

基于关联规则的智能药柜内药品储位设置研究[△]

沈颖燕*, 陈秀兰, 陈细兰, 陈聪, 焦韵婷, 赖伟华, 熊志强, 李桃* [广东省人民医院(广东省医学科学院)药学部, 广州 510080]

中图分类号 R95 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2018)23-3285-04
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2018.23.25

摘要 目的:优化智能药柜内药品储位,提高药师调剂药品的工作效率。方法:调取我院门诊药房智能化药房 CONSYS 系统 2017 年 6 月的 44 916 张处方,运用 Excel 中的关联规则挖掘工具,使用 Apriori 算法计算人工发药频次高的 48 种药品的支持度、置信度,统计 2 种药品出现在同一处方中的频次。根据关联规则结果,将有关联的药品摆放在智能药柜内相邻或相近的抽屉以缩短药师取药时间。比较智能药柜内药品储位调整前后实时窗口患者平均候药时间,以评价调整效果。结果:根据关联规则计算所得支持度和置信度结果,将出现在同一处方中频次较高的药品优先放置在相邻的智能药柜内,最终共调整了智能药柜内 30 个药品的放置位置。药品储位调整前(2017 年 6 月)、后(2017 年 11 月)患者平均候药时间分别为 7.20、5.77 min(统计的处方分别为 15 465、16 108 张),两者比较差异具有统计学意义($P < 0.05$)。结论:运用关联规则可定量测量药品间的相关联系以优化智能药柜内药品储位,从而提高药师工作效率,缩短患者的候药时间。

关键词 智能化药房;关联规则;智能药柜;药品储位;优化

Study on Drug Storage Position in Intelligent Drug Cabinet Based on Association Rules

SHEN Yingyan, CHEN Xiulan, CHEN Xilan, CHEN Cong, JIAO Yunting, LAI Weihua, XIONG Zhiqiang, LI Tao [Dept. of Pharmacy, Guangdong Provincial People's Hospital (Guangdong Academy of Medical Sciences), Guangzhou 510080, China]

ABSTRACT OBJECTIVE: To optimize the drug storage position of intelligent drug cabinet, and to improve work efficiency of drug dispensing of pharmacist. METHODS: 44 916 prescriptions were collected from intelligent pharmacy CONSYS system in outpatient pharmacy of our hospital in Jun. 2017. Using association rule mining tools in Excel, Apriori algorithms was used to calculate the support and confidence of 48 drugs with high frequency of artificial drug dispensing. The frequency of 2 kinds of drug in same prescription was analyzed statistically. According to the results of association rule, the associated drugs were placed in the adjacent or nearby drawer of the intelligent drug cabinet to shorten the time for the pharmacist to take drug. The average waiting time of patients in pharmacy window were compared before and after adjusting the storage of drugs in intelligent drug cabinet so as to evaluate the effects of adjustment. RESULTS: According to the support and confidence of association rules, the drugs with high frequency in the same prescription would be placed in the adjacent intelligent drug cabinet. Finally, the position of 30 kinds of drugs had been adjusted. The average waiting time of patients were 7.20 and 5.77 min (15 465 and 16 108 prescriptions) before (Jun. 2017) and after (Nov. 2017) the adjustment of drug storage position; there was statistical significance ($P < 0.05$). CONCLUSIONS: Association rules can be used to measure drug correlation quantitatively to optimize drug storage position of intelligent drug cabinet, so as to improve work efficiency of pharmacy and shorten waiting time of patients.

KEYWORDS Intelligent pharmacy; Association rule; Intelligent drug cabinet; Drug storage position; Optimize

[12] 徐全中,温冬梅,张秀明,等.广东中山地区糖化血红蛋白检测现状调查[J].国际检验医学杂志,2014,35(1):54-55,57.

[13] 施楠楠,甄健存,谢颖,等.临床药师慢病管理工作模式的探讨[J].临床药物治疗杂志,2015,13(1):83-86.

