

WEABED-I——电子计算机辅助诊断和治疗 临床水电解质和酸碱平衡紊乱

陈国锐 王深明 林勇杰 詹世光 刘奕山 黄灿芝

(第一附属医院外科)

陈灼权 任月美 谭润初

(数理教研室)

提要 WEABED-I 电子计算机系统是为辅助诊断和治疗临床水、电解质和酸碱平衡紊乱而设计、编制的,分诊断主程序和治疗主程序二部分。诊断主程序利用简化的 BAYES 公式——评分法和智能分布建立数学模型而编写,可诊断临床常见各种水、电解质和酸碱平衡紊乱。治疗主程序综合现代国内外有关理论,原则,方法和公式,以指令和文本形式编写,根据病人所患紊乱综合症提出一个完整的治疗方案。临床应用150例结果表明:本系统的诊断和治疗水平基本达到本专业专家水平而高于一般临床医生。

关键词 电子计算机 水电解质平衡紊乱 酸碱平衡紊乱

随着现代科学技术迅猛发展,电子计算机越来越广泛地应用于辅助临床医学决策。学者们相继发展,编制了各种电子计算机程序用于辅助诊断和治疗水、电解质和酸碱平衡紊乱^[1-6]。本研究总结综合了以往程序优点并发展设计了一个具有多功能的,可快速准确地辅助诊断和治疗临床水、电解质和酸碱平衡紊乱的电子计算机系统——WEABED-I。

资料和方法

WEABED-I 系统分为二大部分,由一个具有计算和推理判断功能的诊断主程序和一个具有计算和综合分析功能的治疗主程序所组成。整个系统可仅运行诊断程序而显示诊断结果,又可一次完整地显示诊断结果和治疗方案。

系统设计与功能 WEABED-I 系统的诊断程序是利用简化的贝叶斯 (Bayes) 公式——评分法和智能分布建立数学模型而编写的。诊断功能的核心是将现代临床生化检验和血气分析结果与病人的临床表现(包括症状,体征和其它有关实验室检查)结合起来综合分析,推理判

断而作出诊断。

为比较全面和准确的诊断,需要建立一个基础信息数据库。首先根据我国人口发病的实际情况,确定高渗性、低渗性和等渗性三类失水各分为轻、中、重度共9种状态及水中毒、真性高钠血症,低和高钾血症,低钙血症和低镁血症等水电解质紊乱,以及各种单纯性,混合性和三重性酸碱平衡紊乱为诊断范围^[7-13]。选择8项血生化检验值 (Na, K, Cl, TCO₂, Glu, BUN, Ga, Mg); 7项血气分析值 (pH, PCO₂, PO₂, BE, SB, HCO₃, ATCO₂); 34项有关临床指标,如头晕头痛,口渴、恶心呕吐,腹胀、心率、呼吸、血压、体重、红细胞压积,尿量、尿比重,尿PH,血浆渗透压和阴离子间隙等作为诊断标准以供鉴别诊断。将每一项中可能出现的互不相容的各种情况列出,以这些指标作为变量。统计本院近五年来已确诊的病例400例,并结合本专业专家的临床经验,计出各变量在各种水、电解质和酸碱平衡紊乱中各种情况可能出现的百分比,全部统计结果形成一个疾病症候群概率矩阵,根据这个矩阵用10分评分法赋予分值,将这个概率矩阵

及各项分值编成随机文件而建立数据库。

在此基础上,编制电子计算机的诊断规则,在已知症候群的前提下,假设各种紊乱综合症发生的机会相等,通过计算各自的得分而分别计算出各种紊乱综合症发生的可能性是多少,以得分最高者为最后诊断。本系统设计有几种特殊的诊断功能:①可同时诊断合并存在的几种水、电解质和酸碱平衡紊乱(表1);②可根据生化检验值和临床表现综合分析判断失水性质,避免仅依靠生化检验作判断的偏差性;③可综合分析各种临床表现以判断失水程度;④

可综合生化检验值和临床表现判断各种电解质紊乱,即使生化检验示电解质正常,但根据临床表现分析病人仍有电解质紊乱可能时,可作出可能性诊断以提醒医生注意;⑤可通过二条途径准确估计病人的酸碱平衡状态。对有血气分析资料的病例,用各种酸碱平衡紊乱的预计代偿值公式计算并估计病人的酸碱状态^[9,10,13]。无血气分析资料的病例则综合病人的血生化检验和临床表现作出判断;⑥可自动检测输入资料的可用性和正确性。

