

BP 神经网络模型对临床红细胞用量的预测可行情况分析

禩健蓉¹ 张滢心²

[摘要] 目的:探讨 BP 神经网络模型预测临床红细胞用量的可行性。方法:调取佛山市顺德区 2012-01—2018-12 临床去白细胞悬浮红细胞用量,并根据此数据采用 BP 神经网络模型预测 2019-01—2019-09 我区临床去白细胞悬浮红细胞用量。结果:只有 2019 年 2 月份预测值与实际值之间的偏差绝对值相对较大,为 27.6%,其余月份的偏差绝对值均<10%。结论:BP 神经网络可以有效地为血站采供血部门制定采、供血计划提供科学依据,以更好地促进血液资源的合理利用,并保障临床用血的及时、高效性。

[关键词] BP 神经网络;红细胞用量;预测

doi:10.13201/j.issn.1004-2806-b.2020.08.009

[中图分类号] R555 **[文献标志码]** A

Exploration of feasibility of BP neural network model for predicting dose of clinical red blood cells

XUAN Jianrong¹ ZHANG Yingxin²

(¹Center Blood Station of Shunde District in Foshan, Foshan, 528000, China; ²Grade 2017, School of Ophthalmology, Wenzhou Medical University)

Abstract Objective: To investigate the feasibility of BP neural network model for predicting the dose of clinical red blood cells. **Method:** The monthly dose of clinical leukocyte-suspended red blood cells in Shunde District of Foshan City from January 2012 to December 2018 was collected. BP neural network model was used to predict the amount of clinical leukocyte-suspended red blood cells in our district from January 2019 to September 2019 based on this data. **Result:** The absolute value of deviation between the predicted and actual values in February 2019 was relatively large, which was 27.6%, and the absolute value of deviation in the remaining months was 10%. **Conclusion:** The BP neural network can effectively provide a scientific basis for the blood collection and supply department to develop mining and blood supply plans, so as to better promote the rational use of blood resources and ensure the timely and efficient use of clinical blood.

Key words BP neural network; red blood cell dosage; predict

近些年,随着医疗技术的快速发展,临床对血液的需求量越来越大,自 2016 年以来,随着顺德医疗卫生改革、广东省著名医学高校接管我区二甲和三甲医院,我区面临的临床用血压力不断增大的形

势更为严峻。红细胞是临床输血成分中用量最多的血液制品,它能及时补充患者的血氧量,挽救患者生命,尤其在危重患者的抢救中具有不可替代的作用^[1]。目前临床应用最多的红细胞为去白细胞悬浮红细胞,其保质期为 35 d。由于目前临床的用血只能来源于健康公民的无偿捐献,因此,血液资

¹佛山市顺德区中心血站(广东佛山,528000)

²温州医科大学眼视光学院 2017 级

- [6] Mifsud NA, Watt JM, Condon JA, et al. A novel cis-AB variant allele arising from a nucleotide substitution A796C in the B II anserase gene[J]. *Transfusion*, 2000, 40:1276—1277.
- [7] 郭忠慧, 向东, 朱自严, 等. 罕见的 CisAB 与 B(A) 血型的基因型研究[J]. *中华医学遗传学杂志*, 2004, 21(4):321—324.
- [8] Ying Y, Hong X, Xu X, et al. A novel mutation +5904 C>T of RUNX1 site in the erythroid cell-specific regulatory element decreases the ABO antigen expression in Chinese population[J]. *Vox Sang*, 2018, 113:594—600.
- [9] Sano R, Kuboya E, Nakajima T, et al. A 3.0-kb deletion including an erythroid cell-specific regulatory element in intron 1 of the ABO blood group gene in an individual with the Bm phenotype [J]. *Vox Sang*, 2015, 108:310—313.
- [10] Sano R, Nakajima T, Takahashi K, et al. The 3' flanking region of the human ABO histo-blood group gene is involved in negative regulation of gene expression [J]. *Leg Med (Tokyo)*, 2011, 13:22—29.
- [11] Takahashi Y, Isa K, Sano R, et al. Presence of nucleotide substitutions in transcriptional regulatory elements such as the erythroid cell-specific enhancer-like element and the ABO promoter in individuals with phenotypes A3 and B3, respectively [J]. *Vox Sang*, 2014, 107:171—180.

