

## • 论著 •

## 动脉血气分析治疗建议和培训软件的开发与临床应用

陈宝春 陈建荣 蔡映云 李明 陶一江 曹阳

**【摘要】** 目的 研制动脉血气分析治疗建议和教学培训软件供临床和教学使用。方法 全部程序使用 Delphi7.0 软件编写,与 Windows 操作系统紧密结合,软件知识库使用 Microsoft Access 数据库结合 HTML 格式文件建立。本软件治疗建议和培训库根据中华医学会相关诊治指南、陈灏珠主编《实用内科学》(第 12 版)、叶任高主编《内科学》(第 6 版)、钱桂生主编《现代临床血气分析》、罗炎杰主编《简明临床血气分析》及我院专家的临床经验建立。**结果** ①治疗建议模块包括治疗目的、治疗建议和计算公式,内容包括各种单纯性酸碱失衡、混合性酸碱失衡,呼吸衰竭,钾、钠、氯代谢紊乱等 14 个子内容;计算公式包括治疗酸碱失衡、电解质紊乱时需应用的计算公式。②动脉血气分析教学培训软件包含动脉血气分析知识库、动脉血气分析的临床思维、动脉血气分析考试库、动脉血气图知识、计算公式、相关书籍和网站、帮助等。**结论** 该软件可供临床医师治疗时查阅参考,并可作学习培训之用,且有较好的科学性、先进性和临床实用价值。

**【关键词】** 动脉血气分析; 治疗; 培训; 软件设计; 计算机分析

**Development and application of the software for analysis of arterial blood gases in treatment suggestions and training** CHEN Bao-chun\*, CHEN Jian-rong, CAI Ying-yun, LI Ming, TAO Yi-jiang, CAO Yang.

\*Second Affiliated Hospital of Nantong University, Nantong 226001, Jiangsu, China

Corresponding author: CHEN Jian-rong (Email: Drchenjr@163.com)

**【Abstract】** **Objective** Suggestions and training in developing a computer software for analysis of arterial blood gases in treatment to be used in clinic and teaching. **Methods** The software was edited by means of Delphi 7.0 and closely combined with Windows operating system. The knowledge base was built with Microsoft Access and HTML format files. The treatment suggestions and knowledge base of the software were built according to the correlated diagnosis and treatment guidelines of Chinese Medical Association, Practical Medicine (edition 12) edited by CHEN Hao-zhu, Medicine (edition 6) edited by YE Ren-gao, Modern Clinical Blood Gases Analysis edited by QIAN Gui-sheng, Concise Clinical Blood Gas Analysis edited by LUO Yan-jie, and the experience of the experts of our hospital. **Results** ①The model of treatment suggestions consisted of the treatment objective and the treatment suggestions, and its contents included simple acid-base disturbance, mixed acid-base disturbance, respiratory failure, metabolic disturbances of sodium potassium and chloride. The calculation formulae included calculation formulae for the correction of acid-base disturbance and electrolyte disturbance. ②Arterial blood gas analysis training software contained knowledge database of arterial blood gas analysis, clinical opinions of arterial blood gas analysis, exam database of arterial blood gas analysis, knowledge of arterial blood gas analysis graph, calculation formulas, correlated books and websites, assistance and so on. **Conclusion** The software could be used as a reference by clinical doctors in clinic, it could also be used for teaching and training. It is scientific, state-of-the-art, and valuable in clinical practice.

**【Key words】** analysis of arterial blood gases; treatment; training; software development; computer analysis

动脉血气分析是判断机体呼吸功能及酸碱平衡情况的重要方法,在呼吸衰竭(呼衰)、各种危重患者抢救中得到广泛应用。我们在以往进行动脉血气分析软件开发的基础上<sup>[1-3]</sup>,对软件作了进一步完善,开发出治疗建议和培训模块,根据血气判断结

基金项目:江苏省南通市科委社会发展计划项目课题(S40048)

作者单位:226001 江苏省南通大学第二附属医院(陈宝春,陈建荣,李明,陶一江,曹阳);200032 上海复旦大学附属中山医院(蔡映云)

通讯作者:陈建荣,教授,主任医师(Email: Drchenjr@163.com)

