

血气分析结果智能判断和图示软件的编制及应用

韦国强, 陈娟, 聂森, 王印国, 罗小春

(解放军第 98 医院, 浙江湖州 313000)

[摘要] 目的 编制一种便捷、快速和准确的《血气分析结果智能判断软件》,以提高临床医师的工作效率。方法 根据酸碱失衡规律,采用 Swishmax 1.0 编制血气分析结果智能判断软件。结果 本软件能判断 26 种酸碱失衡类型。软件和人工两种方法判断正常血气及单纯性酸碱失衡的结果完全一致;判断 47 例混合性酸碱失衡的一致率为 95.74%,两者呈高度一致性(Kappa 值 = 8.85, $P < 0.01$)。结论 本软件界面友好,操作方便,判断快速、准确可靠。

[关键词] 血气分析;酸碱失衡;计算机;软件;诊断

中图分类号: R446.112.7 文献标识码: A 文章编号: 1672-271X(2009)06-0520-03

Compiling and application of computer software to evaluate and diagram blood gas results

WEI Guo-qiang, CHEN Juan, NIE Sen, WANG Yin-guo, LUO Xiao-chun (The 98th Hospital of PLA, Huzhou 313000, Zhejiang, China)

[Abstract] **Objective** The purpose of this study was to develop a kind of computer software to make a differential diagnosis of the acid-base disturbance quickly, accurately, and reliably. **Methods** According to acid-base physiology and control mechanisms, the arterial blood gas was analyzed automatically with Swishmax 1.0 software. **Results** The software could analyze 26 types of acid-base imbalance. The results for analysis of normal and simple acid-base imbalance using the software were consistent with that of diagnosis with manual. The consistent rate in analysis of 47 types of simple acid-base disorder was 95.74% (Kappa value = 8.85, $P < 0.01$). **Conclusion** The software is an intelligent diagnostic and graph software of arterial and venous blood gas. Its interface is friendly, application convenient, diagnosis rapid, accurate and reliable.

[Key words] Blood gas analysis; Acid-base imbalance; Computer; Software; Diagnosis

血气分析判断的公式较多且难以记忆,计算过程繁琐费时,可能影响病情的判断和治疗方案。我们参考近年有关文献,结合工作经验,编制了《血气分析结果智能判断和图示软件》,应用效果满意。

1 对象与方法

1.1 软件编制 采用 Swishmax 1.0 编制软件,生成 EXE 和 SWF 文件,前者可在任何 Windows 平台独立运行,后者可整合在局域或广域网页,由浏览器打开进行共享使用。主要包括初步、精确、图示判断及动-静脉血气分析 4 个模块。

1.2 主要公式及单位 ①AG(阴离子间隙)值及

其校正、Cl⁻值及其校正:参考张家骧^[1]的方法。②潜在 HCO₃⁻值及潜在 PaCO₂ 值:参考杜建民等^[2]的方法。③自定义 HCO₃⁻及 PaCO₂ 偏离度(均取绝对值):HCO₃⁻偏离度 = (实测 HCO₃⁻ - 24) ÷ 24; PaCO₂ 偏离度 = (实测 PaCO₂ - 40) ÷ 40。④氧利用率:氧利用率 = 动脉和静脉血氧饱和度差 ÷ 动脉血氧饱和度和^[3]。HCO₃⁻、Na⁺、Cl⁻、AG 单位为 mmol/L, PaCO₂ 单位为 mm Hg,白蛋白单位为 g/L。

1.3 酸碱失衡类型 共 26 种^[4]:代酸(碱)为代谢性酸(碱)中毒,呼酸(碱)为呼吸性酸(碱)中毒。

①单纯性失衡 7 种:代谢性及急(慢)呼酸(碱);单

作者简介:韦国强(1958-),男,江苏昆山人,本科,副主任医师,从事神经内科临床工作。

纯型高 AG 血症。②双重性失衡 15 种:急(慢)性呼酸(碱)并代酸(碱);代酸(碱)并呼酸(碱);代酸并代碱(分高 AG 型和正常 AG 型)及混合性代酸。③三重酸碱失衡 4 种:急(慢)性呼酸(碱)型三重酸碱失衡。

