· 检验科与实验室管理 ·

Excel 规划求解在检验科尿常规工作流程中的应用

张洪波,桂清荣,彭　政,孙自镛
(华中科技大学同济医学院附属同济医院检验科,武汉 430030)

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2011.19.061　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1673-4130(2011)19-2283-03

检验科实验室管理过程中,一方面需要宏观的管理理论作为指导,另一方面需要微观的管理模型来达到局部管理的最优化,从精细化的管理角度入手,最终达到实验室管理的最优化。张洪波等[1]曾报道利用 Arena 软件进行离散事件的仿真模拟来对门诊检验科的工作流程进行再造并优化改进,Arena 软件能很好地进行流程设计,调节各资源的配比,使管理流程达到一种最优化,但没有融入成本的因素,因此其解决了流程优化问题,但不能说明这一流程是否为经济模型。现通过对门诊尿常规的工作流程进行剖析并构建 Excel 模型,利用 Excel 表格的相关文献较多[2-4]。但本组则是利用 EXCEL 加载项规划求解从而找出最合理的经济模型,为实际的工作调整起到战略性的指导意义[5-6]。

1　规划求解模型的构建

1.1　模型及相关参数说明　为了便于对模型的理解,首先给出模型,并对相关参数进行逐一介绍,见图 1。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	尿常规工作流程规划求解模型							
3								
4	资源	尿干化学分析仪	尿沉渣分析仪	尿标本接收	尿标本发送	尿标本镜检		镜检率
5								0.30
6	资源备注	clintek Atlas	sysmex UF-1000i	技术工人	技师	技师		
7								成本
8	成本(元/天)	340	170	50	300	300		0.00
9								
10	处理能力(个/小时)	200	70	78	120	30		利润
11								0.00
12	资源下限	1≤	1≤	1≤	1≤	1≤		
13	资源数	0	0	0	0	0		净利润
14	资源上限	≤4	≤4	≤4	≤4	≤4		0.00
15								
16	成本累积(元)	0	0	0	0	0		处理能力标准差
17						0		0.00
18	资源总处理能力(个/小时)	0	0	0	0	0		
19	镜检数(个)	0	0	0	0	0		

图 1　门诊尿常规规划求解模型

B2、F2:模型标题。

B4、F4:模型中所涉及的资源种类。

B6、F6:各资源的具体类型,其中尿干化学分析仪采用西门子公司的 CLINITEK ATLAS 及其原装干化学试纸条、校准液和伯乐干化学质控品;尿沉渣分析仪采用日本 SYSMEX 公司的 UF-1000i 及其原装试剂(包括质控品和标准品);门诊窗口接收标本的人员由该科室的技术工人完成;尿标本报告的审核发送及标本的镜检由该科室的检验技师完成。

B8:CLINITEK ATLAS 尿干化学分析仪每日的设备折旧,此设备折旧期为 5 年,相关公式:每日折旧=设备申购总额/5/12/30(元)(每月以平均 30 d 计)。

C8:UF-1000i 尿沉渣分析仪每日的设备折旧,此设备折旧期为 5 年,相关公式:每日折旧=设备申购总额/5/12/30(元)(每月以平均 30 d 计)。

D8:1 名技术工人每天所需花费的成本,相关公式:技术工人每日成本=月薪酬总额/30(元)(每月以平均 30 d 计)。

E8、F8:1 名检验技师每天所需花费的成本,相关公式:检验技师每日成本=月薪酬总额/30(元)(每月以平均 30 d 计)。

B10、F10:表示对应的设备和人员 1 h 所能处理的尿标本个数,需要说明的是,两种设备的处理速度没有采用公司官方提供的相应测试处理速度,是因为根据实际的工作给予了修正,以使模型得出的结果更接近真实值,各实验室在建模过程中可根据自身的实际情况来对设备的测试速度进行设定。