作者简介:陈宝春(1979-),男(汉族),江苏省人,硕士研究生,医师。

果,给出相应的治疗建议,同时提供各种临床知识、临床思维、知识测试、知识链接和计算公式等,为临床医生治疗相关疾病提供参考,报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 软件设计编程:**全部程序使用 Delphi7.0 软件编写,与 Windows 操作系统紧密结合,支持数据库技术。软件知识库使用 Microsoft Access 数据库结合 HTML 格式文件建立,可运行于 Windows98、Windows 2000、XP 等操作平台,系统配置要求低,586 以上微机即可运行。

**1.2 界面设计:**在动脉血气判断软件中点击“治疗

建议”按钮就进入到治疗建议界面。软件界面采用树形目录浏览方式,左侧为目录部分,每一病种均设计一个按钮,点击后在右侧的文本框内显示相应的内容,结构层次清晰,操作方便。运行时界面如图 1。

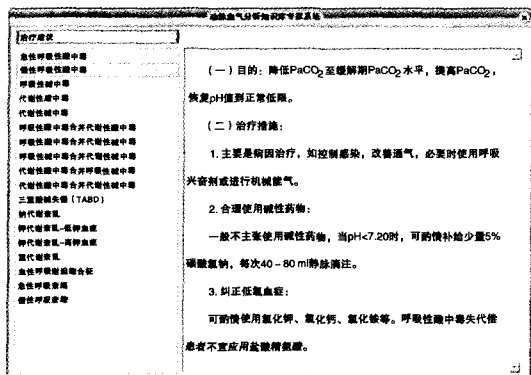


图 1 治疗建议界面

Figure 1 Interface of treatment suggestions

**1.3 治疗建议和培训数据库建立:**软件治疗建议库根据中华医学会急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征(ALI/ARDS)诊断治疗指南<sup>[4]</sup>、慢性阻塞性肺疾病(COPD)诊治指南(2007年修订版)<sup>[5]</sup>、陈灏珠主编《实用内科学》(第12版)<sup>[6]</sup>、叶任高主编《内科学》(第6版)<sup>[7]</sup>、钱桂生主编《现代临床血气分析》<sup>[8]</sup>、罗炎杰主编《简明临床血气分析》<sup>[9]</sup>及我院专家的临床经验建立。

**2 结果**

**2.1 治疗建议软件**

**2.1.1 治疗建议:**首先确定需要检索的病变,包括单纯性酸碱失衡、复合性酸碱失衡,钾(K<sup>+</sup>)、钠(Na<sup>+</sup>)、氯(Cl<sup>-</sup>)电解质紊乱,急、慢性呼衰,ARDS等疾病,显示治疗目的和治疗建议两部分内容。如慢性呼吸性酸中毒(呼酸)的治疗目的为降低动脉血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)至缓解期 PaCO<sub>2</sub>水平,提高动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>),恢复 pH 值到正常低限;治疗建议包括治疗原发病,改善通气,必要时使用呼吸兴奋剂或进行机械通气;合理使用碱性药物, pH < 7.20 时可酌情补给少量质量分数为 5% 的碳酸氢钠,每次 40~80 ml 静脉滴注;纠正低氯血症,可酌情使用氯化钾、氯化钙、氯化铵等;呼酸失代偿患者不宜应用盐酸精氨酸等内容。同为酸碱失衡、呼衰或电解质紊乱患者,因基础疾病及有无合并症等不同,病情会有很大的差异,治疗措施也会存在差异。因此,治疗建议部分提供的治疗措施多为原则性建议,某些具体用药以及剂量并未详细列出,临床医生需根据患者具体病情及自己的经验给予治疗。

**2.1.2 计算公式:**该软件部分提供了治疗酸碱失衡及电解质紊乱时需用到的一些计算公式及药物用量,所有公式均注明其来源。如:严重呼酸致 pH < 7.20,可酌情补给少量的 5% 碳酸氢钠,每次 40~80 ml 静脉滴注。代谢性酸中毒(代酸)时补碱量公式<sup>[6]</sup>:补碳酸氢钠量(mmol) = 拟提高血 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>(mmol) × 0.4 × 体重(kg)。代谢性碱中毒(代碱)时给予盐酸精氨酸量的计算公式<sup>[6]</sup>:盐酸精氨酸(g) = (实测 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> - 24) × 体重(kg) × 0.2 ÷ 4.8。补钾公式<sup>[6]</sup>:补钾量(mmol) = (4.5 - 实测的血钾) × 体重(kg) × 0.2。补钠公式<sup>[7]</sup>:补钠量(mmol) = (142 - 实测血钠) × 体重(kg) × 0.2。

