

数据挖掘在预防导尿管相关尿路感染中的应用

盛秋¹,张灿¹,徐薇²,张林³

(1.苏北人民医院 208 病区,江苏 扬州 225001;

2.苏北人民医院 护理部;3 苏北人民医院 肝胆胰中心)

【摘要】目的 探讨导尿管相关尿路感染因素中潜在的、有价值的关联规则,以制订相应的预防措施,降低其发病率。**方法** 便利抽样选取某医院 171 例导尿管相关尿路感染病例,采用数据挖掘中的关联规则 Apriori 算法对其进行信息分析,建立有价值的强关联规则,并分析产生导尿管相关尿路感染的原因。**结果** 通过对导尿管相关尿路感染病例的信息分析,最终筛选出 10 条具有实际临床意义的关联规则。导尿管相关尿路感染中高风险因素主要包括:女性、年龄>65 岁、意识障碍、长期卧床、使用型号大于 16F 的乳胶尿管、留置尿管时间>7 d。**结论** 通过关联规则分析发现了导尿管相关尿路感染患者之间的关联特点,提示护理人员应重点关注年龄>65 岁、有意识障碍、留置尿管时间>7 d、使用 16F 及以上型号导尿管的女性患者,并制订相应的预防措施,从而降低导尿管相关尿路感染的发生率。

【关键词】 数据挖掘;关联规则;Apriori 算法;导尿管相关尿路感染

doi: 10.3969/j.issn.2097-1826.2023.07.003

【中图分类号】 R47 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2023)07-0012-04

Application of Data Mining in Prevention of Catheter-Related Urinary Tract Infection

SHENG Qiu¹, ZHANG Can¹, XU Wei², ZHANG Lin³ (1.Ward 208, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou 225001, Jiangsu Province, China; 2.Department of Nursing, Northern Jiangsu People's Hospital; 3.Hepatobiliary Pancreatic Center, Northern Jiangsu People's Hospital)

Corresponding author: ZHANG Can, Tel: 0514-87373282

【Abstract】Objective To explore the potential and valuable association rules among the factors of catheter-related urinary tract infection(CAUTI), so as to formulate targeted prevention measures and reduce its incidence. **Methods**

Convenient sampling was used to select 171 cases of CAUTI from a hospital. The Apriori algorithm of association rules in data mining was used to analyze relevant information, establish valuable strong association rules, and then analyze the causes of CAUTI. **Results** A total of 10 association rules with practical clinical significance were finally screened out through the information analysis of CAUTI cases. The moderate and high risk factors of CAUTI included female gender, age over 65 years, disturbance of consciousness, long-term stay in bed, use of latex catheters with size larger than 16F, and catheterization retention for more than 7 days. **Conclusions** Association characteristics among CAUTI patients are revealed using association rule analysis. Nursing staff should pay more attention to female patients aged over 65 years, with disturbance of consciousness and catheterization retention for more than 7 days, and using catheters with size larger than 16F. Targeted prevention measures should be formulated to reduce the incidence of CAUTI.

【Key words】 data mining; association rule; Apriori algorithm; catheter-associated urinary tract infection

[Mil Nurs, 2023, 40(07):12-15]

导尿管相关尿路感染(catheter-associated urinary tract infection, CAUTI)指患者留置导尿管后或拔除导尿管 48 d 内发生的泌尿系统感染^[1]。有关数据^[2-3]显示,留置导尿管患者的尿路感染风险以每天 3%~10%的速度递增,留置导尿管超过 10 d 的患者中超过 50%能够检测到菌尿。据统计^[4],我国泌尿系感染仅

次于呼吸道感染,其中约 75%~80%与留置导尿管相关。近年来 CAUTI 的研究已经开展了很多,但传统的研究方法主要依赖于小样本的临床试验和经验判断,难以全面分析大规模的临床数据;其次,现有研究往往只关注少数几个风险因素,忽视了其他潜在的影响因素,导致对尿路感染发病机制的不完整理解。此外,尿路感染的发展是一个复杂的过程,涉及多个因素的相互作用,传统方法很难捕捉到这些复杂的模式和关联^[5]。数据挖掘作为一种强大的信息处理技术,通过对数据进行分析以发现其中隐藏信息的过程,其

【收稿日期】 2023-01-15 **【修回日期】** 2023-06-10

【基金项目】 江苏省卫生健康委员会科研项目(H2018032)

