

A. B. Prado Fortuna
Adelmo Almeida de Oliveira
Marcos Labriola

PROGRAMAÇÃO EM MODELO SIMPLES DE CALCULADORA ELETRÔNICA PARA ESTIMATIVA DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E HEMODINÂMICOS

Os autores apresentam um programa de fácil reprodução em cartão magnético para a estimativa de vários parâmetros fisiológicos e hemodinâmicos, utilizando um modelo simples de calculadora eletrônica portátil.

A programação permite, a partir da entrada de dados conhecidos como: peso (P), altura (A); pressão arterial sistêmica (PAS); pressão arterial sistêmica média (PAS); pressão venosa central (PVC); pressão média em átrio esquerdo (PAE), pressão média de encravamento em capilar pulmonar (PECP); pressão média em artéria pulmonar (PAP), frequência cardíaca (FC); hemoglobina (Hbg) e dados da gasometria de amostras de sangue venoso central e arterial (PO₂, PCO₂ e pH), estimar os seguintes parâmetros fisiológico e hemodinâmicos: 1) débito cardíaco (Q₂); 2) consumo médio de oxigênio (VO₂); 3) área de superfície corpórea (ASC); 4) conteúdo (CavO₂) e saturação de oxigênio (S_ávO₂); 5) índice cardíaco (IQ); 6) volume sistólico (VS), 7) índice sistólico (IS); 8) índice trabalho sistólico ventrículo esquerdo (ITSVE); 9) trabalho ventricular esquerdo minuto (TVE min) 10) índice de perfusão subendocárdica (IPSE); 11) índice de Frank-Starling (IFS); 12) relação ITSVE/PAE, 13) relação TVE min/AE, 14) índice de condição cardíaca (ICC); 15) resistência vascular sistêmica (RVS); 16) índice de resistência vascular sistêmica (IRVS); 17) resistência vascular pulmonar (RVP); 18) índice de resistência vascular pulmonar (IRVP)

A estimativa de parâmetros fisiológicos e hemodinâmicos pode ser de utilidade nas Unidades de Terapia Intensiva, por permitir, pela comparação de resultados seriados, acompanhar o desempenho cardíaco em pacientes graves e a resposta às medidas terapêuticas adotadas.

O valor da monitorização hemodinâmica nas Unidades de Terapia Intensiva, em paciente em estado crítico após infarto do miocárdio, choque cardiogênico ou choque séptico tem sido reconhecido repetidamente nos últimos anos¹⁻².

A metodologia para a monitorização hemodinâmica no período pós-operatório imediato em cirurgia cardíaca foi introduzida em 1962 por Rehder, Kirklin e Theyes³. Neste setor, excelente revisão da literatura foi recentemente realizada por Bevilacqua⁴, ao analisar o comportamento de vários parâmetros hemodinâmicos no pós-operatório imediato da cirurgia para revascularização direta do miocárdio.

Atualmente nos grandes centros, a monitorização hemodinâmica é realizada com auxílio de computadores, o que permite ao médico, a qualquer momento, dispor da informação desejada em forma gráfica ou alfanumérica⁵.

O alto custo, entretanto, de instalação e operação de sistema computadorizado para esse fim, levou-nos a desenvolver um sistema que, utilizando uma calculadora eletrônica programável*, de fabricação nacional e economicamente acessível, permite a estimativa imediata de vários parâmetros fisiológico e hemodinâmicos a partir de dados rotineiramente medidos em Terapia Intensiva, como pressões intravasculares e gasometria do sangue.

A - DADOS DE ENTRADA

1. Peso (P) em quilogramas; altura (A) em centímetros; temperatura (T) axilar ou retal, em graus centígrados; frequência cardíaca (FC) em batimentos por minuto.

* Calculadora H.P. 97, Hewlett-Packard do Brasil - Campinas - SP.