B13、F13:表示尿常规工作流程中需要的设备和人员数,也是此模型中研究的重点,同时也是模型中的可变单元格,通过这些资源配比的改变,即可找出符合要求的各资源数。

B12、F12 和 B14、F14:对资源数的限定范围,资源的最小单位是 1,所以选择资源数不小于 1,资源的上限理论是不限制的,但资源数过多,对患者大厅的容载能力以及室验室自身的大小都有相应的要求,所以在此将资源的上限设为 4,是根据实验室大小、患者大厅大小等多因素考虑而制定的。

B16、F16:表示对应资源数下的成本总和,以 B16 单元格为例:如果尿干化学分析仪 CLINITEK ATLAS 的数量为 2 台,则其当日的成本为 2 乘以 340 即 680 元,反应在 Excel 表格中时,利用 SUMPRODUCT 函数来解决上述的思维过程,其相关的完整公式为:B16=SUMPRODUCT(B8、B13)。对应的 C16、D16、E16、F16 和 B16 相同,即为对应单元格的乘积。

B18、F18:表示对应资源数下每小时所能处理的尿标本数,以 B18 单元格为例:如果尿干化学分析仪 CLINITEK ATLAS 的数量为 3 台,则其当日每小时尿标本的处理数为 3 乘以 200 即 600 份,反应在 Excel 表格中时,同样利用了函数 SUMPRODUCT,完整公式为:B18=SUMPRODUCT(B10、B13)。对应的 C16、D16、E16、F16 和 B16 相同,为对应单元格的乘积。

B19、E19:表示对应标本总数下需要镜检的尿标本数,以 B19 为例:如果每小时有 600 份尿标本,则需要镜检的尿标本为 600 乘以镜检率(单元格 H5)0.30 即 180 份尿标本,对应单元格的公式:B19=B18×H5,H5 表示乘上固定的单元格 H5,即 B19、E19 为 B18、E18 和固定单元格 H5 和乘积。

H5:表示镜检率,也就是尿标本需要镜检的比例,这里需要说明两点:(1)镜检的方法为将尿标本在 400 r/min 离心 5 min;(2)镜检标准:①干化学部分和尿沉渣部分结果不一致时(如尿干化学 RBC 阴性而尿沉渣 RBC 为 300/μL);②医师要求镜检;③尿沉渣部分管型、真菌及结晶阳性的标本。就目前为此,哪种类型的尿液需要镜检还无统一的标准,所以上述镜检标准是根据该科室实际工作总结而成。

H8:仅表示资源当日成本的总和,对应函数公式:H8=SUM(B16、F16)。

H11:表示除去试剂成本后的当日总利润,对应函数公式:利润=尿标本总数×[尿标本价格-(每份尿干化学试纸条的成本+每份尿沉渣标本所需的成本)],每份尿干化学试纸条的成本可以由试剂价格除以试纸条的数量获得,针对每份尿沉渣的成本而言,因为当日每份标本的成本和质控品存在反函数关系,所以不容易通过当日标本数来统计每份尿沉渣标本的成本,可以通过每月的试剂(包括质控和标准品)总消耗除以总标本量获得平均成本,通过对近 3 个月的工作量统计得出平均每

份尿标本的总试剂成本为 10 元，本模型中以 10 元计，现在每份尿标本的测试价格为 28 元（此价格由医院的级别决定），因此每份尿标本的利润为 18 元。重回单元格 H11，其公式：H11＝18×4×1.3×MIN(B18、E18)，18 即每份尿标本的利润，4 为上午工作时间 4 h，此处没有将工作时间设为 7 h，是由检验科的工作性质决定的，一般检验科上午工作 4 h 很饱和，下午的工作量相对少一些，因此在这里加入了一个修正系数 1.3，用其乘上 4 来表示实际总时效，MIN(B18、E18)表示的是尿标本处理流程中的一个最小的处理速度，因为这条流水线所能处理的最多标本数是由这一流程中的最小速度决定了。