**2.1.3 计算纠正各种紊乱的药物剂量(图 2):**该软件与血气判断软件相结合,根据软件判断的结果及患者的血气分析指标,选择相应的计算公式,自动计算出纠正各种酸碱失衡、电解质紊乱的药物剂量,避免人工计算的繁琐与可能存在的计算错误,提高临床医生的工作效率。

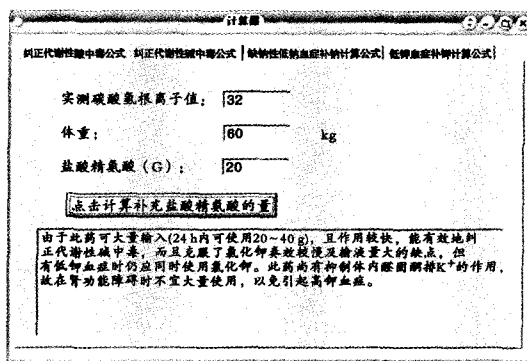


图 2 自动计算纠正酸碱失衡、电解质紊乱药物剂量界面

Figure 2 Interface of computing the drug dosage for treating acid - base disturbance or electrolyte disturbance

**2.1.4 根据动脉血气图判断结果的治疗建议:**根据动脉血气图 6 个分区相应的病理生理变化和常见疾病提出治疗建议。第一区为正常区。第二区(单纯通气不足)常见于脑血管意外、脑炎、麻醉剂或安眠药过量、神经肌肉疾患。治疗上应采取措施改善通气,如减轻通气负荷,刺激自主呼吸,必要时机械通气;氧疗尽管能减轻通气不足所致低氧血症,但无益于高碳酸血症的纠正,吸氧还有可能抑制通气而加重高碳酸血症,应十分慎重和密切监测。第三区(单纯通气过度)常见于癔病、肝昏迷、发热、中枢神经系统疾患和机械通气过度。应针对原发因素进行相应处理,癔病患者可通过重复呼吸纠正通气过度。第四区(通气正常而换气损害)见于弥漫性肺间质纤维化和肺泡细胞癌。此区为通气功能不足或过度的过渡区,

应该根据不同疾病状态采取相应的治疗措施,维持通气功能的代偿状态,同时纠正低氧血症。第五区(肺泡通气不足并换气损害)常见于慢性阻塞性肺疾病(COPD)合并感染时。氧疗能纠正低氧血症,但必须控制吸氧浓度以免抑制通气加重病情,提倡低流量吸氧。氧疗的同时必须积极改善通气,如使用呼吸兴奋剂刺激呼吸,用支气管扩张剂减低气道阻力,必要时可进行机械通气治疗。第六区(通气过度合并换气损害)见于急性呼吸窘迫综合征(ARDS)和急性心源性肺水肿早期。氧疗时提高 PaO<sub>2</sub> 是关键,但应警惕氧中毒,必要时进行机械通气并使用呼气末正气(PEEP)治疗。

## 2.2 动脉血气分析教学培训软件

2.2.1 界面(图 3):在动脉血气分析判断软件中点击“教学培训”按钮进入教学培训界面。在主界面上有“文件”、“知识仓库”、“计算器”、“模拟试题库”、“帮助”等菜单以及“动脉血气分析临床思维”、“动脉血气图”、ARDS、急性呼衰、慢性呼衰、各种酸碱失衡、电解质紊乱等按钮。