** Instrumentation Laboratories, Maynard, Mass, USA

2. Taxa de hemoglobina, estimada a partir da medida do microematócrito, onde $Hhb (g\%) = \text{microht}/3$.

3. Valores de pH, PO₂ e PCO₂, obtidos pela gasometria arterial e venosa, utilizando-se o analisador IL 312 **.

4. Pressões vasculares e intracavitárias, medidas de acordo com técnicas já padronizadas⁶: pressão venosa central (PVC) ou pressão em átrio direito (PAD); pressão média de encravamento na artéria pulmonar (PCP) ou em átrio esquerdo (PAE); pressão arterial sistêmica média (PAS); pressão média em artéria pulmonar (PAP).

B - PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E HEMODINÂMICOS ESTIMADOS

1. Débito cardíaco (Q) - é estimado pelo princípio de Fick⁷, segundo a equação: $Q (L \text{ min}) = \frac{VO_2 (ml \text{ min})}{a-v DCO_2 (\text{Vol. \%}) \times 10}$.

2. Consumo médio de oxigênio (VO₂) - é estimado (EVO₂) de acordo com a equação já proposta⁸, para uso em Terapia Intensiva: $EVO_2 (ml \text{ min}) = 143 + x$. ASC m², onde, 143 (± 14 DP) ml² min/ m² corresponde ao VO₂ em condições basais⁹ e x a variável percentual, correspondente a 10% da constante 143 para cada uma das seguintes condições, quando presentes: vigília, tremores musculares, agitação e febre, sendo que para cada grau de temperatura, a partir de 38°C, é computado o valor de um x.

3. Área de superfície corpórea (ASC) - é calculada pela fórmula de Du Bois e Du Bois¹⁰: $ASC (m^2) = A (cm)^{0,725} \cdot P (Kg)^{0,425}$, $7,184 \times 10^{-3}$.

Para crianças com ASC inferior a 0,6 m², na presente programação a fórmula de Boyd¹¹ foi usada: $ASC (m^2) = p(g)^{(0,7285 - 0,0188 \text{ Log}P)} \cdot A (cm)^{0,3} \cdot 3,207 \times 10^{-4}$.

A diferença artério-venosa (a-v DCO₂) é a diferença entre o conteúdo de O₂ do sangue arterial (CaO₂) e do sangue venoso misto (CvO₂), sendo entretanto aceitável o sangue de veia cava superior (CvcsO₂)^{12,13}.

4. Conteúdo (CavO₂) e a saturação de oxigênio (SavO₂) no sangue, nessa programação, foi calculado a partir de um valor intermediário, o PO₂ virtual (VPO₂), híbrido da equação derivada e utilizada por Kelman¹⁴ e Thomas¹⁵. Para calcular a porcentagem de saturação de oximoglobina (SavO₂) partindo da tensão parcial

do oxigênio (PavO₂) no sangue, segundo a curva originalmente descrita por Severinghaus¹⁶, corrigida para as variações de pH, PCO₂, e temperatura: $VPO_2 = PO_2 \cdot 10^{(0,024(37 - T) + 0,48(PH - 7,4) + 0,06 \log_{10}(40/PCO_2))}$

$SaO_2 = \frac{(VPO_2)^4 - 15 (VPO_2)^3 + 2045 (VPO_2)^2 + 2000 (VPO_2)}{(VPO_2)^4 - 15 (VPO_2)^3 + 2400}$

$(VPO_2)^2 - 31,100 (VPO_2) + 2,400,0000 CaO_2$ ou $CVO_2 = 1,34 (SaO_2/100) Hgb + 0,0031 \cdot VPO_2$ onde 1,34 é a quantidade em ml de O₂ que se combina a 10g de hemoglobina e 0,0031 o oxigênio dissolvido em vol. %, no plasma a uma pressão parcial de VPO₂ de 1 mm Hg.

5. Índice cardíaco (ÍQ) - o Q normalizado para a altura e peso do paciente corresponde ao índice cardíaco

(IQ)¹⁷ e é dado pela equação: $IQ (L \text{ min}/m^2) = \frac{Q (L \text{ min})}{ASC (m^2)}$.

6. O volume sistólico (VS) - o quociente do débito cardíaco em 1 min pelo número de sístoles por minuto, ou seja, a frequência cardíaca (FC) representa o volume sistólico. $VS (ml \text{ sist}) = \frac{Q (L \text{ min})}{FC (sist \text{ min})}$.

