

doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2020.22.004

基于 Apriori 算法的自动化药房盒装药品储位优化管理

洪卫兰¹, 陈桂强², 王 持¹, 程小荣¹, 刘锐峰^{1△}

(1. 广东省中山市人民医院药学部, 广东 中山 528403; 2. 美商奥施 <北京> 科技有限公司, 北京 100738)

摘要:目的 优化自动化药房内盒装药品的储位, 提高调配效率。方法 调取中山市人民医院门诊自动化药房医院信息系统 6 号窗口 2019 年 11 月的 23 363 张处方, 剔除无效处方(单药处方)1 564 张, 实际提取 21 799 张, 涉及盒装药品 417 种。运用 SPSS Modeler 18 软件进行关联规则分析, 使用 Apriori 算法计算人工发药频次高的盒装药品, 并计算支持度和置信度, 对盒装药品进行关联分析。根据关联规则计算所得支持度和置信度, 将出现在同一处方中关联度较高的盒装药品优先放置在相邻药柜内, 以提高发药效率。结果 共需调整药柜内 47 个盒装药品的放置位置。结论 运用 Apriori 算法可定量测量药品间的关联度, 优化智能药房内药品的储位, 进一步提升调配效率和调配准确度。

关键词: Apriori 算法; 智能药房; 盒装药品; 储位; 优化管理; 调配效率; 调配准确度

中图分类号: R952

文献标识码: A

文章编号: 1006-4931(2020)22-0014-04

Optimal Management of Whole-Boxed Drug Storage Position in Intelligent Pharmacy Based on Apriori Algorithms

HONG Weilan¹, CHEN Guiqiang², WANG Chi¹, CHENG Xiaorong¹, LIU Ruifeng¹

(1. Department of Pharmacy, People's Hospital of Zhongshan, Zhongshan, Guangdong, China 528403; 2. Omnicell <Beijing> Technology Co., Ltd., Beijing, China 100738)

Abstract: **Objective** To optimize the whole-boxed drug storage position in intelligent pharmacy, and to improve the work efficiency of drug dispensing. **Methods** Totally 23 363 prescriptions were collected from the hospital information system(HIS) in Window 6 of outpatient Intelligent Pharmacy of Zhongshan People's Hospital in November 2019, 1 564 invalid prescriptions(single drug prescriptions) were excluded, and 21 799 prescriptions were extracted, involving 417 whole-boxed drugs. SPSS Modeler 18 software was used to analyze the association rules, and Apriori algorithm was used to calculate the support and confidence of whole-boxed drugs with high frequency of artificial drug dispensing, and the correlation analysis was performed on the whole-boxed drugs. According to the support and confidence calculated by the association rules, the drugs with high frequency in the same prescription would be placed in the adjacent intelligent drug cabinet. **Results** Totally 47 kinds of whole-boxed drugs in the medicine cabinet should be adjusted. **Conclusion** Apriori algorithm can quantitatively measure the drug correlation to optimize the drug storage position of intelligent pharmacy, and improve the efficiency and accuracy of drug dispensing.

Key words: Apriori algorithm; intelligent pharmacy; whole-boxed drugs; storage; optimal management; efficiency of drug dispensing; accuracy of drug dispensing

为了提高医院药房的工作效率及服务水平, 满足患者的取药需求, 越来越多的大型医院^[1]引进自动发药设备, 建立现代化智能药房, 逐步实现医院药学信息化、自动化与智能化管理^[2-3]。2015 年, 我院门诊药房引进德国美智(Mach4)盒装药品自动化系统, 该系统包含 1 台智能药品储存分发系统(自动药柜 Medimat 和装药系统), 6 台 Speed-Box 高速自动发药机、药品传输系统和中央信息控制系统, 该系统应用后, 大大提升了传统的调配效率, 减少了人为差错^[4]。

Mach4 系统每天会接收大量的处方数据, 如何从中寻找规则, 以进一步提高自动化药房的调配效率和准确度值得思考。关联规则是寻找事务项之间的联系规律和结构特征的主要数据挖掘方法, 最早用于商场购物篮分析问题^[5]。本研究中将运用 Apriori 算法发现自动化药