1.4 酸碱失衡判断 pH、 HCO_3^- 及 PaCO_2 正常范围参考张家骥的标准^[1], AG 值 > 16 为高 AG 血症。 HCO_3^- 或 PaCO_2 的继发变化在 Hamm 单纯性酸碱失衡预计代偿范围(简称 Hamm 公式),判断为单纯性失衡,超出或未达到此代偿范围的,判断为双重性失衡^[1]。将同步血清电解质和血浆白蛋白数据(简称同步生化结果)进行校正和计算,判断是否存在其他双重性酸碱失衡和三重酸碱失衡。如果 $\text{AG} > 16$, 同时潜在 $\text{HCO}_3^- > 27$ 及 $\Delta \text{AG} > \Delta \text{HCO}_3^-$, 则判断为高 AG 型代酸并代碱^[4]。如果 $\Delta \text{Cl}^- > \Delta \text{HCO}_3^-$ (实测 $\text{HCO}_3^- - 24$), 同时 $\text{AG} \leq 16$, 则判断为正常 AG 型代酸并代碱^[4]。单纯性代酸合并高 AG, 同时血 Cl^- 增高, 且 $\Delta \text{HCO}_3^- > \Delta \text{Cl}^-$ 时, 考虑为混合性代酸^[4]。

呼吸性失衡, $\text{AG} > 16$ 及代碱时, 判断为三重酸碱失衡^[4]。即: 呼吸性失衡时, 将潜在 PaCO_2 (实测 PaCO_2) 入 Hamm 公式, 由此算出 HCO_3^- 的潜在预偿值的上限(实测下限), 潜在 HCO_3^- 超出此上限时判断合并代碱^[3], 实测 HCO_3^- 低于下限时, 判断为合并代酸^[2]。初步判断时全部使用实测的 PaCO_2 及 HCO_3^- 数据。

1.5 原发失衡性质的判断 提供代谢性、急(慢)性呼吸性及自动 4 个按钮, 由使用者根据病史选择,

人工判断原发失衡性质困难时, 可选择自动判断, 软件将按照酸碱失衡的规律以及比较 PaCO_2 偏离度和 HCO_3^- 偏离度的大小(偏离度大者优先), 进行自动鉴别原发失衡性质。

1.6 图示判断 软件生成一个分为左、中、右三个区域(分别用红、绿、黄)的长方形图, 将实测数据和一系列计算数据(实测 HCO_3^- 、潜在 HCO_3^- 、 ΔHCO_3^- 、 ΔCl^- 、AG、 ΔAG 、 PaCO_2 、潜在 PaCO_2 及 pH), 按照其酸碱意义(增高、正常范围或降低)在图内对应的位置显示。同时输出继发变化的预计代偿范围对应数值和代偿极限值。

1.7 动-静脉血气分析判断 计算同步动-静脉 pH、 PaCO_2 和 HCO_3^- 的差值和氧利用率。

1.8 理论 pH 值计算 根据 Henderson - Hasselbalch 方程编制模块^[5], 点击相应按钮即可得到当前理论 pH 值。

1.9 统计学处理 将软件初步判断结果和精确判断结果、软件判断结果和有人工判断结果进行 Kappa 检验。

2 结 果

2.1 软件判断和人工判断的一致性 两种方法判断正常血气分析结果 30 例次与单纯性酸碱失衡 53 例次, 其结果完全一致。软件和人工对 47 例双重性酸碱失衡和三重性酸碱失衡判断结果的 Kappa 一致性检验: K 系数 0.76, Kappa 值 8.85, $P < 0.01$ (见表 1)。

表 1 软件判断和人工判断动脉血气结果的一致性比较(例次)

软件判断	人工判断			合计
	正常和单纯性失衡	双重性酸碱失衡	三重性酸碱失衡	
正常和单纯性失衡	83	0	0	83
双重性酸碱失衡	0	27	2	29
三重性酸碱失衡	0	4	14	18
合 计	83	31	16	130

2.2 软件初步判断和精确判断的一致性 对上述 130 例动脉血气分析结果, 预设同步生化结果正常后, 进行单纯性或双重性酸碱失衡判断, 两种方法判断结果完全符合。

2.3 图示判断中数据酸碱意义对应位置的准确性 对 30 例含有同步生化的血气分析结果进行精确判断, 实测 HCO_3^- 、潜在 HCO_3^- 、 ΔHCO_3^- 、 ΔCl^- 、AG、 ΔAG 、 PaCO_2 、潜在 PaCO_2 及 pH 数据均按照参考范围及其酸碱意义准确显示在图内对应区域。继发变化的预计代偿范围计算准确。

2.4 软件和人工计算动-静脉血气分析的一致性 采用模拟静脉血气分析结果 30 例(本院尚未开展静脉血气分析)与同步动脉血气分析结果, 计算动-静脉 pH、 HCO_3^- 、 PCO_2 差以及氧利用率, 软件计算和人工计算结果完全一致。

3 讨 论

由软件进行酸碱失衡的判断, 具有标准统一、计算快速及结果准确的明显优势。本软件和人工同时对 30 例正常血气分析、53 例单纯性酸碱失衡两种

方法判断结果完全一致,对 47 例混合性酸碱失衡两种方法判断一致率为 95.74%,两者有高度一致性,说明本软件可完全替代人工判断。与国内数款同类软件实现功能相比^[6-8],除了都能实现血气分析结果的基本判断以外,本软件还具有一定的创新特色。