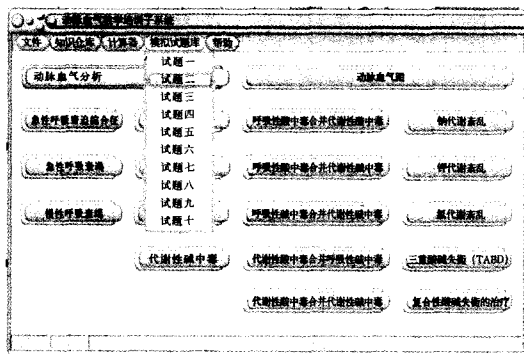


图 3 动脉血气分析培训系统界面

Figure 3 Interface of arterial blood gas analysis training system

2.2.2 动脉血气教学培训子系统:教学培训数据库文件使用 Microsoft Access 结合 HTML 文件格式建立。在教学培训界面上设有单独的按钮,点击按钮进入相应的知识库,共计 6 万字,如 ARDS,急性呼衰,慢性呼衰,单纯性酸碱失衡[包括代酸、代碱、呼酸、呼吸性碱中毒(呼碱)],复合性酸碱失衡(包括呼酸+代酸,呼酸+代碱,呼碱+代酸,呼碱+代碱,代酸+代碱,呼酸+代碱+代酸和呼碱+代碱+代酸),钾、钠、氯电解质紊乱等。每种病变都提供了较为详细的病理生理、病因学、临床表现、辅助检查、诊断及鉴别诊断、治疗措施等知识点。如 ARDS,在该目录下有 ARDS 的定义、流行病学、生理病理等。点击“诊断依据”节点,可显示病史、临床表现、辅助检

查、诊断标准、鉴别诊断等内容;点击“治疗措施”,可见积极治疗原发基础病变、积极控制诱因、体位选择、氧疗、改善通气和组织供氧、液体管理、肾上腺皮质激素应用、吸入一氧化氮和前列腺素 E1、外源性肺表面活性物质替代治疗、针对炎症介质治疗、加速肺泡液吸收、营养支持等内容,每种治疗措施都有详细的介绍,如图 4。

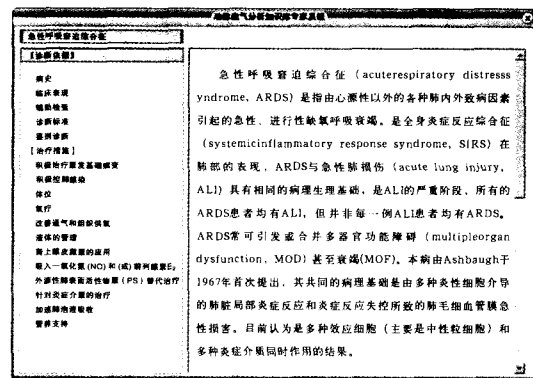


图 4 动脉血气分析培训系统知识库界面

Figure 4 Interface of knowledge base of arterial blood gas analysis training system

2.2.3 动脉血气分析的临床思维:动脉血气分析的临床思维包括临床思维基础和临床思维要点。

血气分析的临床思维基础是指选择血气分析或对一份血气报告进行分析前,必须掌握的有关正常呼吸生理和酸碱平衡代谢机制,酸碱失衡类型及其病理生理变化,血气分析测定原理、应用范围、常用指标的正常参考值及其临床意义,影响测定结果的因素,生理因素对血气分析结果的影响,呼吸功能障碍及酸碱紊乱时的血气分析结果,病情、原发病、并发症和治疗因素对血气分析结果的影响等知识。血气分析的临床思维要点是指结合临床情况对血气分析结果作出正确判断时的思维要点,包括动脉血气分析的目的,结果有无误差、是否有异常,如何指导治疗,结果与临床不符的原因等。

2.2.4 动脉血气图:包含动脉血气图的相关知识以及各个分区的示例图。

2.2.5 知识仓库:包括 3 个方面内容:①呼衰、各种酸碱失衡、电解质紊乱诊断标准。②酸碱失衡的判断流程。③相关书藉和网站:提供涉及血气分析及编制本软件有关的参考书藉目录和网站,罗炎杰、冯玉麟主编《简明临床血气分析》;钱桂生主编《现代临床血气分析》;克雷格·朗格内克(J. Craig Longenecker)(美)主编,张立克主译《酸碱平衡》等。相关网站包括: <http://labworld.cnsuk.net/viewthread.php?>

tid = 58932&sid = GViRUZ(血气分析及其临床意义);http://www.51qe.cn/pic/30/11/67/021.htm(血气分析);http://www.37c.com.cn/literature/literature03/060/06005113.xml?tmP=.3019678(酸碱平衡紊乱的典型病例检验结果分析);http://family.fh21.com.cn/39120/yx/hl/html/20050127/094817.html(血液气体分析);http://www.bioon.com/artide/class458/12226.shtml(采取动脉血与血气分析);http://www.elabman.com/InstrUse/bgas.htm(血气分析及有关问题);http://www.mschina.com.cn/manual/section-2/2-12/f16.html(酸-碱代谢默克诊疗手册17版);http://jpkc.bjmu.cn/jpkc-sb/binglishengli2007/4/4-2.HTM(酸碱平衡紊乱的分类及常用检测指标)等17家网站。其中网站提供了链接,点击可直接进入相关网站。