WEABED-I 系统的治疗程序模仿医生的临

表1 电子计算机显示:诊断程序运行要求输入数据(横线为使用者键入)
电子计算机显示诊断结果

NO.: ? 350287	NA(135~145mmol/l)? 124	BLOOD-GAS(y/n)? ? y	血浆渗透压: 248.7835 (275-295MOSM/KG)
NAME: ? 杨 ×	K(3.5~5.5mmol/l)? 4.0	pH = ? 7.576	阴离子间隙: 19 (12~20mmol/l)
SE: ? M	CL(94~110mmol/l)? 78	PCO ₂ = ? 39.2	重度低渗性失水
AGE: ? 28	TCO ₂ (22~27mmol/l)? 31	PO ₂ = ? 101.1	低钙血症
BP: ? 126	GLU(60~120mg%)? 104	BE = ? 14.3	低镁血症
WEIGHT: ? 45	BUN(8~24mg%)? 12	HCO ₃ = ? 36.7	代谢性碱中毒合并呼吸性碱中毒
TEMPERATURE: ? 38	CA(8~11mg%) ? 6.09	SB = ? 36.1	可能有低钾血症
DATE: ? 1987.1.13.8AM	MG(1.4~1.8mEq/l)? 1.1	ATCO ₂ = ? 37.9	RS = FNOQT

床思维,按照诊断部分所提供的诊断结果,自动、快速,准确地计算补液量,综合提供一个完整的治疗方案,其中包括一份详细的补液医嘱和一份阐述病人所患水、电解质和酸碱平衡紊乱的治疗原则,方法及注意事项的文字报告(表2、3)。本系统采用现代国内外有关的治疗原则,方法,公式及许多专家的临床经验作为程序设计基础^[7,8,10~12],并设计有一些特殊功能:①可以对话形式进一步索取与治疗有关的临床资料(表2);②可根据诊断结果综合计算病人当日补液总量,其中包括生理需要量,累积丧失量和额外丧失量以及纠正酸碱平衡紊乱和电解质紊乱所需的制剂种类及量,综合计算调配,在补液医嘱中显示各种临床常用制剂种类及量(表2);③可以文本形式提供

所患紊乱综合症的治疗原则及注意事项(表3);④,可用于治疗低血容量性休克,提供纠正休克所需的全血或血浆代用品量;⑤,设计有一个用于治疗老年人水、电解质和酸碱平衡紊乱的子程序。

WEABED-I 系统用 BASIC 高级语言写成,可用于 IBM-PC/XT 和 APPLE-II 电子计算机。本系统自1986年8月研制成功,经半年临床应用150例。对每一例均同时由本专业专家(以下简称EDr),一般临床医生(主要为中、低年资临床医生,以下简称GD r)和本系统(以下简称CP)分别进行诊断和提供治疗方案。以EDr的诊断结果和治疗方案为标准,将CP和GD r的诊断结果和方案与之相比较,并进行统计学处理。

表 2 电子计算机显示：治疗程序运行索取数据和提供补液方案

是否需要提供治疗方案，如需要按键？ y	5% GNS	1222.078
手术后第几天？ ? 0	3% GS OR 10%GS	3987.922
请输入胃液量Q1，胆汁量Q2，小肠液量Q3，出汗量Q4	0.1% NHCL	300
Q1,Q2,Q3Q4=? ? 0,0,1000,0	10% 葡萄糖酸钙	10
有否气管切开？有，请按(y)键，无，请按(n)键，	50% GS	20
aS=? ? n	10% MgSO4	10
尿量Q5，进食量Q6=? ? 1300,200	总量：	5550

表 3 电子计算机显示：治疗程序运行提供有关治疗原则，方案和注意事项

低钙血症治疗时注意：(1)给予病人高钙—低磷酸盐饮食，
 (2)如有抽搐，注射钙剂无效，应注意有无低镁血症、请查血镁，
 (3)使用洋地黄的病人应慎用钙剂，一般不用。
 低镁血症治疗时注意：(1)切不可用25-50%MGSO4 静脉注射，
 (2)应经常测定血镁浓度，如出现面红，发热，出汗，则可能有毒性反应，
 (3)当血镁浓度>5.5 MEQ/L时，出现低血压。
 (4)当血镁浓度>6.0 MEQ/L时，腱反射消失。
 (5)当血镁浓度>10 MEQ/L时，出现呼吸抑制，麻痹，心脏停搏。
 呼吸性碱中毒的治疗：(1)积极治疗原发病变，(2)用纸袋或长筒袋罩住口鼻呼吸。
 (3)吸入含5% CO₂ 的氧气(即5% CO₂ 和95%O₂)；(4)可用镇静剂。
 请注意：如有病人可口服则尽量口服，如不能口服则用静脉补液法。
 请注意病人临床表现动态变化及复查血生化，尿生化，血气分析，根据病人临床表现和实验室检查变化而调整治疗方案。