【作者简介】 盛秋,本科,主管护师,电话:0514-87373282

【通信作者】 张灿,电话:0514-87373282

中关联规则(association rules,AR)是目前应用较广的数据分析之一,其中在护理领域中最经典的算法是Apriori算法,其原理是应用逐层迭代的方法找出频繁项集,进而找出数据之间的强关联组合^[6]。数据挖掘技术在发现隐含信息方面具有发现非显性模式、处理大规模数据、多维度分析的优势。近年来,已有研究^[7-9]应用关联规则对非计划拔管和预防给药错误进行研究,但对CAUTI的研究较少。然而,关联规则在预防CAUTI方面具有重要意义,通过分析导尿管使用的相关因素和感染发生之间的关联规则,可以发现导致感染的关键因素和风险因素,进而制订相应的预防策略。因此,本研究采用关联规则对CAUTI进行挖掘,以期降低CAUTI发生率提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源 便利抽样选取2020年1月至2021年12月我院信息系统中上报的CAUTI原始数据。纳入标准:(1)有相关的尿路感染症状,如尿频、尿急、尿痛,经医院感染科确认为CAUTI事件;(2)已经插入导尿管并使用导尿管袋收集尿液;(3)尿液分析或尿培养结果显示存在细菌感染;(4)无其他已知的尿路感染来源;(5)无其他严重的泌尿系统疾病或并发症。排除标准:资料数据缺失、无法修补的患者。

1.2 研究工具 (1)一般数据:包括患者年龄、性别等;(2)导尿管数据:留置尿管时间、留置尿管型号、材质、导尿管类型;(3)管理资料:是否使用抗逆流尿管袋、是否行膀胱冲洗;(4)疾病数据:患者诊断、留置尿管原因,抗菌药物使用等。共收纳符合条件病例171例。本研究经伦理委员会批准,所有患者均提供书面知情同意书。

1.3 方法

1.3.1 数据处理 (1)数据清洗:删除数据库中对于本研究分析和预测目标没有或很少贡献的属性包括床号、住院号、是否家属陪护。(2)统一数据:统一病区名称,留置尿管原因,留置尿管材质及留置时间等。(3)数据离散化处理:建立数据库对病例的特征进行统计,对多数据进行合并处理,将连续的数据转化为离散型数据并编码,对相关变量进行赋值,如性别女=0,男=1,将年龄、意识、留置尿管时长、尿管材质分为不同等级并赋值,如年龄中19岁以下=1,19~64岁=2,大于65岁=3。

1.3.2 数据挖掘过程 采用关联规则中的Apriori算法进行数据挖掘。两项变量间存在某种相关性关系就可以看作这两个变量之间存在关联规则。判断关联规则是否有效主要通过支持度(support)、置信度(confidence)来评价。支持度(support)表示前项X和后项Y同时出现的概率,公式为: $support(X,$

$Y,Z) = P(XYZ) = \frac{X \cap Y \cap Z}{N}$,表示重要性。置信

度(confidence)表示前项X出现后,后项Y也出现的概率,公式为: $confidence(XY \rightarrow Z) = P(Z \setminus XY)$

$= \frac{P(XYZ)}{P(XY)}$,表示可信性。如果前项和后项同时满

足最小支持度(support)和最小置信度(confidence)称为强关联,用提升度(lift)判断,一般提升度>1表示有效^[10]。在本研究中,先找出高频项目组,搜索出候选1项集及对应的支持度,剪枝去掉低于支持度的1项集,得到频繁1项集;然后对剩下的频繁1项集进行连接,得到候选的频繁2项集,筛选去掉低于支持度的候选频繁2项集,得到真正的频繁二项集,以此类推,迭代下去,直到无法找到频繁k+1项集为止,对应的频繁k项集的集合即为算法的输出结果。本研究数据前期类别和数量较多,将最小支持度和最小置信度设置为10%和60%。

1.3.3 统计学处理 利用SPSSModeler 18.2软件进行数据挖掘,对关联规则的前后项进行 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料 发生CAUTI的171例,其中男性100例、女性71例,主要分布在神经内科、神经外科、老年科、重症监护室、康复医学科和肿瘤科,其他一般资料见表1。