(收稿日期:2020-04-30)

源的合理利用及计划性采供血显得尤为重要。

神经网络是一个高度复杂的非线性动力系统,反映了人脑功能的许多基本特征。BP 神经网络是目前应用最广泛、也最具有代表性的神经网络模型,其具有强大的非线性映射能力及泛化功能,函数逼近是其最强大的应用之一^[2]。本研究旨在探讨采用 BP 神经网络模型在预测临床红细胞用量的可行性,现报告如下。

1 材料与方法

1.1 数据来源

我区 2012-01—2018-12 临床去白细胞悬浮红细胞用量。

1.2 BP 神经网络的基本思想

如图 1 所示,可将神经网络抽象成一个简单的数学模型,它分为输入层、隐含层与输出层 3 个层次,输入数据 X_1, X_2, \dots, X_n 至输入层,数据传递至隐含层内学习、模拟运算。其中, ω_{ij} 为第 j 个神经元对第 i 个数据的权重; ω_{jk} 为隐含层神经元对输出层数据的权重。在隐含层与输出层之间存在一个激发函数 $f[\cdot]$,它决定 j 神经元受到输入 X_1, X_2, \dots, X_n 的共同刺激达到阈值 \sum 时以何种方式输出,由此可得神经网络模型的数学表达式为:

$$\begin{cases} U_i = \sum_{i=1}^n \omega_{ij}x_i - \theta_j \\ Y_i = f[U_i] \end{cases}$$

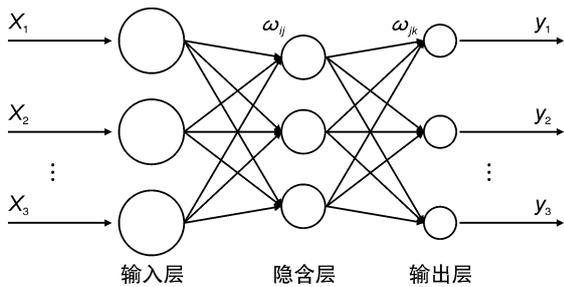


图 1 BP 神经网络示意图

1.3 BP 神经网络预测的基本程序

①运行 Matlab 软件^[3],输入原始数据矩阵;②选定自回归阶数 $p = 2$;③创建神经网络,设定隐含层神经元个数为 10;④训练神经网络,避免过分拟合,划分训练,测试和验证数据的比例,设定神经网络的学习速率 $\alpha = 0.05$,此速率较为适中,能够较快地运算出结果的同时保证一定的准确率;⑤预测 2019-01—2019-09 临床红细胞用量:取预测步长 $fn = 9$ 。后绘制误差的偏自相关情况 ($p \in [1, 20]$) 及白噪声检验 ($Ljung-Box Q$) 检验情况。

1.4 分析方法

运行 MatlabR2016a,编写 BP 神经网络预测程

序^[4],导入 2012-01—2018-12 的临床去白细胞悬浮红细胞用量数据,运行程序进行分析。

2 结果

2.1 自回归阶数的验证

不同自回归阶数的选定对模型的拟合优度有着较大影响,通过 BP 神经网络的训练模拟,可以得出当迭代次数为 2 时,即 $p = 2$ 时,该模型拟合的标准差最小,见图 2。样本的偏自相关函数呈 2 阶截尾,见图 3。由此可证明当自回归阶数 $p = 2$ 时,该模型有较好的拟合优度。

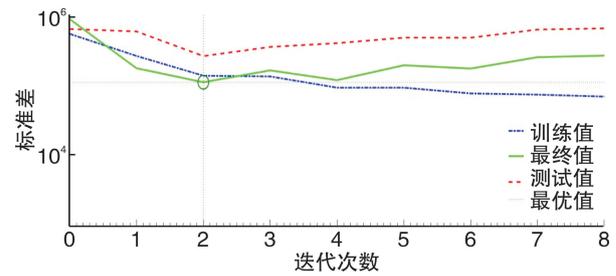


图 2 BP 神经网络的误差下降曲线

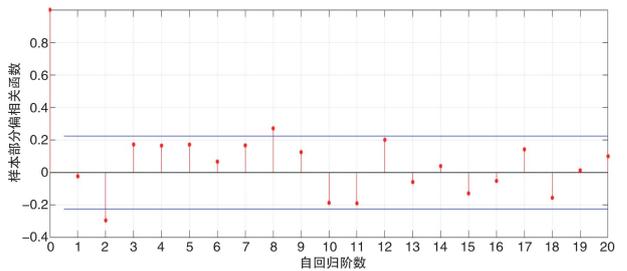


图 3 样本部分偏自相关函数图像

2.2 模型的误差分析

2.2.1 拟合误差分析 经过 BP 神经网络对原始数据的学习与模拟,根据该模型模拟出的“拟合值”与原始数据进行比较,编写程序画对比图,见图 4。

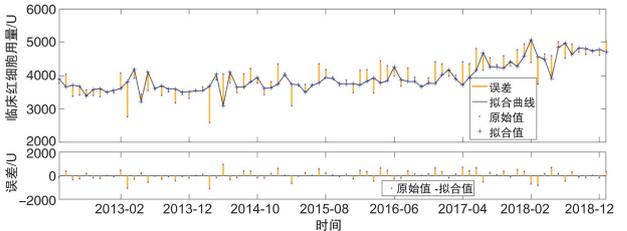


图 4 拟合值与原始数据的误差

2.2.2 白噪声分析 对数据进行 $Ljung-Box Q$ 检验,在 MatlabR2016a 中编写程序,得出 $pValue = 0.000135 < 0.01$,我们有充分的理由拒绝原假设 H_0 ,认为该序列为非白噪声序列,从而可以用历史数据对 2019-01—2019-09 临床去白细

