

EQUILÍBRIO ACIDO-BÁSICO EM ANESTESIA

Resultados em cirurgia com circulação extra-corpórea.

DR. J. J. CABRAL DE ALMEIDA, E.A.

Uma série de 30 pacientes anestesiados com Halotano e submetidos a cirurgia com circulação extra-corpórea, foi estudada quanto às alterações do equilíbrio ácido-básico.

O autor afirma que com o uso de Respiração controlada mecânica pelo pulmo-ventilador associando um «shunt» regulável é possível evitar os desvios de equilíbrio respiratório. Por outro lado, as alterações metabólicas podem ser controladas por soluções de bicarbonato.

As células do organismo humano necessitam do oxigênio e de metabólitos, para, pelos fenômenos de oxigenação e de desidrogenação, libertar a energia necessária à vida e à atividade celular.

Do metabolismo celular resulta a formação de catabólitos, que devem ser eliminados, in natura ou bioquimicamente modificados, ou que voltam a ser utilizados na formação de novos metabólitos.

As reações bioquímicas intracelulares modificam o pH intracelular; essas alterações transmitem-se ao líquido extracelular onde existem substâncias tampões que permitem conservar constante a alcalinidade do meio em que vivem as células.

O pH do líquido extracelular, cujo peso corresponde a 20% do peso corporal, é o mesmo que o do plasma. Normalmente, o pH do plasma do sangue arterial varia entre 7,35 e 7,45.

Os aníons que mais contribuem para a manutenção do pH, são os radicais ácidos dos bicarbonatos, dos fosfatos e dos proteínatos e os cátions que maior papel desempenham na regularização do pH são as bases de sódio, de potássio e de proteína.

Entre todos, o lugar mais importante cabe ao CO_2 , resultante dos fenômenos de oxidação, e às bases de sódio e de potássio, com que se formam os bicarbonatos.

Ação importantíssima têm, também, os radicais dos ácidos orgânicos, que se libertam nas células, por mecanismos anaeróbios para manter a energia celular quando o abastecimento do oxigênio é insuficiente, para sustentar os fenômenos de combustão, em consequência de má perfusão sanguínea capilar, ou da perfusão com tensões baixas de oxigênio.

Os radicais ácidos intracelulares (ácido láctico, ácido pirúvico, ácidos cetônicos etc.) passam para o líquido extracelular e, aí, reagem com os bicarbonatos da reserva alcalina, diminuindo-os o que traz como consequência, a queda do pH sanguíneo que leva à acidose metabólica.

O maior meio que o anestesista tem para apreciar o equilíbrio ácido-básico, durante a realização da cirurgia, consiste em estudar o comportamento do pH, dos bicarbonatos, do pCO_2 e do pO_2 no sangue arterial. (Fig. 1).