7. Índice sistólico (IS) - o VS normalizado para a altura e peso do paciente representa o índice sistólico:

$IS (ml \text{ sist}/m^2) = \frac{VS (ml \text{ sist})}{ASC (m^2)}$.

Para a estimativa dos demais parâmetros hemodinâmicos propostos, há necessidade de entrada de dados pressóricos (pressão arterial sistêmica média (PAS), pressão média de encravamento em capilar pulmonar ou em átrio esquerdo (PAE) e a pressão venosa central (PVC) ou pressão média em átrio direito (PAD).

A pressão arterial sistêmica média (PAS) é medida por meio de um manômetro de mercúrio, após função percutânea ou exposição da artéria radial. Quando o esfigmomanômetro é usado, a PAS é calculada a partir do valor em mm Hg da pressão sistólica (Ps) e da diastólica (Pd), pela equação $PAS = \frac{(Ps + 2Pd)}{3}$.

As pressões venosa central ou em átrio direito ou esquerdo, quando medidas em centímetros de H₂O, são convertidas em mm Hg, pela divisão do valor em cm de H₂O pela constante 13,6 derivada da densidade do mercúrio, $13,6g/cm^3/10$.

8. Índice trabalho sistólico ventrículo esquerdo (ITSVE) - é calculado pela expressão $ITSVE/S (g/m) = IS \text{ ml}/sist^2$.

PAE mm/Hg). 0,01359 onde 0,01359 é o fator de conversão de ml/sist/m² mm Hg para g/m (gramas/metro).

9. Trabalho ventricular esquerdo minuto (TVE min) - representa a relação entre o índice de trabalho sistólico de ventrículo esquerdo (ITSVE) e a frequência cardíaca (FC)¹⁸. $TVE \text{ min} (Kg/m/min) = \frac{ITSVE (g/mm) \cdot FC (sist/min)}{1000}$ onde 1000 é o fator de conversão de g/m a Kg/m.

10. Índice de perfusão subendocárdica (IPSE) - é estimado pela relação entre o “índice pressão diastólica-tempo” sobre o “índice tensão-tempo”, ou seja $DPTI/TTI$ ¹⁹, substituindo-se o “índice de pressão diastólica-tempo” (DPTI) pela diferença das pressões média arterial sistêmica (PAS) e atrial esquerda (PAE) e o “índice tensão tempo” (TTI) pela frequência cardíaca (FC). $IPSE (mm \text{ Hg}/\text{batimentos}) = \frac{PAS \text{ mm Hg} - PAE \text{ mm Hg}}{FC (sist/min)}$.

11. Índice de Frank-Starling (IFS) - é a relação entre o índice cardíaco (IQ) e a pressão telediastólica em ventrículo esquerdo, que na ausência de lesão mitral é igual à pressão média em átrio esquerdo (PAE). $IFS (L \text{ min}/m^2/mm \text{ Hg}) = \frac{IQ (L \text{ min}/m^2)}{PAE (mm \text{ Hg})}$.

12. Relação ITS/PAE - consiste na relação entre o índice de trabalho sistólico do ventrículo esquerdo e pressão média em átrio esquerdo expressa em $Vm/m^2/mm \text{ Hg}$.

13. Relação TVE min/AE - consiste em relação entre o trabalho ventricular esquerdo

minuto e a pressão média em átrio esquerdo, expressa em Kg/mim/m²/mm Hg.

14. Índice condição cardíaca (ICC) - representa, a relação entre a pressão arterial sistêmica média (PAS), a porcentagem de saturação do sangue venoso central (SvO₂) e a pressão telediastólica ventrículo esquerdo, (PAE): $ICC = (PAS \text{ mm Hg SVO vol. \%})/PAE \text{ mm Hg}$.

15. Resistência vascular sistêmica (RVS) - é estimada pela relação entre a diferença das pressões médias na aorta (PAS) e em átrio direito (PAD) pelo débito cardíaco (Q).