房的盒装药品关联规则, 对自动化药房的药品储位进行优化管理, 以提高调配效率和准确度。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 数据来源

数据来源于我院医院信息系统(HIS)门诊自动化药房 Mach4 系统的 6 号窗数据, 提取 2019 年 11 月的处方数据, 内容包括患者 ID、药品编码、药品名称和数量。为了保护患者的隐私, 不提取患者姓名及年龄。

1.2 关联规则分析

采用 Apriori 算法先对数据进行手动清洗, 单个药物的处方予以剔除。预处理药品数据时, 首先将数据输入 Excel 表中, 制成矩阵图。若药品出现时, 取其定值为“y”, 若药品不出现时, 取其定值为“n”, 由此建立的表格作为数据库, 再运用 IBM SPSS Modeler 18 软件进行关

第一作者: 洪卫兰, 女, 硕士研究生, 主管药师, 研究方向为医院药学及药事管理, (电子信箱)1046231731@qq.com。

△通信作者: 刘锐峰, 男, 大学本科, 主任药师, 研究方向为医院药学及药事管理, (电子信箱)rlf2005@126.com。

表1 6号窗发药频次前48位的盒装药品

排序	药品	发药频次	排序	药品	发药频次	排序	药品	发药频次
1	甲钴胺分散片	1 948	17	脑心清片	548	33	地奥司明片	416
2	氯雷他定分散片	1 690	18	桉柠蒎肠溶软胶囊	543	34	麝香海马追风膏	416
3	玉屏风颗粒	1 061	19	活血止痛软胶囊	541	35	醋氯芬酸缓释片	413
4	盐酸乙哌立松片	1 015	20	康复新液	527	36	碳酸钙 D ₃ 片	413
5	盐酸奥洛他定胶囊	960	21	复方多黏菌素 B 软膏	524	37	塞来昔布胶囊	404
6	0.5%左氧氟沙星滴眼液	892	22	维生素 E 软胶囊(天然型)	512	38	雷贝拉唑钠肠溶胶囊	401
7	头孢克洛缓释胶囊	830	23	阿托伐他汀片	498	39	都梁软胶囊	394
8	羟氯喹片	799	24	痹祺胶囊	484	40	双氯芬酸钠滴眼液	388
9	曲安奈德益康唑乳膏	706	25	双氯芬酸钠肠溶胶囊	475	41	盐酸氮卓斯汀滴眼液	386
10	艾瑞昔布片	679	26	七叶神安片	473	42	润燥止痒胶囊	372
11	甲钴胺片	659	27	甘桔冰梅片	464	43	金天格胶囊	369
12	硫酸氢氯吡格雷片	623	28	缬沙坦氢氯噻嗪分散片	437	44	多巴丝肼片	367
13	比拜克胶囊	613	29	糠酸莫米松乳膏	434	45	小金片	365
14	阿司匹林肠溶片	591	30	曲安奈德注射液	430	46	丁酸氢化可的松软膏	355
15	复方血栓通胶囊	566	31	脑心通胶囊	429	47	克拉霉素软胶囊	348
16	玻璃酸钠滴眼液	561	32	肤痔清软膏	426	48	骨化三醇软胶囊	345

联规则分析^[6]。设置最低支持度为 5%,最小置信度为 5%,最大前项为 10,对药物进行关联规则分析。

2 结果

2.1 数据信息及预处理

共提取 23 363 张处方,予剔除单药处方(无效处方)1 564 张,实际提取有效处方 21 799 张,涉及盒装药品 417 种。

2.2 发药频次

结果见表 1。

2.3 产生的关联规则

根据设定的最小支持度和最小置信度,一共产生 15 条药品的关联规则,详见表 2。6 号窗盒装药品的网络关系图见图 1。

2.4 药品组合分析

依据关联规则,得出 6 号窗盒装药品出现频数前 40 位的组合,详见表 3。

2.5 参考关联规则调整药品位置

根据上述发药频次结果和关联规则结果,结合国家药品储存陈列规范,药品需分类摆放,易混淆药品不能摆放在一起,冷藏药品应放于冷藏室,并根据药品的外包装尺寸等,得到药房管理专家和自动化药房维护单位的认可后,对 Mach4 系统的 SpeedBox1 发药机的 47 种盒装药品做出调整(见图 2)。SpeedBox1 发药机由 3 个并列的储药柜组成,SpeedBox2 发药机的药品摆放位置与 SpeedBox1 发药机一致。