表1 发生CAUTI相关一般资料描述

项 目	例数(%)
性别 男	100 (58.5)
女	71 (41.5)
年龄(岁) <19	0 (0)
19~64	64 (37.4)
≥65	107 (62.6)
尿管型号 14F以下	2 (1.2)
14F	70 (40.9)
16F	71 (41.5)
18F	20 (11.7)
20F	4 (2.3)
22F	1 (0.6)
24F	3 (1.8)
尿管类型 双腔尿管	150 (87.7)
三腔尿管	21 (12.3)
尿管材质 乳胶	158 (92.4)
硅胶	13 (7.6)
使用抗逆流装置 是	161 (94.2)
否	10 (5.8)
感染前是否膀胱冲洗 是	23 (13.5)
否	148 (86.5)
留置尿管时长(t/d) <7	15 (8.8)
≥7	156 (91.2)

续表 1

项目	例数(%)
留置尿管主要原因	46 (26.9)
昏迷或精神异常无法自行排尿	37 (21.6)
尿潴留	22 (12.9)
尿失禁	52 (30.4)
监测尿量	9 (5.3)
近期有手术	1 (0.6)
骶尾部或会阴部有开放性伤口	4 (2.3)
其他	

2.2 关联规则分析 本研究设置最小支持度为 10%，最下置信度为 60%，通过排列组合列出若干前项，最大前项数是 5，得出增益(提升度) > 1 的强关联项，再经 χ^2 检验剔除掉无意义的规则后得到 194 条规则，最后通过卡方检验和具有副高以上职称的院感科及质控科专家进行筛选，得出有强关联

规则 10 项,见表 2。

3 讨论

3.1 CAUTI 事件基本特征 本研究表 2 说明,规则 1~3 说明 CAUTI 与年龄有关;规则 4 说明 CAUTI 可能与性别有关,在相同前项条件下,如果该患者为女性,则其发生 CAUTI 的概率较大;规则 5、6 说明 CAUTI 与尿管型号材质有关;规则 7、8 说明 CAUTI 与留置时间长短有关,主要特征是:女性,使用 16F 及以上导尿管,昏迷无法自行排尿患者可以推出留置尿管时间长,从而导致导 CAUTI 可能性大,其支持度为 62.01%~83.58%;规则 9~10 说明 CAUTI 与尿管型号有关。主要特征是:女性,尿失禁患者,年龄 > 65 岁,使用 16F 及以上尿管;从图 1 可以看出各数据之间的关联性。

表 2 CAUTI 关联规则

序号	前项	后项	支持度百分比(%)	置信度百分比(%)	增益	χ^2	P
1	女性,导尿管型号 16F,乳胶	65 岁及以上	21.05	77.78	2.51	64.04	<0.001
2	女性,昏迷或精神异常无法自行排尿	65 岁及以上	23.98	66.34	2.09	15.40	<0.001
3	女性,留置 7 d 以上	65 岁及以上	29.24	60.05	1.94	10.02	<0.001
4	导尿管型号 16F,65 岁及以上,乳胶	女性	35.09	60.00	1.445	28.59	<0.001
5	7 d 以上,年龄大于 65 岁	乳胶	69.01	68.51	1.13	28.73	<0.001
6	导尿管型号 16F,时间 7 d 以上	乳胶	30.40	94.23	1.01	16.67	<0.001
7	女性,导尿管型号 16F 以上	时长 7 d 以上	39.18	83.58	1.07	31.48	<0.001
8	男性,导尿管型号 18F 以上,	时长 7 d 以上	23.39	62.01	1.07	15.41	<0.001
9	女性,65 岁及以上,尿失禁	导尿管型号 16F	69.01	94.07	1.02	104.36	<0.001
10	女性,发生 CAUTI 前未膀胱冲洗	导尿管型号 16F	37.43	79.69	1.02	9.38	<0.001

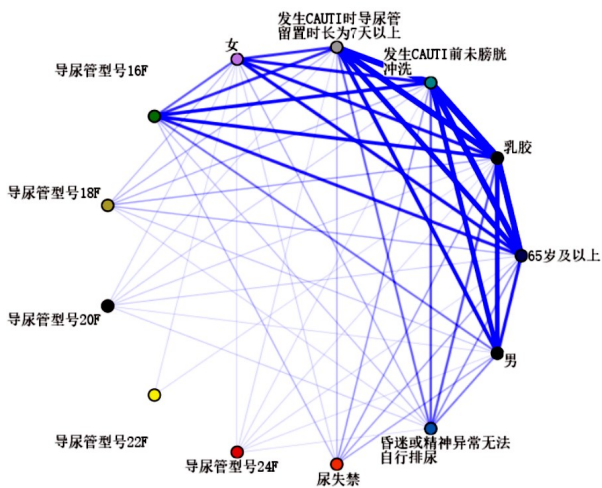


图 1 CAUTI 相关因素关联规则

3.2 CAUTI 数据挖掘预测准确性及应用

3.2.1 留置时间 在本研究中以 7 d 作为导尿管时间的分界标准,发生 CAUTI 的留置尿管平均时间为 15.02 d,可见随着留置尿管时间的延长,CAUTI 的危险性越高。留置尿管每增加 1 d,CAUTI 的患病率就