$RVS (\text{dinas seg cm}^{-5}) = (PAS \text{ mm Hg} - PAD \text{ mm Hg}) 79,980/Q (1 \text{ min})$ onde 79,980 é o fator de conversão de mm Hg/1 min para dinas seg cm⁻⁵.

16. Índice resistência vascular sistêmica (IRVS) - a resistência vascular sistêmica calculada a partir do índice cardíaco é o índice de resistência vascular sistêmica: $IRVS (\text{dinas seg cm}^{-5}/\text{m}^2) = (PAS \text{ mm Hg} - PAD \text{ mm Hg}) 79,980/IQ (1 \text{ min}/\text{m}^2)$.

17. Resistência vascular pulmonar (RVP) - é estimada pela relação entre a diferença das pressões médias em artéria pulmonar e átrio esquerdo pelo débito cardíaco: $RVP (\text{dinas seg cm}^{-5}) = (PAP \text{ mm. Hg} - PAE \text{ mm. Hg}) 79,980/Q (1 \text{ min})$.

18. Índice de resistência vascular pulmonar (IRVP) - a resistência vascular pulmonar calculada a partir do índice cardíaco é o índice de resistência vascular pulmonar: $IRVP (\text{dinas seg cm}^{-5}/\text{m}^2) = (PAP \text{ mm Hg} - PAE \text{ mm. Hg}) 79,980/IQ (1 \text{ min}/\text{m}^2)$.

C - A CALCULADORA

A programação para a estimativa dos parâmetros hemodinâmicos e fisiológicos foi realizada com calculadora portátil programável Hewlett Packard, modelo 97.

O programa num total de 366 passes foi gravado em dois cartões magnéticos. A linguagem utilizada foi o sistema H.P de códigos por teclas.

D - O PROGRAMA:

O programa foi dividido em duas partes: I - cálculo do débito e índice cardíaco; II - cálculo dos parâmetros hemodinâmicos.

I - Programa para cálculo do débito e índice cardíaco - consta de 207 passos (fig. 1) relacionados na ordem de operação: 1) entrada do peso (P) e altura (A), obtendo-se a área de superfície corpórea (ASC); 2) entrada da temperatura (T), hemoglobina (Hg) e da variável porcentual x, obtendo-se a estimativa do consumo médio de oxigênio (EvO₂); 3) entrada dos dados de gasometria (PavO₂, PavCO₂ e pHav). Obtendo-se a saturação (SavO₂), o conteúdo de oxigênio (CavO₂), a estimativa do débito cardíaco (Q) e o índice cardíaco (IQ); 4) gravação do programa em cartão magnético e anotação na mesma dos dados de entrada e saída (fig. 1). Cartão I.

II - Programa para cálculo de parâmetro hemodinâmico - consta de 159 passos (fig. 2) relacionados na ordem de operação: 1) entrada da frequência cardíaca (FC) obtendo-se o volume sistólico (VS) e o índice sistólico (IS); 2) entrada da pressão arterial sistêmica, valor diastólico (Pd) e sistólico (Ps), obtendo-se a pressão arterial sistêmica média (PAS), ou introdução direta do valor da média quando conhecido; 3) entrada do valor médio da pressão em átrio esquerdo (PAE) em cent. H O obtendo-se ao o valor correspondente em mm Hg², ou esse diretamente quando conhecido, obtendo-se o índice de trabalho sistólico de ventrículo esquerdo (ITSVE), o trabalho ventricular esquerdo minuto (TVE min), e os índices prognósticos: perfusão subendocárdica (IPSE); Frank-Starling (IFS); relação índice de trabalho sistólico ventrículo esquerdo e pressão média em átrio esquerdo (ITSVE/PAE); relação trabalho ventricular esquerdo minuto e pressão média em átrio esquerdo (TVE min/PAE) e o índice da condição cardíaca (ICC); 4) entrada do valor da pressão média em átrio direito (PAD) em cent H O e conversão do mesmo em mm Hg ou diretamente² desse e obtenção dos valores da resistência vascular sistêmica (RVS) e do índice de resistência vascular sistêmica (IRVS); 5) entrada do valor da média da pressão em artéria pulmonar (PAP) e obtenção dos valores da resistência pulmonar (RP) e do índice de resistência pulmonar (ARP); 6) gravação do programa em cartão magnético e anotação no mesmo dos dados de entrada e saída (fig. 2). Cartão II.