[14] INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD. *Dietary reference intakes for energy, carbohy-*

△ 基金项目:广东省医学科学技术研究基金项目(No.B2018060)

* 主管药师。研究方向:药品调剂。电话:020-83827812。E-mail:wingyanshen@163.com

通信作者:主任药师,硕士。研究方向:药房管理。电话:020-83827812。E-mail:gzltao2006@163.com

drate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids[M]. Washington DC: National Academies Press, 2002:137-138.

[15] BARNARD ND, COHEN J, JENKINS DJ, et al. A low-fat vegan diet improves glycemic control and cardiovascular risk factors in a randomized clinical trial in individuals with type 2 diabetes[J]. *Diabetes Care*, 2006, 29 (8) : 1777-1783.

[16] 刘阳,李佳朋,方翼,等.国外药师参与糖尿病临床实践进展和启发[J].慢性病学杂志,2015,16(9):548-551.

(收稿日期:2018-05-25 修回日期:2018-09-20)

(编辑:刘明伟)

随着“新医改”政策在公立医院改革中的广泛推行^[1-2]及现代科学技术的飞速发展,医院药房需要不断完善自身信息化管理系统,并建设以自动化设备为基础的智能化工厂,从而提高自身的经营效率和服务品质。如何严格管理与维护自动化设备,合理分配人与机器之间的任务,在充分发挥自动化设备的使用效益的同时防范相关医疗错误,加强智能化药房建设,成为现在医院智能化药房质量管理的重要内容之一^[3-5]。

我院于2013年6月完成了智能化药房CONSYS系统建设,其中智能药柜作为自动发药设备重要的组成部分,实现了药品精细化管理,提高了药品的储存与调配管理水平^[6],使药师有更多时间为医护人员及患者提供更优质的药学服务。但目前,我国医院药房在智能化建设方面仍处于初级阶段,智能药柜在优化库存、提高配药效率及安全性等方面有待完善^[7]。同时,在智能药柜药品储存管理方面的相关文献报道相对较少,可供借鉴的相关经验较少。因此,为了提高智能药柜的工作效率、缩短患者的候药时间,我院药学人员通过对我院门诊药房的处方数据、药品信息和临床用药规律进行分析,运用数据挖掘关联规则方法科学设置智能药柜布局,将有关联的药品存放在相邻的位置,并将发药频次少的药品移出智能药柜,获得了较好的效果,现介绍如下,希望为同行对智能药柜的管理提供借鉴。

1 数据来源

调取我院门诊药房CONSYS系统2017年6月的44 916张处方,对处方信息进行数据提取分析,包括每张处方上的药品品种、每个品种药品的发药量和发药频次。

2 统计人工发药频次排名高的药品

统计出由药师人工调配的品种共有236个,人工发药次数共25 024次。最后选出人工发药频次最高的48种药品并依次排序,这48种药品人工发药频次占总人工发药频次的81.1%,每种药品发药频次均≥72次。人工发药频次排名前48位的药品见表1。

3 纳入与排除标准

3.1 纳入标准

包含人工发药频次排名前48位的药品的处方。

3.2 排除标准

(1)未包含人工发药频次排名前48位的药品的处方。(2)仅含有1种人工发药频次高的药品的处方。

4 关联规则分析

关联规则(Association rule)是在大量的看似没有任何关系的数据中,发现数据间存在的潜在的关联关系,分析事物之间的关联性^[8]。比如可通过关联规则统计出2个不同类的药品出现在同一处方中的可能性。

4.1 关联规则的数据预处理

运用Excel的关联规则挖掘工具^[9],使用Apriori算法分析上述48个药品品种使用情况。药品数据处理时首先将数据输入Excel表中,制成矩阵图。若某药品出现