3 讨论

随着越来越多的医院使用智能药柜,药师对病区基数药品的管理更加方便、快捷、安全、高效、可控^[7],降低

表2 6号窗盒装药品关联规则

后项	前项	支持度百分比(%)	置信度百分比(%)	增益
颈舒颗粒	甲钴胺分散片	8.338	6.057	4.224
脑心清片	甲钴胺分散片	8.338	5.441	2.320
复方血栓通胶囊	甲钴胺分散片	8.338	13.963	5.763
盐酸乙哌立松片	甲钴胺分散片	8.338	6.982	1.607
荆肤止痒颗粒	氯雷他定分散片	7.234	6.864	5.852
复方氟米松软膏	氯雷他定分散片	7.234	5.030	4.273
消银颗粒	氯雷他定分散片	7.234	10.710	9.233
丁酸氢化可的松软膏	氯雷他定分散片	7.234	7.041	4.634
糠酸莫米松乳膏	氯雷他定分散片	7.234	6.805	3.663
润燥止痒胶囊	氯雷他定分散片	7.234	10.710	6.726
雷公藤多苷片	氯雷他定分散片	7.234	10.237	7.096
肤痔清软膏	氯雷他定分散片	7.234	7.160	3.926
维生素 E 软胶囊(天然型)	氯雷他定分散片	7.234	11.302	5.157
曲安奈德益康唑乳膏	氯雷他定分散片	7.234	17.456	5.776
玉屏风颗粒	氯雷他定分散片	7.234	22.189	4.886

了门诊药房工作强度,减少了差错^[8],并可将药师从繁重的药品调剂工作中真正解放出来,使其有更多时间为临床提供药学服务。自动化门诊药房中,不同药品的存取效率有很大差异,从大量处方信息中提取的药品使用规律,将具有关联性的药品存放在临近的储位,并根据发病的季节性及不同病症对应不同处方等信息,合理安排药盒在储药槽中的布局,可方便机械手臂快速取药,提高自动化药房的运行效率,提升工作质量,缩短患者的等待时间,提升其满意度^[9]。