会增加 3%~10%;而超过 30 d,出现菌尿的风险几乎达到 100%^[11]。在操作过程中,尿管前端和导尿口的细菌会随着尿管的插入而定植,随着留置尿管时间的延长,生物膜形成的风险增高,生物膜对抗菌药物的渗透性差,尿道病原体对抗菌药物的敏感性降低,导致 CAUTI 发生概率增大^[12]。预防 CAUTI 实践指南中也提出在患者病情允许的情况下,应及早拔出导尿管^[13],且留置导尿管是其他干预措施失败后的选择。在操作过程中,严格执行手卫生,遵守无菌操作原则。护理人员应每日评估留置尿管的适应症,减少不必要的留置尿管,从根本上降低感染的风险。

3.2.2 年龄、性别 本研究数据表明,女性、年龄 > 65 岁与 CAUTI 具有强关联联系。这可能与女性尿道解剖结构有关,女性尿道短直且靠近肛门,比男性患者更容易出现感染^[14]。老年女性较年轻患者而言由于生理功能下降,导致尿道口萎缩,盆底肌松弛而出现尿失禁、尿潴留,使感染的风险增高^[15];且年龄 > 65 岁患者普遍文化水平较低,依从性较差。因此,年龄 > 65 岁的留置尿管女性患者,是 CAUTI 的重点人群之一。在日常护理工作中,应加强对重点人群的管

理,如可以改变健康宣教方式,采取图片、视频形式,减少纯文字叙述,便于老年女性接受;其次,在日常工作中,严格规范医护人员留置尿管的操作流程,指导女性患者进行盆底肌锻炼,改善尿失禁、尿潴留症状。

3.2.3 疾病因素 从本研究数据关联中可以发现,意识障碍与 CAUTI 发生具有强关联联系。原因可能是此类患者长期卧床,免疫功能低下,屏障功能减退,从而导致感染的反复^[16]。这类患者导尿管护理大多由其照护者完成,而照护者消毒意识淡薄,消毒范围不准确等,都是造成 CAUTI 的原因。因此,除了对医务人员规范操作外,对带管患者家庭照护者的教育同样重要;而且意识障碍患者大多合并多种基础性疾病或慢性病,有研究^[16]表明,患糖尿病患者发生 CAUTI 的风险是未患糖尿病人群的 3.49 倍。

3.2.4 导尿管因素 本研究显示,在相同条件下,使用 16F 以上尿管更容易发生 CAUTI。这是因为型号大的导尿管对尿道损伤大,在操作过程中更容易破坏泌尿系统的生理屏障,发生 CAUTI。在本研究中,使用乳胶导尿管与 CAUTI 具有强关联,原因可能与乳胶导尿管更容易形成生物膜有关。在 CAUTI 防控指南中也指出,对长期留置尿管患者尽量选择对尿道刺激较小的硅胶导尿管,不推荐常规使用抗菌尿管^[13]。在日常护理工作中,建议护理人员在导管选择过程中予以重视,根据患者病情需要选择合适的尿管型号,以预防和降低 CAUTI 的发生率。

3.3 CAUTI 关联规则挖掘过程中的反思

3.3.1 优缺点 目前,预防 CAUTI 主要包括尽早拔除导尿管、使用合适的导尿管材料、正确的导尿技术、保持导尿管通畅以及根据细菌培养结果选择合适的抗生素治疗。上述方法可以控制感染的发展和减轻症状,但仍存在一些不足之处,常规治疗方法主要是针对已经发生的感染进行干预,而对于预防感染的效果有限,一些合并复杂因素或反复感染的患者,常规治疗往往难以达到理想的治疗效果。此外,抗生素的滥用和过度使用也导致了细菌耐药性的增加。数据挖掘作为一种强大的信息处理技术,可以帮助解决这些问题。数据挖掘是从大规模数据集中发现隐藏模式、关联和知识的过程,其通过应用各种算法和技术,挖掘数据中的有用信息,提供新的见解和决策支持。数据挖掘技术已经被广泛应用于疾病诊断、预测和治疗等方面,可以帮助医务人员从庞大的临床数据中提取有用的信息,改善疾病管理和医疗决策的质量,然而其在 CAUTI 的研究中应用较少。因此,本研究通过关联规则对 CAUTI 数据进行挖掘,对降低其发生率有参考意义。