表1 人工发药频次排名前48位的药品

Tab 1 Top 48 drugs with frequency of artificial drug dispensing

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	阿托伐他汀钙片	2 512	17	复方甲氧那明胶囊	386	33	肺力咳合剂	182
2	瑞舒伐他汀钙片	2 160	18	洋托拉唑肠溶片	321	34	银黄含化片	173
3	氯吡格雷片	1 588	19	开塞露	316	35	华法林钠片	152
4	阿司匹林肠溶片	1 033	20	骨通贴膏	298	36	七叶洋地黄双苷滴眼液	141
5	非那雄胺片	901	21	螺内酯片	285	37	尼麦角林片	141
6	艾司唑仑片	888	22	三维B片	257	38	克感利咽口服液	127
7	坦索罗辛缓释胶囊	730	23	阿法骨化醇软胶囊	251	39	板蓝根颗粒	119
8	阿普唑仑片	719	24	氯硝西泮片	242	40	蓝芩口服液	96
9	骨化三醇胶丸	683	25	舍曲林片	231	41	普拉克索片	96
10	阿卡波糖片	609	26	美金刚片	221	42	氢氯噻嗪片	94
11	比索洛尔片	531	27	活血止痛膏	217	43	恩替卡韦片	88
12	多奈哌齐片	463	28	伏格列波糖片	217	44	多潘立酮片	86
13	麝香跌打风湿膏	434	29	多烯磷脂酰胆碱胶囊	204	45	单硝酸异山梨酯片	76
14	艾司奥美拉唑镁肠溶片	425	30	左旋甲状腺素片	204	46	一清胶囊	74
15	唑吡坦片	403	31	呋塞米片	194	47	别嘌醇片	72
16	抗病毒口服液	388	32	瑞格列奈片	184	48	甲泼尼龙片	72

在处方中,则其取值定为“1”,若某药品未出现在处方中,则不需录入任何数据。在2017年6月份的44 916张处方中,针对这48种药品提取出527条患者处方信息,即数据出现总条数(D)为527。由此建立Excel表格作为数据库后才可运用该软件进行计算。数据库建立示例见图1。

患者姓名	坦索罗辛缓释片	非那雄胺片	氯吡格雷片	阿托伐他汀钙片	艾司唑仑片	阿司匹林肠溶片	比索洛尔片	螺内酯片	呋塞米片
王强									1
李娜			1	1					
张明	1				1				
陈伟			1	1					
刘红			1					1	1
孙亮				1					
周丽								1	
吴涛	1					1			
赵敏			1	1					
钱刚			1	1					
孙平	1								
李静					1				
王芳			1	1					
张丽			1						
陈刚									
孙平									
李静			1	1					
王芳			1		1				
张丽									

图1 数据库建立示例

Fig 1 Examples for database establishment

4.2 参考关联规则调整药品位置

运用关联规则可分析不同品种药品同时出现在同一处方中的可能性,即不同药品间是否潜在某种关联性。根据关联规则所得结果,将有关联的药品摆放在智能药柜相邻或相近的抽屉,为药师设置智能药柜布局提供科学客观的建议。

4.2.1 参考关联规则的支持度调整药品在智能药柜内的位置 在关联规则中,“药品A=>药品B”的支持度是指同时使用药品A和药品B的概率,用以度量药品间关

联规则的频次与重要性。记为“ $\text{support}(A \Rightarrow B) = A$ 和 B 同时出现频次/数据出现总条数 = $\text{count}(A \cup B) / \text{count}(D)$ ”。以此计算48个药品各品种间的关联性,同时出现的频次及支持度排名前20的药品见表2。

表2 频次及支持度排名前20位的药品

Tab 2 Top 20 drugs in the list of frequency and support

序号	项集	频次	支持度
1	阿托伐他汀钙片,氯吡格雷片	38	7.21
2	呋塞米片,螺内酯片	26	4.93
3	坦索罗辛缓释胶囊,非那雄胺片	23	4.36
4	艾司唑仑片,阿托伐他汀钙片	22	4.17
5	泮托拉唑肠溶片,阿司匹林肠溶片	22	4.17
6	瑞舒伐他汀钙片,氯吡格雷片	22	4.17
7	螺内酯片,阿司匹林肠溶片	13	2.47
8	比索洛尔片,瑞舒伐他汀钙片	12	2.28
9	呋塞米片,阿司匹林肠溶片	12	2.28
10	呋塞米片,螺内酯片,阿司匹林肠溶片	11	2.09
11	泮托拉唑肠溶片,氯吡格雷片	11	2.09
12	比索洛尔片,阿司匹林肠溶片	11	2.09
13	泮托拉唑肠溶片,阿托伐他汀钙片	10	1.90
14	瑞舒伐他汀钙片,阿司匹林肠溶片	10	1.90
15	阿司匹林肠溶片,阿托伐他汀钙片	10	1.90
16	唑吡坦片,艾司唑仑片	10	1.90
17	螺内酯片,泮托拉唑肠溶片	9	1.71
18	瑞舒伐他汀钙片,艾司唑仑片	9	1.71
19	阿普唑仑片,阿司匹林肠溶片	8	1.52
20	活血止痛膏,麝香跌打风湿膏	7	1.33

