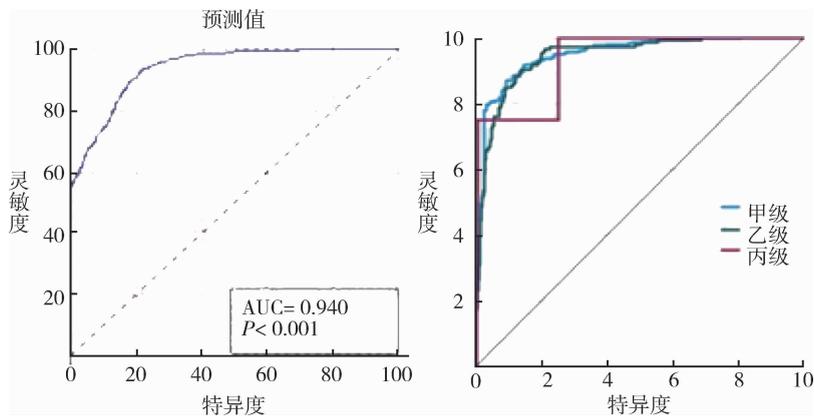


图2 总预测模型 ROC 曲线(左)/各质控等级 ROC 曲线(右)

## 4 讨论

### 4.1 影响住院病案内涵质量的重要独立因素

本研究表明,多层感知器神经网络模型在住院病案内涵质量预测中有较好的效能。揭示出影响住院病案评为甲级的5项重要因素。一是手术安全核查表填写不完整。手术安全核查表的主要目的是确保一些必要术前程序的执行,从而降低手术风险和患者手术并发症发生率<sup>[11]</sup>。基于此,医院应该加强

手术安全核查表在手术安全管理以及住院病案质量控制中的应用。在院内规范手术安全核查表培训制度,完善核查表的监督和核查制度,将其同步到住院病案内涵中,尽可能地确保手术安全核查表的完整性和时效性。二是首次主任查房分析讨论欠妥。与蒋凤娟<sup>[12]</sup>研究结果一致,首次主任查房分析讨论质量对于住院病案内涵质量具有重要意义。三是手术护理记录单缺少送检者签名。手术室护理记录单记录住院患者在手术室期间所有护理项目,包括术前评估、手术用物评估、术中护理、术后物品清点、

术后护理等环节的多个表单<sup>[13]</sup>。张晓然等<sup>[14]</sup>研究表明,将手术室护理记录单系统化整理,可以在一定程度上减少护理记录缺陷,保证住院病历内涵完整性及高质量。四是三级查房内容雷同。目前三级查房的缺陷主要集中在医师对国内外最新进展分析不充分<sup>[15]</sup>。五是医嘱单缺医师手写签名。刘珺等<sup>[16]</sup>研究表明,应用品管圈这一管理学方法可以有效降低医嘱处理缺陷发生率,促进医疗质量。

## 4.2 应用效果分析

本研究通过 $\chi^2$ 检验和精确概率法等单因素分析初筛住院病案内涵质量的影响因素,进而利用MLP再筛重要独立因素。神经网络模型的灵敏度、特异度、准确率、ROC曲线等各项评价指标均较好。上海市第一人民医院将该预测模型运用于住院病案内涵质量的影响因素筛选,查找出影响病案质量的关键问题,运用重要性排序图、雷达图等可视化呈现给具体临床科室、医务处以及医院管理层。相关科室针对病案内涵中的关键问题采取针对性防范措施,定期培训,提升甲级病案率,降低问题病案发生率,最终提高住院病案内涵质量。本研究构建的MLP模型缓解了传统人工审查的压力,也在一定程度上有效解决了临床住院病案内涵质量审核的效率问题。

## 5 结语

本研究显示基于MLP的评价模型具有较好的预测能力,为公立医院住院病案质量管理提供理论参考。本研究存在一定的局限性,例如研究样本仅是上海市第一人民医院住院病案数据,未进行多家医院多中心、大样本验证,模型存在一定偏倚。后续将从扩大样本量、新增影响因素等角度深入研究,迭代完善住院病案内涵质量预测模型。

## 参考文献

1 张延婷. 7664份住院病案首页填写质量分析[J]. 中国病案, 2022, 23(1): 13-15.

2 宋菲, 曾跃萍, 吕亚奇, 等. 某院病案内涵质量存在的问题及改进措施[J]. 中国病案, 2021, 22(6): 3-5.

3 黄芳, 宋巨恣, 魏薇. 294480份住院病案首页填写项目缺陷Meta分析[J]. 中国病案, 2022, 23(3): 17-19.

4 吴春雁, 任晋婷, 刘明坤, 等. 中医住院病案内涵质量缺陷探索分析及防范措施[J]. 中国病案, 2017, 18(8): 18-21.

5 TROUT K E, CHEN L W, WILSON F A, et al. The impact of electronic health records and meaningful use on inpatient quality[J]. Journal for healthcare quality, 2022, 44(2): e15-e23.

6 MOR S M, DEMARIA A JR, NAUMOVA E N. Hospitalization records as a tool for evaluating performance of food- and water-borne disease surveillance systems: a Massachusetts case study[J]. Plos one, 2014, 9(4): e93744.

7 王珊, 朱雨菲, 李强, 等. 某市35家医院住院病案首页填写质量分析及对策[J]. 中国病案, 2023, 24(2): 17-21.

8 倪如莉, 高志波, 程红. 某市公立医院与民营医院住院病案首页质量分析[J]. 中国病案, 2023, 24(2): 24-26, 33.

9 丁欣, 吴芳, 赵海燕. 基于人工神经网络模型住院病案首页数据缺陷评估分类模型的构建[J]. 中国病案, 2023, 24(1): 24-26, 60.

10 赖海芳, 顾琳, 纵亚, 等. 采用多层感知器神经网络构建亚急性期缺血性脑卒中患者短期预后的预测模型[J]. 中国康复理论与实践, 2022, 28(3): 335-339.

11 孙妹, 陆叶青, 丁瑞芳. 加强医护核对对提高手术安全核查表作用效果分析[J]. 护理实践与研究, 2020, 17(22): 110-112.

12 蒋风娟. PDCA循环理论在肿瘤内科病案质量持续改进中的应用[J]. 中国卫生产业, 2018, 15(25): 1-2, 5.

13 蔡嫦姗, 张烁. 优化手术室护理记录单提高护理文书书写质量探讨[J]. 中国病案, 2022, 23(12): 19-21.

14 张晓然, 孙齐, 俞莎莎. 系统化手术室护理记录单在普外科胃癌手术中的应用效果[J]. 中国病案, 2021, 22(6): 8-9, 74.

15 杨廷龙, 马玲, 孙陶, 等. 某院三级查房考核质量分析[J]. 中国卫生质量管理, 2021, 28(8): 24-26.

16 刘珺, 刘文奕, 邓昌宇, 等. 品管圈在降低住院病案首页填写错误率中的应用[J]. 中国医院, 2022, 26(9): 91-93.