表 4 150例水钠平衡紊乱诊断准确率比较

诊断方式	等渗性失水	低渗性失水	高渗性失水	水中毒	水钠平衡	总准确率
专家诊断	107	33	7	1	2	100%
电脑诊断	104	31	7	1	2	96.7%
医生诊断	91	25	5	0	2	82%
CP ₂ EDr	P>0.05	CP ₂ GDr	P<0.01	GDr ₂ EDr	P<0.01	

结 果

对 150 例病人水钠平衡紊乱性质诊断的比较，以 EDr 的诊断准确率为100%作为标准对照，比较 CP 和 GDr 的诊断水平(表 4)。对 150 例病人水钠紊乱程度诊断构成比作比较(表 5)及各种电解质紊乱诊断准确率的比较

(表 6)。

150例中有动脉血气分析资料的31例。CP对此31例酸碱平衡紊乱的诊断与EDr完全一致，而GDr的诊断仅有10例与专家诊断一致。无动脉血气分析资料的有119例，其中CP对代谢性酸中毒和代谢性碱中毒的诊断各有6例和2例与EDr诊断不符，CP将其分别诊为“可

表 5 150例水钠紊乱程度诊断构成比的比较

诊断方式	轻度失水		中度失水		重度失水		水中毒		水钠平衡		总	计
专家诊断	14	9.3%	96	64.0%	37	24.7%	1	0.7%	2	1.3%	150	100%
电脑诊断	10	6.7%	91	60.7%	44	29.3%	1	0.7%	4	2.6%	150	100%
医生诊断	26	17.3%	93	62.0%	14	9.3%	0	0	17	11.4%	150	100%

(例数构成比)

CP:EDr P>0.05; CP:GD r P<0.01; ED r:GD r P<0.01

表 6 电解质紊乱和代谢性酸碱平衡紊乱(无血气资料)诊断准确率比较

诊断方式	低钾血症		高钾血症		低钙血症		低镁血症		代谢性酸中毒		代谢性碱中毒	
专家诊断	46	100%	11	100%	8	100%	5	100%	70	100%	25	100%
电脑诊断	46	100%	11	100%	8	100%	5	100%	64	91.4%	23	92.0%
医生诊断	35	76.1%	8	72.7%	7	87.5%	2	40.0%	41	58.6%	18	72.0%

(例数准确率)

电解质紊乱诊断: CP:EDr P>0.05; CP:GD r P<0.01
 酸碱平衡紊乱诊断: CP,EDr,GD r三者比较均 P<0.01 两两比较均 P<0.01

表 7 WEABED—I系统判断可能存在的紊乱与复查后所证实的紊乱例数比较

	电脑诊断“可能有”	复查后证实“确有”(经生化检验或血气分析)
低钾血症	16例	12例(76.3%)
低钙血症	9例	9例(100%)
低镁血症	0例	5例(83.3%)
呼吸性酸中毒	12例	8例(66.7%)
呼吸性碱中毒	9例	7例(77.8%)

能有呼吸性碱中毒”和“可能有呼吸性酸中毒”。而 EDr 和 GD r 均未作呼吸性酸碱平衡紊乱诊断(表 6)。本系统对无血气分析资料或血生化电解质值正常的病例,根据临床表现作出可能性诊断,经复查证实其有一定的准确性(表 7)。

从150例中取60例经三者诊断结果完全一致的病例比较三者所提供的治疗方案。CP 所提供的日补液量与 EDr 所提供的相差均不超过300ml,多数病例仅相差几十毫升,甚至几毫升。而 GD r 所提供的日补液量则相差较多,多数在1,000ml以上,有些甚至相差2,000ml以上。对比补液医嘱中各自所选用的补液制剂种

类和量,CP 与 EDr 基本一致,GD r 与前二者相比相差较大。

讨 论

本研究总结综合了现有程序的优点^[1-6],比较全面地发展研制了一个适用于临床的,具有一些复杂功能的辅助诊断和治疗水、电解质和酸碱平衡紊乱的电子计算机系统。此系统不论是对水钠代谢紊乱性质和失水程度的诊断,还是对合并电解质紊乱的诊断,CP 和 EDr 之间无显著性差异(P>0.05),CP 与 GD r 之间和 EDr 与 GD r 之间均有高度显著性差异(P<0.01)。说明本系统在上述方面的诊断

水平基本达到专家水平而高于一般临床医生。对分析有血气分析资料的病例具有高度准确性。三者分析无血气分析资料的病例时，其差异均有高度显著性。但 CP 诊断代谢性酸和碱中毒的准确率分别达到 ED_r 诊断的 91.4% 和 92%，而 GD_r 的诊断准确率仅达到 58.6% 和 72%。仍说明本系统诊断准确性更接近于专家水平而比一般临床医生要高。统计学方面的显著性差异原因一是由于统计的例数尚少；二是 CP 根据临床表现将一些病例诊为“可能有呼吸性酸或碱中毒”，而 ED_r 和 GD_r 在临床上未作此方面诊断。本系统对血生化检验正常的病例，仍可根据临床表现综合判断有无电解质紊乱可能，且具有一定的准确性，这种功能特别适用于那些临床上不能迅速获得血生化检验资料，而病人又急待诊断和治疗的病例。