由表2可见,频次排在第1的是氯吡格雷片与阿托伐他汀钙片,38次,支持度为7.21,即可优先将阿托伐他汀钙片与氯吡格雷片放在智能药柜内的相邻位置,其次将频次排序第4的艾司唑仑片放在阿托伐他汀钙片附近位置,频次排序第6的瑞舒伐他汀钙片则可放在氯吡格雷片附近的位置。另外,呋塞米片和螺内酯片同时出现的频次为26,支持度为4.93,排在第2位,可将这2种药品可放在智能药柜内相邻位置,然后将频次排序第7的阿司匹林肠溶片放在螺内酯附近的位置,将频次排序第5的泮托拉唑肠溶片放在阿司匹林肠溶片附近的位置,由此类推,最终确定这48个药品在智能药柜中的位置。

4.2.2 参考关联规则的置信度调整药品在智能药柜内的位置 在关联规则中,“药品 $A \Rightarrow$ 药品 B ”的置信度是指在使用药品 A 的基础上再使用药品 B 的概率,以此度量药品间关联规则的强度、可靠性。记为“ $\text{confidence}(A \Rightarrow B) = A$ 和 B 同时出现频次/ A 出现的总频次 = $\text{count}(A \cup B) / \text{count}(A)$ ”。

按置信度排序前20位的药品见表3。

由表3可见,置信度排序第1的是坦索罗辛缓释胶囊,泮托拉唑肠溶片与甲泼尼龙片,置信度为2.07,提示在处方中出现坦索罗辛缓释胶囊、泮托拉唑肠溶片的基础上再出现甲泼尼龙片概率最高,可将这3个药品优先放在药柜相近位置。排序第2的是阿法骨化醇软胶囊、氯吡格雷片,复方甲氧那明胶囊可摆放在与这2个药相

近的位置,由此类推。但同时注意须按药房工作环境等实际情况调整药品的位置。

表3 置信度排序前20位的药品

Tab 3 Top 20 drugs in the list of confidence

序号	规则	置信度
1	坦索罗辛缓释胶囊,泮托拉唑肠溶片 \Rightarrow 甲泼尼龙片	2.07
2	阿法骨化醇软胶囊,氯吡格雷片 \Rightarrow 复方甲氧那明胶囊	1.85
3	左旋甲状腺素片,唑吡坦片 \Rightarrow 氯硝西泮片	1.85
4	舍曲林片,螺内酯片 \Rightarrow 氢氯噻嗪片	1.70
5	一清胶囊 \Rightarrow 阿法骨化醇软胶囊	1.68
6	呋塞米片,非那雄胺片 \Rightarrow 瑞格列奈片	1.64
7	骨化三醇丸,泮托拉唑肠溶片 \Rightarrow 七叶洋地黄双苷眼水	1.50
8	瑞格列奈片,瑞舒伐他汀钙片 \Rightarrow 阿卡波糖片	1.47
9	氢氯噻嗪片,艾司唑仑片 \Rightarrow 舍曲林片	1.43
10	伏格列波糖片,艾司唑仑片 \Rightarrow 左旋甲状腺素片	1.40
11	氯硝西泮片,唑吡坦片 \Rightarrow 左旋甲状腺素片	1.40
12	别嘌醇片,非那雄胺片 \Rightarrow 左旋甲状腺素片	1.40
13	呋塞米片,泮托拉唑肠溶片 \Rightarrow 螺内酯片	1.15
14	七叶洋地黄双苷滴眼液,非那雄胺片 \Rightarrow 多奈哌齐片	1.08
15	复方甲氧那明胶囊,螺内酯片 \Rightarrow 呋塞米片	1.03
16	复方甲氧那明胶囊,比索洛尔片 \Rightarrow 呋塞米片	1.03
17	氢氯噻嗪片,瑞舒伐他汀钙片 \Rightarrow 螺内酯片	1.02
18	艾司唑仑片,呋塞米片 \Rightarrow 螺内酯片	1.02
19	伏格列波糖片,阿托伐他汀钙片 \Rightarrow 麝香跌打风湿膏	0.98
20	阿卡波糖片,泮托拉唑肠溶片 \Rightarrow 螺内酯片	0.95