H14：表示净利润，即除去各项成本后的利润，其对应的函数公式：H14＝H11－H8。

H17：表示 B18、E18 单元格中数据的标准差，即 H17＝STDEV(B18、E18)，引入这一函数是为了评估整个工作流程的效率，对一个流水线而言，其最优的生产效率即各环节的处理速度相一致，反应在数学公式上即各数据的标准差为零，所以此处引入了此函数是希望在评价利润的同时兼顾对工作流程的效率。

1.2　模型所需的“规划求解”加载　本规划求解采用 microsoft office 2007 版[7-8]，需要说明的是初装的 OFFICE 一般不加载规划求解的宏模块，所以需要手动加载，具体加载方法可以利用查找 Excel 帮助来对规划求解宏进行加载，当数据菜单下的分析模块中出现“规划求解”选项则说明加载成功，可供研究使用。

2　规划求解模型的运行

规划求解加载项及模型设计完成后，运行如图 1 所示的模型，点击“数据”菜单下的“规划求解”按钮，并对可变单元格及相关约束条件进行设置，首先将目标单元格锁定为净利润，并要求其取得最大值，可变单元格即资源数对应的各值(B13、F13)，约束条件为：对应的资源数不小于 1，同时不大于 4，由于实际过程中这些资源都是整数，所以这里添加了约束条件资源数都为整数，为了使镜检环节不制约工作流程，加入了约束条件镜检处理速度不小于流程中的最小处理速度，同时为了节约资源，镜检的处理速度不大于流程中的最大处理速度。同时进入参数对话框对资源数非负做相关的设置，设置完成后点击“确定”返回上级菜单，继续点击参数设置对话框中的“求解”得出相应的规划求解数据。在运行此模型的过程中，可获得两个局部最优解。需要说明的是，因为净利润在资源数的变化下为非线性函数，所以此模型需要采用非线性模型，即在上图的“选项”中无需选择“采用线性模型”；净利润函数曲线的非线性决定其可能出现多个极值，此模型得到的两个局部最优解就是净利润函数曲线的两个极值。见表 1。

表 1　最优解对应的资源数表

资源备注	Atlas	UF-1000i	工人	技师 1	技师 2	模型名称
资源数 1	1	2	2	1	2	12212 模型
资源数 2	2	4	4	3	3	24433 模型
资源数(H17)	1	3	3	2	2	13322 模型

前面提到过 H17，即对整个系统进行效率评估的参数，也就是可以将处理标准差作为研究对象求其极值，同样可以对其进行非线性的规划求解，得出系统运行效率最优（系统各环节闲置率最低）时的各资源配比情况，反应在模型中即求出处理能力标准差的最小值，重新将 H17 作为规划求解参数中的设置目标单元格，并选择最小值，运行模型，得到结果。

3　模型讨论

在此模型中，各环节的最小处理速度（即瓶颈处理速度）决定着系统处理标本的能力，反应在实际工作中即为标本量，根据检验科的工作特点，将工作量拆分为上午和下午，上午可以根据系统的处理能力得到上午最大工作量，也就是不间断的连续工作。为了保证工作的质量，不至于让员工始终保持一种高饱和度、高强度的工作状态，在这里引入二八定律[9-10]将上午的工作量乘以 80%，即让其工作的饱和度为 80%，得到了上午最适工作量，下午的工作量在前面模型（H11）设计时，曾提到过修正系数 1.3，即下午的工作量为上午的 0.3 倍，工作量相对不饱和，所以未对其进行二八定律的修正，这样就得出了相应的全天最大工作量和全天最适工作量，明确了对应工作量下的经济模型。见表 2。

表 2　3 种模型的瓶颈速度及工作量统计

模型名称	瓶颈处理速度	上午最大工作量	上午最适工作量	下午工作量	全天最大工作量	全天最适工作量
12212 模型	尿标本发送	480	384	144	624	528
24433 模型	尿沉渣分析仪	1 120	896	336	1 456	1 232
13322 模型	尿干化学分析仪	800	640	240	1 040	880