E - INSTRUÇÕES E REGISTRO DOS DADOS

1. Ligar a calculadora na posição "run".
2. Introduzir o cartão I (lados 1 e 2).
3. Executar as instruções anotadas no cartão 1.
4. Não desligar a máquina. Introduzir o cartão II (lados 1 e 2).
5. Executar as instruções.

Automaticamente os seguintes dados serão impressos: peso (P), altura (A) e área de superfície corpórea (ASC) - PaO₂, PaCO₂, pH_a, SaO₂, CaO₂, PvO₂, PvCO₂, pH_v, SvO₂, CvO₂, Q, IQ, FC, VS, IS, (Pd, Ps), PAS, PAE cm², H O, PAE mm Hg, ITVS, TVE min, IPSE, IFS, ITVE/PAE, TVE min/PAE, ICC, PAD cent H O, PAD mm Hg, RVS, IRVS, PAP, RP E IRP.

COMENTÁRIOS

A programação apresentada representa uma opção para as Unidades de Terapia Intensiva que não dispõem de sistema computadorizado para cálculo de parâmetros fisiológicos e hemodinâmicos.

Os dados obtidos podem não expressar valores absolutos, porém a comparação de resultados seriados tem sido de utilidade no prognóstico e tratamento de pacientes graves, na Disciplina de Cirurgia Cardíaca da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP.