在调整智能药柜内药品位置时,均可参考关联规则药品间的支持度与置信度。但支持度更能体现2个药品之间的相互关系,而置信度则可以体现2个或2个以上药品的关联性。因此可根据具体实际工作情况,参考关联规则药品的支持度或置信度来调整药品位置。

5 智能药柜内药品储位优化效果

5.1 智能药柜内药品储位调整情况

本药房参考关联规则分析结果,最终共调整了智能药柜中30个药品的储位,将有关联的药品摆放在智能药柜相邻位置,并将出现频次较高的药品,例如氯吡格雷片、阿托伐他汀钙片、呋塞米片、螺内酯片、坦索罗辛缓释胶囊、非那雄胺片等药品放在药师较容易拿取的地方,方便药师取药。另外在智能药柜内增加克感利咽口服液、抗病毒口服液、肺力咳口服液等14种原本由人工调配的机外药品。

5.2 实时窗口患者候药时间

收集我院药房2017年6月15 465张处方信息(智能药柜中药品储位调整前)与2017年11月16 108张处方信息(智能药柜中药品储位调整后),提取CONSIS系统中的相关数据,统计患者的候药时间,比较智能药柜中药品储位优化前后实时窗口患者平均候药时间。结果表明,通过调整智能药柜药品品种和药品储位,实时窗口患者平均候药时间从优化前的7.20 min缩短至5.77 min,缩短了1.43 min。使用SPSS 22.0软件中配对 t 检验进行分析,调整前、后两组数据对比,差异均有统计学意义($P < 0.05$),详见表4。

6 讨论

6.1 采用关联规则能有效优化智能药柜内药品储位

表4 智能药柜内药品储位调整前、后患者平均候药时间比较

Tab 4 Comparison of average wait time of the patients before and after adjusting drug storage position in the intelligent drug cabinet

评价指标	6月(调整前)		11月(调整后)	
	实时窗口处方张数	实时窗口患者平均候药时间,min	实时窗口处方张数	实时窗口患者平均候药时间,min
第1周	4 042	7.89	3 872	5.68
第2周	3 573	6.02	3 994	5.53
第3周	3 925	7.78	4 544	6.04
第4周	3 925	7.12	3 698	5.83
平均候药时间		7.20		5.77
合计	15 465		16 108	

智能药柜作为自动发药机实时窗口药品调剂的补充,分别摆放在智能化药房实时窗口发药药师位置旁。由于智能药柜属于半自动设备,当药柜系统收到信息后会弹出抽屉,药师根据指示人工取药,所以在此过程中,人机配合十分重要^[10]。为进一步促进人机的相互配合,提高药师和智能药柜的调配速度和准确性,合理调整智能药柜药品储存量和科学设置智能药柜布局是关键^[11-12]。我院药师基于关联规则,结合支持度、置信度的判定,对48种人工调配频次高的药品进行分析,统计不同品种药品同时出现在同一张处方中的可能性,由此确定药品摆放规律,重新调整智能药柜内药品的储位。从而方便药师取药,减轻药师工作压力,缩短患者候药时间,也可为智能化药房建设提供客观的参考建议。

6.2 关联规则方法优化药品储位优缺点

在药房的处方调配中,单张处方经常出现包含2种或多种药品的现象,但这几种药品之间并不能以药理作用体现各药品间的密切关系,难以找出其规律。而使用关联规则,由于其算法结构简单,可基于规则支持度、置信度定量测量药品间的关联,从而可保证优化药品储位的方法合理性与结果的客观性。