3.3.2 局限性 本数据来源为某三级甲等医院数

据,较为局限,在今后的研究中需要注意数据的可用性和质量;此外,在挖掘过程中也可能存在数据偏差和假设等因素。未来,可将数据挖掘的结果与临床实践相结合,完善 CAUTI 上报系统,通过增加数据量、完善算法等方法降低这些因素的影响,提高关联规则挖掘的准确性和科学性,以进一步提高预防 CAUTI 的效果,为制订相关防范体系提供依据。

【参考文献】

- [1] 刘晨霞,王霞,邵欣,等.179 所三级医院 ICU 导尿管相关尿路感染防控护理实践的调查[J].中华护理杂志,2022,57(22):2750-2757.
- [2] JANELLE S J, SPENCER D R, HOXWORTH T. Tale of two surveys: antibiotic stewardship and infection control practices according to the NHSN annual survey and the healthcare-associated infections and antimicrobial use prevalence survey-Colorado, 2014-15[C]. Program of the 2016 Council of State and Territorial Epidemiologists Annual Conference, Colorado, 2016.
- [3] 李蓉,官昕,谢金红,等.留置尿管致导管相关性尿路感染的影响因素及干预研究进展[J].护士进修杂志,2018,33(16):1463-1465.
- [4] GRAY D, NUSSLE R, CRUZ A, et al. Effects of a catheter-associated urinary tract infection prevention campaign on infection rate, catheter utilization, and health care workers' perspective at a community safety net hospital[J]. Am J Infect Control, 2016, 44(1): 115-116.
- [5] 熊照玉,梁珊珊,黄帅.腹部手术后患者尿管早期拔除效果的系统评价[J].解放军护理杂志,2018,35(4):1-8.
- [6] ZHANG D, LV J, ZHANG B. The characteristics and regularities of cardiac adverse drug reactions induced by Chinese materia medica: a bibliometric research and association rules analysis[J]. J Ethnopharmacol, 2020(252): 112582.
- [7] 张燕,吴桂丽,范冠华.基于关联规则的住院患者非计划性拔管危险因素分析[J].护理学杂志,2021,36(9):44-46.
- [8] 李曙光,赵敏,张秀英,等.关联规则法用于护士给药错误的数据挖掘分析[J].护理学杂志,2021,36(13):104-107.
- [9] 王笑笑,赵飞,梁志金,等.基于数据挖掘技术的护理学研究现状[J].解放军护理杂志,2019,36(8):59-62.
- [10] 王梦丹,刘欢,郭芷汛,等.采用 Apriori 算法挖掘分析某医院多西他赛不良反应数据[J].医药导报,2022,41(6):894-898.
- [11] 李玲玲,彭飞,裴禹童,等.《导尿管相关感染防控最佳实践专家共识》在上海各级医院的应用情况调查[J].中华医院感染学杂志,2022,32(12):1866-1870.
- [12] 陈晓华,李武平,刘冰,等.泌尿系统感染现状及防治研究进展[J].解放军护理杂志,2015,32(16):38-42.
- [13] LO E, NICOLLE L E, COFFIN S E, et al. Strategies to prevent catheter-associated urinary tract infections in acute care hospitals: 2014 update[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2014, 35(5): 464-479.
- [14] 张岚,王晶晶,李静,等.目标管理方案降低导尿管相关性尿路感染发生率的临床实践[J].中华护理杂志,2021,56(11):1655-1660.
- [15] 杨志芳,杨诏旭,孙惠英,等.感控督导组的建立及督导实施对预防导尿管相关尿路感染的效果[J].中华医院感染学杂志,2022,32(22):3502-3505.
- [16] 刘翔翔,李代清,程康,等.2 型糖尿病患者尿路感染病原菌分布耐药性及相关因素分析[J].中华医院感染学杂志,2017,27(15):3468-3471.

(本文编辑:陈晓英)