User Instructions

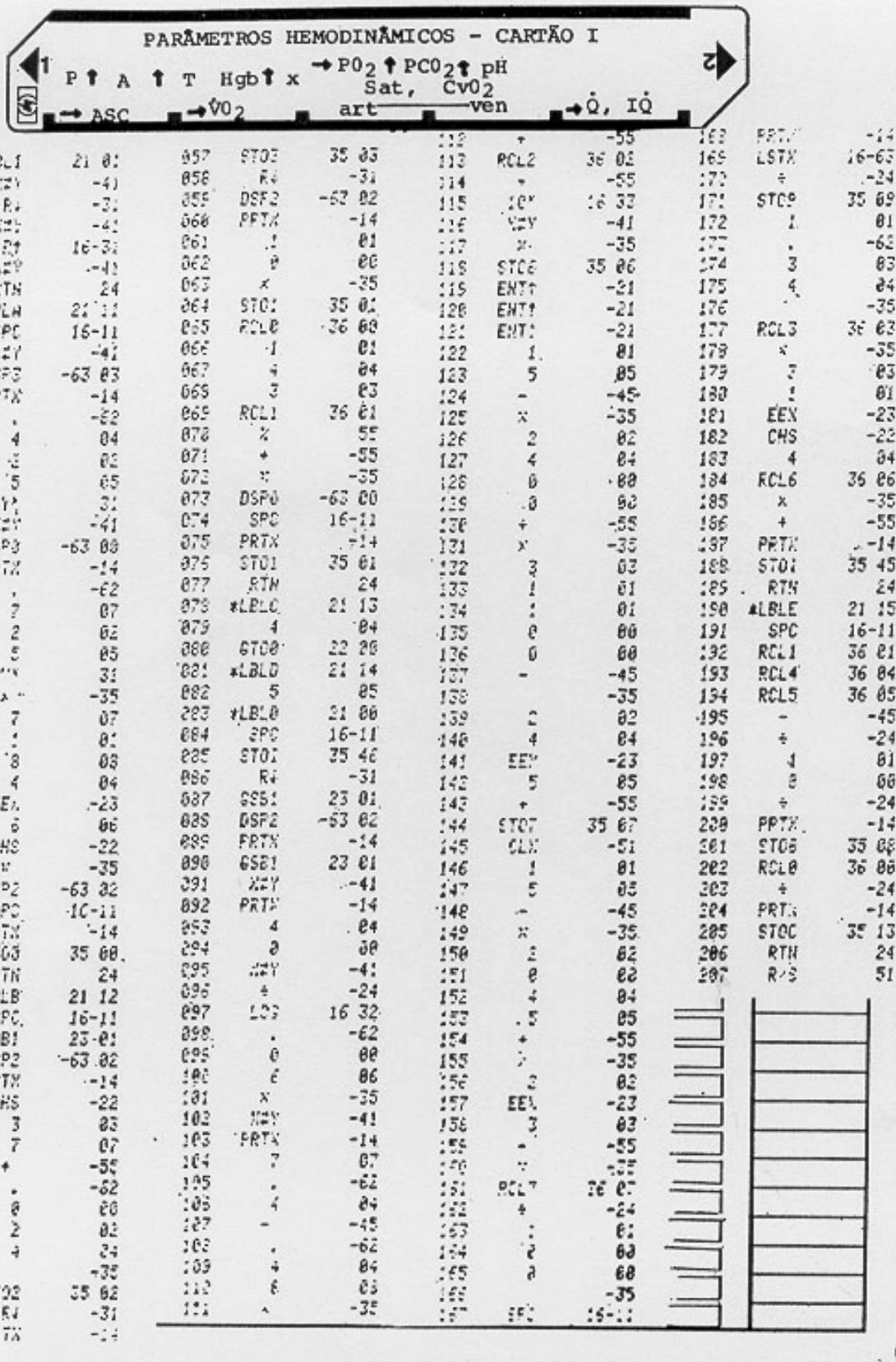


Fig. 1 - Cartão magnético I, e respectivo programa em código sistema H.P para estimativa do consumo médio de oxigênio ($\dot{V}O_2$), diferença arteriovenosa (a-v DCO₂), débito cardíaco (Q) e índice cardíaco (IQ).