3.1 软件可网络共享 本软件除了可在装有 Windows 版本的单机上使用,还可以生成 SWF 格式文件,整合在局域或广域网上共享使用。

3.2 原发紊乱性质的判断 可由人工选择或软件自动选择原发失衡性质。区分原发紊乱是代谢性,还是呼吸性(包括急性、慢性)是血气分析结果判断的重要环节,如果人工一时难于区分,可点击“自动”按钮由软件判断,软件将按照各类酸碱失衡的规律,同时根据 HCO_3^- 及 PaCO_2 的偏离度进行逻辑判断(偏离度大的一方为原发失衡)。反之,如果人工判断原发失衡有误,系统可自动判断正确的原发性质。本软件对原发紊乱性质判断,将“人工”和“自动”选择相辅相成、互为补充。

3.3 多种判断相结合 ①仅有血气分析资料时,可以初步判断 18 种酸碱失衡类型,基本可以满足急诊使用。有同步生化资料时即可进行精确判断。②图示判断提供了 3 项原始数据及 6 项相关计算结果数据,并且在具有象征酸碱失衡意义的由红(酸血症)、绿(正常或代偿)及黄(碱血症)图形区域内对应位置显示。图形判断,既对血气分析诊断初学者具有一定的教学和便于理解作用,也方便具有一定知识的医生作为参考,这种方法目前还未见报告。③首次合成了同步动-静脉血气分析功能模块。④理论 pH 值的计算,可以方便地排除因为仪器故障

而产生的错误血气分析报告,确保判断的准确性。⑤显示继发变化预计代偿范围,在双重性酸碱失衡时,可以了解继发变化超出代偿高值或低值的程度,以便在纠正酸碱失衡治疗时加以考虑。

3.4 采用了矫正的 AG 值和矫正的 Cl^- ^[2] 危重及慢性病患者低白蛋白血症并不少见,在血浆白蛋白低于 43 g/L 时,软件将 AG 进行矫正[AG 矫正值 = $\text{AG} + 0.25 \times (43 - \text{实测血白蛋白})$],可减少高 AG 的漏判。而按照实测 $\text{Cl}^- \times 140 / \text{实测 Na}^+$ 的方法对 Cl^- 进行矫正,可提高正常(高)AG 代酸并代碱、混合性代酸判断的准确性。

参考文献

- [1] 张家骥. 酸碱平衡紊乱的程序化诊断方法[J]. 中国小儿急救医学, 2006, 13(6): 569-575.
- [2] 杜建民, 肖 琅. 潜在 PCO_2 概念对判定三重酸碱失衡应用的临床评估[J]. 天津医药, 2000, 28(2): 77-79.
- [3] 梁占浩, 胡春江. 氧利用率监测在危重病人预后中的应用[J]. 海南医学, 2007, 18(4): 75-79.
- [4] 孙业祥. 酸碱失衡类型判断方法研究[J]. 医师进修杂志, 2000, 23(4): 47-50.
- [5] 陈灏珠. 实用内科学[M]. 11 版. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 927-944.
- [6] 宋从周, 李 伟. 微机在血气判断中的应用[J]. 铁道医学, 2002, 8(5): 316-317.
- [7] 开发自动判断酸碱失衡类型的计算机软件系统及应用[J]. 中国现代医学, 2006, 16(5): 759-762.
- [8] 李凯述, 陈建荣, 蔡央云, 等. 动脉血气分析和治疗建议软件的开发和应用[J]. 医学信息学, 2006, 19(12): 2084-2087.

(收稿日期: 2009-05-18; 修回日期: 2009-07-10)

(本文编辑: 潘雪飞; 英文编辑: 王建东)

(上接第 519 页)

- [6] Yang Si-ming, Fang Dian-chun, Luo Yuan-hui, et al. Alterations of telomerase activity and terminal restriction fragment in gastric cancer and its premalignant lesions[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2001, 16(8): 876-882.
- [7] Matsutani N, Yokozaki H, Tahara E, et al. Expression of MRE11 complex (MRE11, RAD50, NBS1) and hrap1 and its relation with telomere regulation, telomerase activity in human gastric carcinoma

mas [J]. Pathobiology, 2001, 69: 219-222.

- [8] Hiyama E, Okuyama T, Tatsumoto N, et al. Telomerase activity in gastric cancer[J]. Cancer Res, 1995, 55(15): 3258.
- [9] Kuniyasu H, Kitadai Y, Mieno H, et al. Helicobacter pylori infection is closely associated with telomere reduction in gastric mucosa [J]. Oncology, 2003, 65(3): 275-282.

(收稿日期: 2009-07-17; 修回日期: 2009-08-03)

(本文编辑: 潘雪飞; 英文编辑: 王建东)