从经济效益的角度出发，“24433 模型”是首要的选择，为了使系统各环节的资源达到一个较好的协作效率即降低闲置，“13322 模型”则是一个合理的选择，但在实际工作中，还要考虑另一个因素，即科室的实际工作量，就目前为止，该科室的当日尿常规门诊工作量处于 350 份左右，还低于 528 人份/天，所以“12212 模型”还是该科室正在追求的经济模型。如何让所处的工作模式尽可能的趋于经济模型，还需要借助 Arena 离散事件模拟软件这一工具，有文献报道根据现有的工作量模拟出最优的工作模型：“12111 模型”，而根据 Arena 设计的工作流程引入到规划求解模型中，得出“12212 模型”的经济模型，两者对比见表 3。

表 3　Arena 模型与规划求解模型比较

模型名称	成本(元)	净利润(元)	投资回报率(%)	处理能力标准差
12111 模型	1 330	5 970	448.8	50.74
12212 模型	1 680	9 552	568.6	34.02

相比而言，Arena 软件模拟较为单纯，应为工作量的最优模型，当加入了成本因素后发现其相对经济模型而言具有较低的投资回报率和资源配比协调度（因为其处理能力的标准差大于经济模型）。所以 Arena 离散事件模拟技术要以规划求解为

依托来改善工作流程。工作流程及相关参数一定,经济模型就一定。在现有的工作量还达不到经济模型的情况下,可能通过 Arena 软件对工作流程进行改造或对模型中的相关参数进行改进,如"镜检率"参数,可以引进一些带图像处理功能的尿沉渣分析仪来降低镜检率,如将镜检率由 0.3 降低到 0.2,修改规划求解里的相关参数并运行模型,可以得到一个资源配比效率最优模型:"12211 模型",这一模型与得到的"12212 模型"经济相接近,最理想的情况并是 Arena 模拟出来的最优工作流程和对应工作流程下规划求解的经济模型匹配。

总体而言,规划求解得出的经济模型并使其成为工作流程改进的战略指导依据,对现有的工作流程要想其在经济模型下运行,工作流程一定的情况下,工作量低于经济模型时可通过营销手段来增加工作量(如可以加强患者的健康意识,并对其进行培训,增加尿常规的检测人数,即增加工作量),使其达到经济模型,从而为科室创造最优的经济效益;再则可利用 Arena 软件来对现有的工作流程进行重新设计,打破现有的工作流程模式,找出最优的工作流程资源配比,然后建立与之相匹配的规划求解模型,以规划求解的经济模型为指导来修正 Arena 设计的工作流程,进而使两种模型相一致。在这一条件下并可将 Arena 设计出的工作流程对现有的工作流程进行实际性的改造。

通过这种方式即节约了流程改造过程中的成本,又提高了流程改造的效率。各医院可根据自身的相关参数,利用 Arena 软件设计出工作流程,进一步结合规划求解的方法找出符合自身的经济模型,从而使科室在进行流程改造的过程中做到有的放矢。微观层面,科室运营达到一种精细化的管理模式;宏观层面,科室在健康、稳健的环境下快速有序地发展。

参考文献

[1] 张洪波,胡斌,钱任. 基于 Arena 的检验科资源配置优化研究[J]. 国际检验医学杂志,2011,32(11):6167-6168.

[2] 程明刚. Excel 软件对 NCCLSEP10-A2 实验数据的处理及应用[J]. 国际检验医学杂志,2011,32(1):110-112.

[3] 曾海英,邓勉君. 利用 Excel 自动化处理生化质控数据[J]. 国际检验医学杂志,2010,31(8):910-911.

[4] 段秋林,殷海燕,樊超英,等. 新鲜全血标本在多台血细胞分析仪间室内质控中的应用[J]. 国际检验医学杂志,2010,31(2):187-188.