经三者所提供的治疗方案比较，说明本系统在计算补液量，提供补液方案，选择补液制剂和综合分配各制剂量方面可达到专家水平，这是一般临床医生难以做到的。CP 还针对不同的紊乱综合症提供较详细的治疗原则，方法和注意事项，有助于医生们处理病人，而提高治疗水平。

经临床试用证明，WEABED-I 系统具有以下优点：(1) 诊断准确性高，可达到本专业专家水平；提供治疗方案正确，计算病人所需补液量准确。(2) 记忆能力强，能广泛全面地收集病人有关资料，完整地利用所有有助于诊断和治疗的临床资料进行综合分析判断。可储存大量信息，如数据，公式，原则和方法，帮助人们记忆，开阔医生们的视野和思维范围；(3) 诊断和提供治疗方案速度快，从输入数据到显示诊断结果仅需 30~50 秒，提供治疗方案仅在 5~10 秒内，其速度之快连专家也望尘莫及。(4) 连续工作能力强，可不分昼夜以同等效率工作。(5) 知识更新快，可迅速吸取更先进和更新的有关理论和方法以及经临床应用后统计出的新的概率修改和更新数据库和整个程序，使系统更适用于临床实际，其知识面更广，更现代化。

本系统仍有许多不足，发展更全面，功能更多，更接近于人类思维的电子计算机专家系统乃是本研究今后方向。

参 考 文 献

- [1] Dell RB, et al. A computer program for the blood pH-log PCO₂ nomogram. *Scand J Clin Lab Invest* 1967; 19:29.
- [2] Solberg HE. A computer program for quality control of blood acid-base result. *Comput Prog Biomed* 1973; 3:79.
- [3] Cohen NL. A computer program for the interpretation of blood gas analysis. *Comput Biomed Res* 1969; 2:549.
- [4] Bleich HL. Computer-based consultation: electrolyte and acid-base disorders. *Am J Med* 1972; 53:285.
- [5] Klevit J. Standardized diagnosis and treatment of fluid, acid-base and electrolyte disorders on the surgical patient with the aid of a programmable pocket calculator. *Br J Surg* 1983; 70(5):282.
- [6] Ponce P, et al. Clinical testing of a computer program for diagnosis and treatment of acid-base and electrolyte metabolism disorders. *Acta Med Port* 1984; 5(1):3. (Por).
- [7] 陈敏章 蒋朱明主编. 临床水与电解质平衡. 人民卫生出版社 1984.
- [8] 兰锡纯, 等. 水、电解质的代谢和失调. 黄家驷, 吴阶平主编: 外科学 人民卫生出版社 1979, p139~163.
- [9] 陈南明编著. 实用血气酸碱分析. 江苏科学技术出版社 1985.
- [10] Arieff AI Defeezo RA. Fluid electrolyte and acidbase disorders. Churchill Livingstone 1985.
- [11] Maxwell M Kleeman C. Clinical disorders of fluid and electrolyte metabolism. 3rd ed. N Y McGraw-Hill 1980.
- [12] Goldberger E. A primer of water, electrolyte and acid-base syndromes. 6th ed. Lea and Febiger 1980.
- [13] Shapiro B, et al. Clinical application of blood gases. 3rd ed. Chicago Year Book Medical Publishers 1982.

WEABED—I—Computer-Assisted Diagnosis and Treatment Of Clinical Fluid, Electrolytes and Acid-Base Disorders

Chen Guorui Wang Shenming Lin Yongjie Zhan Shiguang
Liu Yishan Huang Canzhi
(Department of Surgery, the First Affiliated Hospital)

Chen Zhuoquan Ren Yuemei Tan Runchu
(Department of Mathematics & physics)

Abstract

WEABED—I computer program system has been developed for computer-assisted diagnosis and treatment of clinical fluid, electrolytes and acid-base disorders. It consisted of two parts, diagnosis main program and treatment main program. The diagnosis program was scheduled in a mathematics model set up on the basis of the simplified Bayesian theory—Marking method and intelligence distribution, which was able to diagnose various fluid, electrolytes and acid-base disorders encountered frequently. The treatment program was designed in the form of instruction and text according to modern theory, principles, methods and formulas at home and abroad, which submitted an entire and detailed treatment plan. The result of clinical application on 150 cases turns out that the diagnosis and treatment level of the system essentially reaches to that of the Expert and is higher than that of general clinical doctors.

Key words: Computer Fluid-electrolyte disorders Acid-base disorders