2.2.6 计算器:提供 Windows 系统计算器功能。

2.2.7 模拟题库库:包含10套动脉血气分析方面的习题,内容涉及血气分析判断及相关疾病的诊断治疗等知识,每套习题有5题名词解释、20题选择题、4题问答题,所有习题都附有参考答案,供使用者学习、自测。

### 3 讨论

自1956年 McCarthy 等提出人工智能(Artificial Intelligence, AI)概念以来,随着计算机软硬件技术的迅猛发展,AI在众多领域广泛应用并取得许多重要的成果。专家系统(expert system, ES)是其中最富有代表性和最重要的应用分支。ES也被称为知识库专家系统,与自然语言理解、机器人一起并列为人工智能研究最活跃的三大领域。由于ES吸收了该领域众多专家的大量经验知识,因而在某些方面甚至可能超过具体一个人类专家的判断。专家系统具有启发性、透明性、灵活性、实用性和高效能等特征。但在临床治疗和培训软件的开发方面仍然比较薄弱,研究报道较少。

动脉血气分析是临床上最常用的一种分析判断危重病患者的实验方法,对于临床诊断、治疗效果评价、预后估计有十分重要的作用。呼衰是临床常见的

危重症,尤其在呼吸科及重症加强治疗病房(ICU),酸碱失衡及电解质紊乱则更为常见,能否得到及时正确的治疗是影响患者预后的重要因素,动脉血气分析对于这些疾病的诊断和治疗是基本工具。采用现代计算机技术开发临床实用性动脉血气分析软件,指导临床对急、慢性呼衰及各种水、电解质及酸碱失衡进行处理,是一种新的尝试和探索。

该软件具有以下特点:①实现了对呼衰治疗方案的优化选择;②根据动脉血气图分区,提供治疗方案的选择;③自动计算纠正各种酸碱紊乱的药物剂量;④可以提供给临床医生详尽的关于呼衰、酸碱失衡及电解质紊乱的知识,便于查询。⑤为临床医生和医学生的教学培训提供了有效手段。本软件具有较好的科学性、先进性和临床实用性,可为临床医生制定治疗方案提供参考。在使用时应注意,即使酸碱失衡、电解质和呼吸功能异常相同,但基础疾病、并发症、诱因不同,且患者生理状况和伴发症不同,治疗措施也不同,故该软件提供的是治疗相关疾病的原则性建议,必须结合患者病情制定具体治疗措施。

### 参考文献:

- 1 陈建荣,陈佳漪,陶一江,等.动脉血气图电脑分析软件的研制及其临床应用[J].中华结核和呼吸杂志,2002,25(6):382-383.
- 2 陈建荣,蔡映云,谢晓谦,等.应用自编软件分析231例慢性阻塞性肺疾病患者动脉血气图的体会[J].中国危重病急救医学,2003,15(7):415-417.
- 3 谢晓谦,陈建荣,李民,等.酸碱平衡判断软件的研制和临床应用[J].中国危重病急救医学,2003,15(12):745-747.
- 4 中华医学会重症医学分会.急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征诊断和治疗指南(2006)[J].中国危重病急救医学,2006,18(12):706-710.
- 5 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组.慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2007年修订版)[J].中华结核和呼吸杂志,2007,30(1):8-17.
- 6 陈灏珠.实用内科学[M].第12版.北京:人民卫生出版社,2005:900-944,1542-1547,1671-1687.
- 7 叶任高,陆再英.内科学[M].第6版.北京:人民卫生出版社,2004:134-151,842-861.
- 8 钱桂生.现代临床血气分析[M].北京:人民军医出版社,2002:78-105.
- 9 罗炎杰.简明临床血气分析[M].北京:人民卫生出版社,2005:95-144.

(收稿日期:2007-05-16)

(本文编辑:李银平)

## 欢迎订阅《中国危重病急救医学》杂志

中华医学会和天津市天和医院主办,全国各地邮局订阅,邮发代号:6-58

刊社地址:天津市和平区睦南道122号天和医院内 邮编:300050