[5] 袁进,石磊,赵树进. 基于 Excel 函数求解血管外给药二室模型的药动学及隔室模型参数[J]. 中国药房,2008,19(2):106-108.

[6] 金爱莲. Excel 在医院成本核算中的应用[J]. 数理医药学杂志,2010,23(06):727-728.

[7] Angus M,Brown A. Step-by-step guide to non-linear regression analysis of experimental data using a Microsoft Excel spreadsheet[J]. Computer Methods and Programs in Biomedicine,2000,65(3):191-200.

[8] Meineke I,Jurgen B. Simulation of complex pharmacokinetic models in Microsoft Excel[J]. Computer Methods and Programs in Biomedicine,2009,88(3):239-245.

[9] 葛云霞."二八定律"在 ICU 护理管理中的应用[J]. 中华护理教育,2010,7(5):239-240.

[10] 邓晶儿,吴小红. 二八定律在提高静脉输液质量中的应用研究[J]. 南昌大学学报:医学版,2010,50(6):57-58.

(收稿日期:2011-06-09)

· 检验科与实验室管理 ·

新生儿血型鉴定的常见问题和处理

周金安,刘慧芳

(华中科技大学同济医学院附属同济医院输血科,武汉 430030)

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2011.19.062　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1673-4130(2011)19-2285-03

在新生儿血型鉴定中,因其红细胞抗原数量少,自身抗体还未产生,同时受母体抗体干扰等原因,血型鉴定难度相对较成人更大。同时,因为新生儿血容量小、耐受力差,输血过程中极弱的凝集可能带来很严重的后果,所以其输血需要非常慎重,对血型的准确鉴定至关重要,是输血的第一步。

1　新生儿的血型抗原特点

新生儿红细胞上的 A1 抗原位点数量约为(250～370)×10^3 个,B 抗原位点数量约为 200×10^3 个,而成人红细胞上的 A1 抗原位点数量为(810～1 170)×10^3 个,B 抗原位点数为(610～830)×10^3 个,新生儿红细胞所带的 A、B 抗原位点数目只有成人红细胞数目的 25%～50%。但新生儿 Rh 血型系统已基本发育成熟,出生时其抗原数量基本和成人相同[1]。ABO 血型系统抗原数量较少,导致新生儿血型鉴定中可能出现弱的凝集或者混合视野的凝集,特别是 B 抗原,其数量相对更少,在正定型时,可能出现很弱的凝集。

2　新生儿的血型抗体特点

2.1　新生儿自然抗体的特点　ABO 血型系统的抗体多为自然产生的抗体,是自然环境中的 A 和 B 物质免疫的结果,一般在胎儿初生 3 个月后检出,而后效价会逐渐增高,到 5～10 岁时达到成人水平[2]。6 个月以内的婴儿血清抗体大多含量不高,而且其效价比较低,与抗原结合能力也比较弱,因此通过检测血清中的抗体来鉴定其真实血型意义不大[3]。

2.2　获得性抗体　母体内的 IgG 类抗-A 和抗-B 抗体可以通过胎盘,这些抗体可以游离于新生儿血清中,也可以与红细胞发生结合从而致敏红细胞[4]。游离的 IgG 类抗体可以在盐水介质中凝集红细胞,从而导致反定型的假阳性结果,被致敏的红细胞上结合的抗体可能干扰诊断血清与红细胞抗原的结合,导致假阴性的正定型结果,所以对新生儿血型鉴定反定型意义的评估是比较重要的[5]。

3　影响抗原鉴定的因素和处理

3.1　弱抗原与弱凝集　因为新生儿红细胞抗原数量未发育到成人水平,现有的单克隆抗体检测水平可能与其发生较弱的凝集甚至不凝集。在成人血型鉴定时,减弱的凝集可能判定为亚型、抗原减弱等情况,但在新生儿血型鉴定中,要充分考虑抗原