胞悬浮红细胞用量进行预测。

2.3 预测结果

如图 5 所示,红色虚线部分为 2019-01—2019-09 临床去白细胞悬浮红细胞用量预测值;临床去白细胞悬浮红细胞用量的预测值与实际值的比较,只有 2019 年 2 月份预测值与实际值之间的偏差绝对值相对较大,为 27.6%,其余月份的偏差绝对值均 <10%,见表 1。

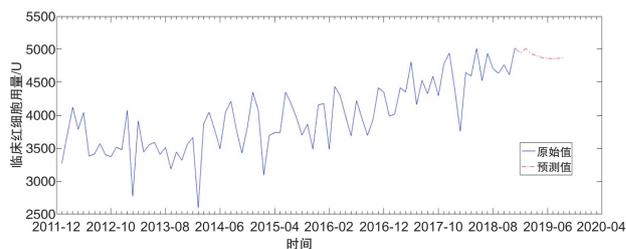


图 5 临床去白细胞悬浮红细胞用量预测图

表 1 2019-01—2019-09 临床去白细胞悬浮红细胞用量实际值与预测值的对比

时间	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
预测值/U	4 942	4 928	5 013	4 905	4 869	4 863	4 860	4 864	4 866
实际值/U	5 457	3 784	5 225	5 125	4 725	4 577	5 370	4 992	4 763
偏差绝对值/%	9.4	27.6	4.1	4.3	3.0	6.2	9.5	2.6	2.1

3 讨论

神经网络是由大量的、简单的处理单元(称为神经元)广泛地互相连接而形成的复杂网络系统,其具有大规模并行、分布式存储和处理、自组织、自适应和自学能力,特别适合对需要同时考虑多种因素和条件的、不精确的或模糊的信息问题的处理。神经网络算法的应用广泛,在机器学习的领域发挥重要的作用^[5-6]。它能够较好地金融信贷^[7]、股价^[8]等数据进行短期的预测,其样本量越大,预测的准确率越高。神经网络是较为先进的算法,是对人脑运行的模拟。它能够自行学习、模拟数据的特征,找到内在的动态规律,是时下机器学习相关领域的研究热点。将神经网络算法运用到临床去白细胞悬浮红细胞用量预测,是一个大胆的尝试。通过表 1 的实际值与预测值的对比可以看出,2019 年 2 月份预测值与实际值之间发生了一定程度的偏差,分析原因或许是由于春节假期的影响,除此之外,总体上来说,此次的尝试得到了较好的结果。我们可以收集更多历年的数据,对 Matlab 程序进行进一步的调试,或考虑与灰色预测模型进行组合预测,有望获得更好的结果。

本研究表明,BP 神经网络可以有效地为血站采供血部门制定采、供血计划提供科学依据,以更

好地促进血液资源的合理利用,并保障临床用血的及时、高效性。

参考文献

- [1] 谭斌. 危重患者红细胞输注现状调查[C]. 中国输血协会第 6 届输血大会, 2012.
- [2] 徐学良. 人工神经网络的发展及现状[J]. 微电子学, 2017, 47(2): 239—242.
- [3] 章毅, 郭泉, 王建勇. 大数据分析的神经网络方法[J]. 工程科学与技术, 2017, 49(1): 9—18.
- [4] 杨玮玥, 伏潜, 万定生. 基于深度循环神经网络的时间序列预测模型[J]. 计算机技术与发展, 2017, 27(3): 35—38, 43.
- [5] 吴素雯, 战荫伟. 基于选择性搜索和卷积神经网络的人脸检测[J]. 计算机应用研究, 2017, 34(9): 2854—2857, 2876.
- [6] 蹇宇澄, 刘昭策. 深度学习的实现与发展——从神经网络到机器学习[J]. 电子技术与软件工程, 2017, (11): 30—31.
- [7] 苏佳, 戴亮. 企业价值评估基本方法研究综述[J]. 经贸实践, 2017, (16): 84—85.
- [8] 郝继升, 任浩然, 井文红. 基于自适应遗传算法优化的 BP 神经网络股票价格预测[J]. 河南科学, 2017, 35(2): 190—195.

(收稿日期: 2019-12-02)