关联规则是无监督的机器学习方法,用于知识发现,对中医药挖掘尤其适用。Apriori 算法是关联规则挖掘领域的经典广度优先算法,是一种最有影响的挖掘布

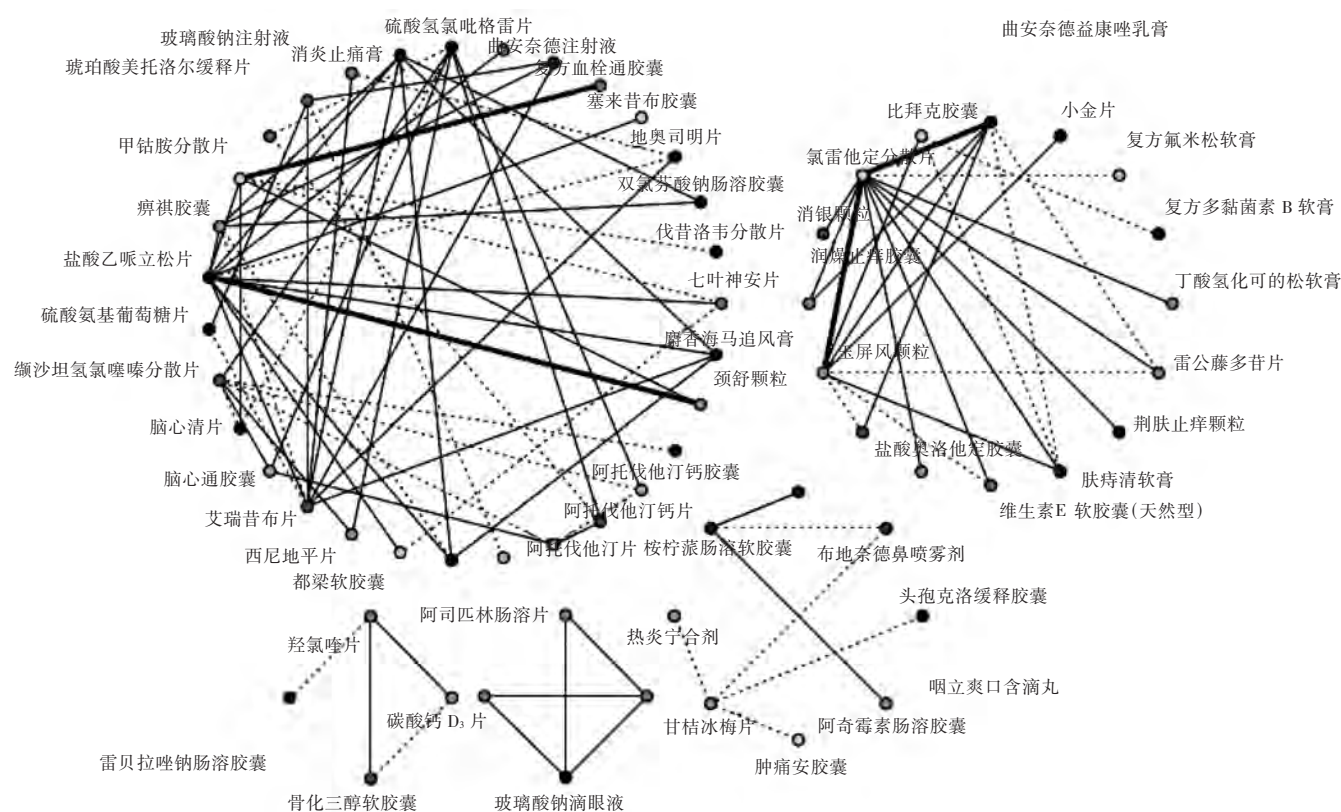


图 1 6 号窗盒装药品网络关系图

表 3 6 号窗盒装药品出现频数前 40 位的组合

组合	频数	组合	频数
氯雷他定分散片 + 玉屏风颗粒	375	都梁软胶囊 + 盐酸乙哌立松片	152
氯雷他定分散片 + 曲安奈德益康唑乳膏	295	阿托伐他汀钙片 + 硫酸氢氯吡格雷片	147
复方血栓通胶囊 + 甲钴胺分散片	272	比拜克胶囊 + 玉屏风颗粒	145
颈舒颗粒 + 盐酸乙哌立松片	203	活血止痛软胶囊 + 盐酸乙哌立松片	144
醋氯芬酸缓释片 + 盐酸乙哌立松片	199	阿托伐他汀片 + 硫酸氢氯吡格雷片	142
羟氯喹片 + 碳酸钙 D ₃ 片	196	艾瑞昔布片 + 地奥司明片	142
0.5% 左氧氟沙星滴眼液 + 玻璃酸钠滴眼液	193	艾瑞昔布片 + 消炎止痛膏	142
氯雷他定分散片 + 维生素 E 软胶囊(天然型)	191	0.5% 左氧氟沙星滴眼液 + 小牛血去蛋白提取物眼用凝胶	142
骨化三醇软胶囊 + 羟氯喹片	188	硫酸氢氯吡格雷片 + 缬沙坦氢氯噻嗪分散片	139
氯雷他定分散片 + 润燥止痒胶囊	181	塞来昔布胶囊 + 盐酸乙哌立松片	138
氯雷他定分散片 + 消银颗粒	181	甲钴胺分散片 + 盐酸乙哌立松片	136
曲安奈德益康唑乳膏 + 玉屏风颗粒	179	玻璃酸钠滴眼液 + 小牛血去蛋白提取物眼用凝胶	136
痹祺胶囊 + 双氯芬酸钠肠溶胶囊	179	西尼地平片 + 缬沙坦氢氯噻嗪分散片	134
玻璃酸钠注射液 + 曲安奈德注射液	178	醋氯芬酸缓释片 + 活血止痛软胶囊	131
小金片 + 玉屏风颗粒	176	痹祺胶囊 + 盐酸乙哌立松片	131
0.5% 左氧氟沙星滴眼液 + 双氯芬酸钠滴眼液	173	脑心通胶囊 + 硫酸氢氯吡格雷片	126
雷公藤多苷片 + 氯雷他定分散片	173	桉柠蒎肠溶软胶囊 + 布地奈德鼻喷雾剂	123
艾瑞昔布片 + 曲安奈德注射液	171	艾瑞昔布片 + 活血止痛软胶囊	122
阿司匹林肠溶片 + 阿托伐他汀片	163	肤痔清软膏 + 氯雷他定分散片	121
肤痔清软膏 + 玉屏风颗粒	155	活血止痛软胶囊 + 双氯芬酸钠肠溶胶囊	120