User Instructions

PARÂMETROS HEMODINÂMICOS - CARTÃO II
 Pd ↑ Ps PAEmm Hg PAD mm Hg

FC VS, IVS PAS PAE ↑ cmH₂O PAD ↑ cmH₂O PAP ↑ RVP, IRVP

STEP											
001	VLBLA	21 11	-	057	0	00		113	*LBLd	21 18 14	
002	SPC	16-11		058	1	01		114	SPC	16-11	
003	STO2	35 02	-	059	3	03		115	*LBL0	21 02	
004	DSP2	-63 00	-	060	5	05		116	FRTX	-14	
005	FRTX	-14		061	5	09		117	SPC	16-11	
006	RCL2	36 06	-	062	5	-35		118	CHS	-22	
007	XZY	-41	-	063	PRTX	-14		119	RCL3	36 03	
008	+	-24	-	064	STO4	35 04		120	+	-55	
009	FEV	-23	-	065	RCL4	36 04		121	7	07	
010	3	03	-	066	RCL2	35 02		122	3	09	
011	+	-35	-	067	X	-35		123	.	-62	
012	SPC	16-11		068	:	01		124	9	09	
013	PRTX	-14	-	069	0	00		125	0	06	
014	RCL0	36 00	-	070	0	00		126	.	-35	
015	+	-24	-	071	0	00		127	STO4	35 11	
016	PRTX	-14	-	072	+	-24		128	RCL6	36 06	
017	STO1	35 01	-	073	STO6	35 06		129	+	-24	
018	RTH	24	-	074	DSP2	-63 02		130	FRTX	-14	
019	*LBLd	21 16 12	-	075	PRTX	-14		131	RCL4	36 11	
020	SPC	16-11		076	STO7	35 07		132	RCL0	36 13	
021	XZY	-41	-	077	SFC	16-11		133	+	-24	
022	PRTX	-14	-	078	RCL3	36 03		134	PRTX	-14	
023	2	02	-	079	RCL5	36 05		135	RTH	24	
024	Y	-35	-	080	-	-45		136	*LBLc	21 15	
025	XZY	-41	-	081	RCL2	36 02		137	SFC	16-11	
026	FRTX	-14	-	082	+	-24		138	PRTX	-14	
027	+	-55	-	083	PRTX	-14		139	RCL5	36 05	
028	3	03	-	084	RCL0	36 10		140	-	-45	
029	+	-24	-	085	RCL5	36 05		141	7	07	
030	STO0	22 00	-	086	+	-24		142	5	09	
031	*LBLb	21 12	-	087	FRTX	-14		143	.	-62	
032	SPC	16-11		088	RCL4	36 04		144	9	09	
033	*LBL0	21 00	-	089	RCL5	36 05		145	0	00	
034	STO3	35 03	-	090	+	-24		146	X	-35	
035	FRTX	-14	-	091	PRTX	-14		147	STO6	35 12	
036	RTH	24	-	092	RCL6	36 06		148	RCL8	36 08	
037	*LBLC	21 13	-	093	RCL5	36 05		149	+	-24	
038	PRTX	-14	-	094	+	-24		150	DSP0	-63 00	
039	1	01	-	095	PRTX	-14		151	SFC	16-11	
040	.	-62	-	096	RCL3	36 03		152	PRTX	-14	
041	3	03	-	097	RCL5	36 05		153	RCL2	36 12	
042	5	06	-	098	.	-35		154	RCL0	36 12	
043	+	-24	-	099	RCL5	36 05		155	+	-24	
044	STO8	32 00	-	100	+	-24		156	PRTX	-14	
045	*LBLc	21 16 13	-	101	DSP0	-63 00		157	DSP2	-63 02	
046	SPC	16-11		102	FRTX	-14		158	RTH	24	
047	*LBL0	21 00	-	103	RTH	24		159	R/S	51	
048	PRTX	-14	-	104	*LBLc	21 14					
049	STO5	35 05	-	105	SPC	16-11					
050	SFC	16-11	-	106	PRTX	-14					
051	CHS	-22	-	107	1	01					
052	RCL3	36 03	-	108	.	-62					
053	+	-55	-	109	3	03					
054	RCL1	36 01	-	110	5	05					
055	.	-35	-	111	+	-24					
056	.	-62	-	112	STO6	22 00					

Fig. 2 - Cartão magnético II, e programa para cálculo do volume sistólico (V.S); índice de volume sistólico (IVS); índice de trabalho sistólico do ventrículo esquerdo (ITSVE); trabalho minuto ventrículo esquerdo (T min VE); resistência vascular sistêmica (RSV); índice de resistência vascular sistêmica (IRVS); resistência pulmonar (RP); índice de resistência pulmonar (IRP) e mais os índices prognósticos descritos no texto.

SUMMARY

The authors present a program to be used with a Programmable Printing Calculator (H.P. 97) for calculation of several physiologic and hemodynamic parameters. The input data are those routinely measured in any Intensive Treatment Unit, specifically the weight in kilograms; the height in centimeters; the temperature in centigrade degree; cardiac rate; arterial pressure; central venous pressure; capillary wedge or left atrial pressure; blood gas tension and pH.

The output data are: body surface area; the estimation of the average oxygen consumption; the arterial and venous saturation and oxygen contents; the cardiac output and index; the left ventricular volume; the systolic index; the index of left ventricular systolic work; the left ventricular work-minute; the total peripheral vascular resistance and index; the pulmonary vascular resistance and index and prognostic indexes.

The Fick principle was used in the estimation of the cardiac output. For estimation of the oxygen consumption, the equation $(143 + x) \text{ B.S.A.}$ was used where 143 represents the basal VO_2 , x a clinical variable representing ten percent of the basis value (14.3) for any situation as anxiety, fever or shivering. B. S. A. in the body surface area. The arterial venous difference was calculated from values of Pav O_2 according to Kelman's equation.

The program has been very useful as a prognostic and therapeutic guide in assessing critical patients in the area of intensive Treatment Unit where or when computer facilities are not available.