但笔者认为,在实际工作中还需注意由于季节变化或医院用药目录的改变等原因而影响药品的用量,故应该根据药房自身实际用药变化调整药品在智能药柜内的储位。在关联规则分析过程中,数据统计软件需要与医院信息系统(HIS)结合,并需要收集大量的候选集,以及对数据库的全部记录进行重复扫描,故数据的预处理非常烦琐复杂,可能会耗费过多的人力物力资源^[13]。所以本药房在实际操作中,一旦确定好各药品储位,只在需要时统计单独的需要拆零的新进药品,其中发药频次高者则单独加入智能药柜中。另外,若发现发药频次减少或不再使用的药品,便立即移出智能药柜即可,无需频繁使用关联规则重新调整智能药柜内的所有药品。

6.3 数据挖掘在智能化药房中的应用

随着信息化水平的不断进步,数据挖掘技术在医学药学领域中已被广泛使用^[14],数据挖掘技术能够描述大量整体数据的潜在关系并预测其发展趋势,找出具有较

高决策价值者,为工作与管理等提供参考指导。对于智能化药房药品储位设计,可运用多种数据挖掘方法对药品处方信息和药房发药量进行分析,根据本院医师临床用药特点结合距离优先原则,对机内外药品储位进行更合理的设计,从而缩短取药路径,减少药师工作压力,提高智能化药房工作效率^[15-16]。

参考文献

- [1] 李铁,王跃芬.关于药品零差价的几点思考[J].中医药管理杂志,2012,20(10):990-992.
- [2] 王轶,张留弟,陈璐,等.新医改背景下基于VMI模式建立的医院药房管理新模式探讨[J].中国药房,2015,26(28):3953-3956.
- [3] 国家卫生和计划生育委员会医政医管局.关于加强药事管理转变药学服务模式的通知[S].2017-07-12.
- [4] 合理用药国际网络中国中心组临床安全用药组.药物不良反应杂志.智能药柜应用环节用药错误识别与防范指导原则[J].药物不良反应杂志,2016,18(2):83-87.
- [5] PELAYO S, HASSLRE S, BERNONVILE S. Safety-oriented usability test of a semi-automated unit dose system: role of task allocation between human and machine[J]. *Stud Health Technol Inform*, 2013, 194(1):103-109.
- [6] 陈聪,沈颖燕,陈秀兰,等.动作分析原理在智能药柜精细化管理应用的研究分析[J].今日药学,2018,28(3):175-178.
- [7] 张琪,梁欣,刘洋,等.智能药柜在美国医院的应用概况及在我国的发展[J].中国药房,2016,27(13):1865-1867.
- [8] JIAWEI HAN, MICHELINE KAMBER. 数据挖掘概念与技术[M].范明,孟小峰,译.2版.北京:机械工业出版社,2007:196-203.
- [9] 周怡.卫生信息与决策的支持[M].北京:人民卫生出版社,2014:53-70.
- [10] 高善荣,田佳鑫,李培红. EIQ-ABC分析方法在药房自动化方案设计中的应用[J].中国药房,2014,25(33):3118-3121.
- [11] MCCARTHY BC, FERKER M. Implementation and optimization of automated dispensing cabinet technology[J]. *Am J Health Syst Pharm*, 2016, 73(19):1531-1536.
- [12] O'NEIL DP, MILLER A, CRONIN A, et al. A comparison of automated dispensing cabinet optimization methods [J]. *Am J Health Syst Pharm*, 2016, 73(13):975-980.
- [13] 张寅,谢雁鸣,陈岑,等.基于关联规则Apriori算法的真实世界复方苦参注射液治疗恶性肿瘤西药联合应用特征研究[J].中南药学,2016,14(12):1281-1286.
- [14] 沈小庆,盛炳义,方曙,等.数据挖掘技术在医院药学中的应用[J].中华医院管理杂志,2006,22(8):549-551.
- [15] 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):1621-1622.
- [16] 王汾雁,李志蜀,钟涵,等.数据挖掘技术在中药自动发药系统中的应用[J].计算机应用研究,2007,24(9):31-33.

(收稿日期:2018-06-18 修回日期:2018-09-10)

(编辑:刘 萍)