尔关联规则频繁项集的算法。其核心是基于两阶段频集思想的递推算法,该关联规则在分类上属于单维、单层、布尔关联规则,Apriori 算法采用了逐层搜索的迭代方

法,简单明了,无复杂理论推导,易于实现。由本次关联结果可见,润燥止痒胶囊、颈舒颗粒、复方血栓通胶囊、消炎止痛膏及麝香海马追风膏等药品,虽有较高的使用

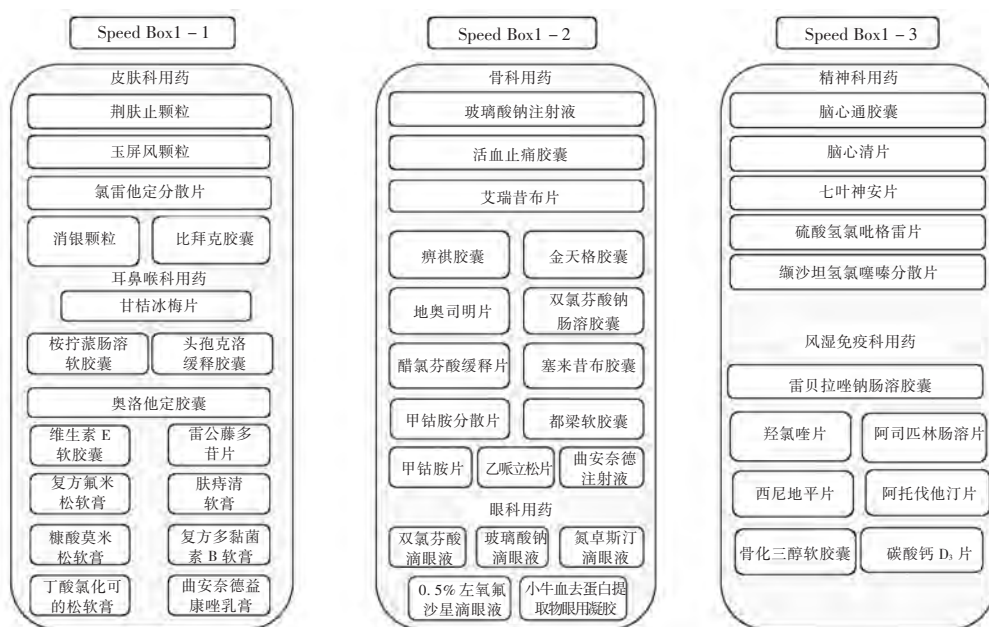


图 2 6 号窗 SpeedBox 1 储药柜的位置调整

频次及一定的关联规则,但由于外包装太大,无法放入 SpeedBox 发药机的卡槽中,未加入 Mach4 系统中,应选择在人工调配的就近位置摆放,以提高调配效率。

我院 6 号窗口主要接收皮肤科、耳鼻喉科、骨科、风湿免疫科、神经科、口腔科、眼科的处方。拆零药片、拆零针剂及大瓶的药水由于安全性问题,暂时不存放于 SpeedBox 发药机中。由于 SpeedBox 发药机的卡槽存在宽度由上往下慢慢变窄的情况,依据关联规则调整药柜的同时,亦需考虑盒装药品的外包装尺寸,越大包装的药品放在上面,越小包装的药品越往下摆放。

Mach4 系统刚开始安装时,只考虑了药品的用量和外包装的尺寸,在使用过程中不断加进新的药品。这样就可能造成常用的同一处方的药品位置相距较远,机械手臂需运行较远的距离,调配效率较低。在自动化药房的改造中,会根据本次分析结果来调整快速发药通道 Speed-Box 发药机的储位(47 个),除了将关联度高的药品组合放在相邻或上下位置外,还应尽量将同一个科的药品,根据包装大小摆放在附近的药柜中,以缩短机械手臂的运行距离,节省调配时间。

自动化药房是三甲医院信息化建设的趋势,实现了“人找药”到“药找人”的转变^[10]。数据挖掘技术是近几年迅速发展起来的一门新兴技术,其在自动化药房中的应用前景十分广泛。它为药房数据库中海量数据的再利用及医院药学新知识的发现开辟了新的途径^[9],在工作中不断改进,提高配药效率,降低调配差错,缩短患者候药时间,是我院药学部一直努力的方向。由于我院门诊药房每天的处方量太大,本研究中仅提取了单个窗口 1 个月的门诊处方数据,故用于关联规则分析的处方数