REFERÊNCIAS

- Rackley, C.; Ratshin, R.; Russel, R. - Perfil hemodinámico del shock cardiogénico secundário al infarto de miocardio agudo. In Corday, E. e Swan, H. J. C. ed - Infarto de Miocardio. Barcelona, Toray, 1975. p. 239.
- Vinocur, B.; Sampliner, J. E.; Artz, J. S - Monitorização hemodinâmica. In Berk, J. L., ed. - Manual de Terapia Intensiva. S. Paulo, Manole, 1979. P. 125.
- Rehder, K.; Kirklin, J. W.; Theye, R. A. - Physiologic studies following surgical correction of atrial septal defect. *Circulation*, 26: 1302, 1962.
- Bevilacqua, R. G. - Aspectos hemodinâmicos no pós-operatório imediato da cirurgia para revascularização direta do miocárdio, 1975 (Tese - Fac. Medicina da Univ. de S. Paulo).
- Pluth, J. R.; Smith, H. C.; Schultz, G. - The computerized intensive-care-unit: A comparative evaluation. In: Davila, J. C. (ed.) - Second Henry Ford Hospital International Symposium on Cardiac Surgery. New York, Appleton. Cent. Crofts, 1977. p. 152.
- Bittencourt, D.; Barbero-Marcial, M.; Gregori Jr. F. - Pós-operatório em cirurgia cardíaca. In: Zerbini, E. J. (ed.) *Clinica Cirúrgica Alípio Correa Netto*. S. Paulo, Sarvier, 1974. p. 473.
- Fick, A. - Über die messung des blutquantums in der herventrikeln. *S. B. phys-med. Wurzburg* 16, 1870.
- Fortuna, A. B. P.; Sacandiucci, J. G.; Terzi, R., Vieira, R. W.; Hatsumura, M.; Mortati, N.; Baccharin, V. - Estimativa do $\text{VO}_2/\text{ml}/\text{min}$. (EVO) para cálculo do débito cardíaco nas unidades de terapia intensiva. *Arq. Bras. Cardiol.* 31: 221, 1978.
- Barrat-Boyes, B. G.; Wood, E. H. - Cardiac output and related measurements and pressure. Values in right heart and associated vessels together with an analysis of the hemodynamic response to inhalation of high oxygen mixtures in healthy subjects. *T. Lab. Clin. Med.* 51: 72, 1958.
- Du Bois, D., Du Bois, E. F. - A eight-weight formula to estimate the surface area of man. *Proc. Soc. Biol. N.Y.* 13: 77, 1916.
- Boyd, E. - Growth of surface area of human body. *Univ. of Minnesota. Press.* 1935. p. 132.
- Waisbren, B. A. - System of cardiovascular monitoring and reaction on basis of Fick method cardiac output determinations. In *Critical Care Manual*, 2nd, Wisconsin. Med. Ex. Publ. 1977. p. 30.
- Afonso, J. E.; Souza, F. E. M.; Nakatani, J.; Beppu, O. S.; Santos, M. L. - Estudo comparativo do pH, gasometria, conteúdo de oxigênio em sangue venoso periférico, veia cava superior, átrio direito e tronco da artéria pulmonar durante cateterismo direito. *Rev. Ass. Med. Brasil.* 25: 2, 1979.
- Kelman, G. R. - Digital computer subroutine for conversion of oxygen tension into saturation. *J. Appl. Physiol.* 21: 1375, 1966.
- Thomas Jr., L. J. - Algorithms for selected blood acid base and blood gas calculation. *J. Appl. Physiol.* 33: 154, 1972.
- Severinghaus, T. W. - Blood gas calculator. *J. App. Physiol.* 21: 1108, 1966.
- Grollman, A. - In the cardiac output of man in health and disease. Charles C. Thomas Springfield, 1932. p. 32.
- Yang, S. S.; Bentivoglio, L. G.; Maranhão, V.; Goldberg, H. - Cateterismo Cardíaco e Parâmetros Hemodinâmicos. México, D. F. *El Man. Mod.* 1976. p. 162.
- Buckberg, G. D.; Towers, B.; Paglia, D.; Mulder, D. G.; Maloney Jr. J. V. - Subendocardial ischemia after cardiopulmonary bypass. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 64: 669, 1972.