据不够全面。未来将研究更多科室的处方数据,以解决门诊药房的布局问题,还可从科室的角度研究药品的使用情况,或科室间交叉用药的程度等。另外,2019 年底和 2020 年初逐步增加了许多“4+7”品种和一致性评价药品,在实际调整中,也会根据最新的数据实时调整 Mach4 系统的储位和存放品种,清除被替代的品种,将自动化药房的效率发挥到最高。

参考文献:

- [1] 程书彪,师少军,万景. 自动发药系统在门诊药房工作中的应用与优化[J]. 中国医院药学杂志,2016,36(7):590-593.
- [2] 王茹,辛海莉,施华宇,等. 我院门诊军人药房自动发药机应用现状调查与流程优化[J]. 中国医药导报,2017,14(17):138-141.
- [3] 王国如,吕新颜,梁茂本. 自动化发药系统在本院门诊药房的应用[J]. 中国临床研究,2015,28(4):543-544.
- [4] 何杏莲,刘锐锋,程小荣. 自动化药房系统在某三甲综合医院门诊药房的应用与评价[J]. 今日药学,2016,26(8):592-605.
- [5] 贾克斌,李含婧,袁野. 基于 Apriori 算法的数据挖掘在移动医疗系统中应用[J]. 北京工业大学学报,2017,43(3):394-401.
- [6] 何跃,王爱欣,丰月,等. 基于关联规则的门诊药房布局优化[J]. 数据分析与知识发现,2018,13(1):99-108.
- [7] 郝言,刘泽,李小娜,等. 药师应用智能药柜管理病区基数药品的分析与讨论[J]. 中国药业,2019,28(17):82-84.
- [8] 桑文涛,余芙蓉,李波,等. 自动发药机应用于医院门诊药房效果分析[J]. 中国药业,2019,28(22):84-87.
- [9] 甘永祥,张淑兰. 数据挖掘在自动化药房中的应用[J]. 中国医院药学杂志,2013,33(19):1621-1630.
- [10] 孙志勇,史香芬,张俊珂,等. 自动化药房管理信息系统在医院门诊药房的应用[J]. 中国医院药学杂志,2013,33(18):1535-1536.

(收稿日期:2020-04-07;修回日期:2020-06-25)