RELAÇÕES ENTRE BICARBONATO, PCO_2 E pH DO PLASMA

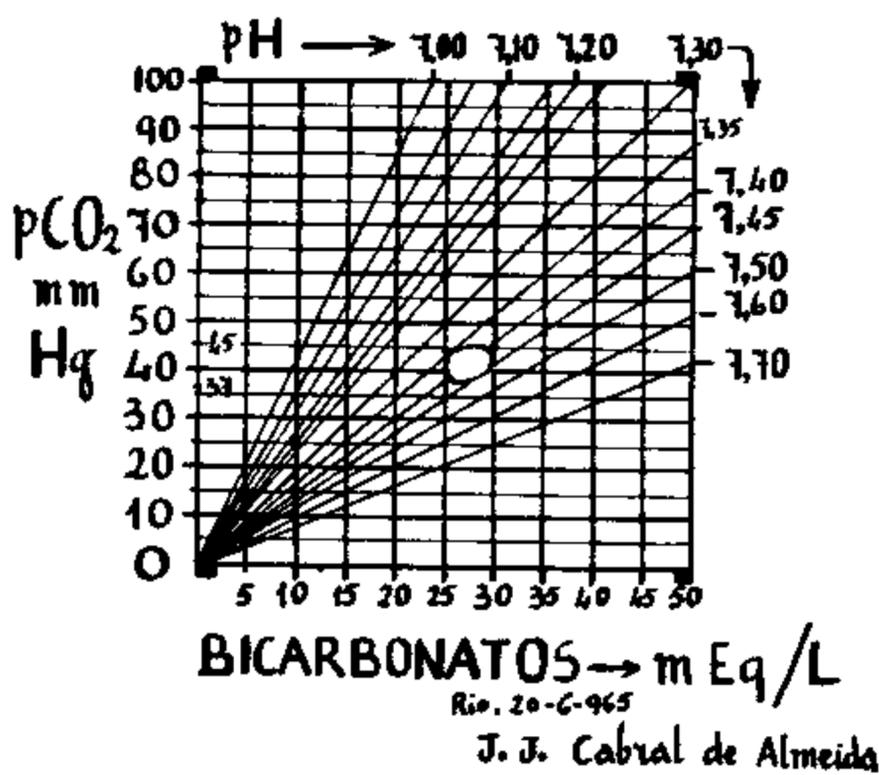


FIGURA 1

Relações dos três índices que maior importância têm, na regulação do equilíbrio ácido-básico do plasma.

A prática da anestesia, em 30 pacientes seguidamente submetidos à cirurgia cardíaca a céu aberto, com circulação extra-corpórea, permite-nos estabelecer uma faixa de osci-

lações dos vários índices laboratoriais, que possibilita obter resultados razoáveis, visto que nesta série perdemos apenas um paciente.

D. S. R., fem., 50 anos, 55 kg, 159 cm, com o pulmão esquerdo encarcerado, por paquipleurite, já teve embolia arterial por 3 vezes. Fez comissurotomia mitral, por toracotomia direita sob anestesia pelo halotano e circulação extracorpórea.

VENTILAÇÃO PULMONAR PELO P.-V.	ÍNDICES SANG. ART	TEMPOS		
		3 horas Anest.	30' By-pass	4h.+37' Anest.
Vol. corr. 600 ml	pH	7,48	7,45	7,50
Pi. pos. +15 mm Hg	HCO ₃	28	24,5	27,5
Pi. neg. -5 "	CO ₂ tot.	29,2	25,6	28,6
Insp. 2"	pCO ₂	40	37	37
Exp. 3"	Hemat.	45	25	35
Freq. 12	Sat. O ₂	100	100	100
	Hemólise		0	0

FIGURA 2

Observação número 30 desta série, para mostrar o regime ventilatório usado e os índices de Laboratório, durante várias fases da anestesia.

MÉTODO

Como método de anestesia, foi usada a respiração controlada mecânica com baro-inversão na ventilação pulmonar, pelo pulmo-ventilador.

A indução da anestesia foi feita pela administração de pentotal e galamina, pela técnica já apresentada em trabalhos anteriores (1, 2, 3). A manutenção foi obtida com halotano, introduzido gôta a gôta, na via inspiratória e vaporizado pela passagem do volume corrente.

A ventilação pulmonar foi feita em sistema aberto. A mistura gasosa respirada foi constituída por ar atmosférico, que entrou no sistema respiratório, pela válvula de admissão do ar no pulmo-ventilador por fluxos de oxigênio de 3 a 5 litros por minuto e pelos vapores de halotano. (1).

Em todos os casos foi feita hiperventilação alveolar minuto, com reinalação variável, através de um "Shunt" regulável, entre o tubo traqueal e a traquéia inspiratória. O

gráu da reinalação foi estabelecido pela observação da mudança de côr do bromotimol, nos tubos de detector do CO₂ do pulmo-ventilador, (3) e pelos exames de laboratório, feitos no Hospital da Beneficência Portuguesa, em seu Laboratório de Cirurgia Experimental, pelo Dr. Sergio Franco. Os pacientes foram todos operados pelo Dr. Jesse Teixeira e sua equipe cirúrgica.

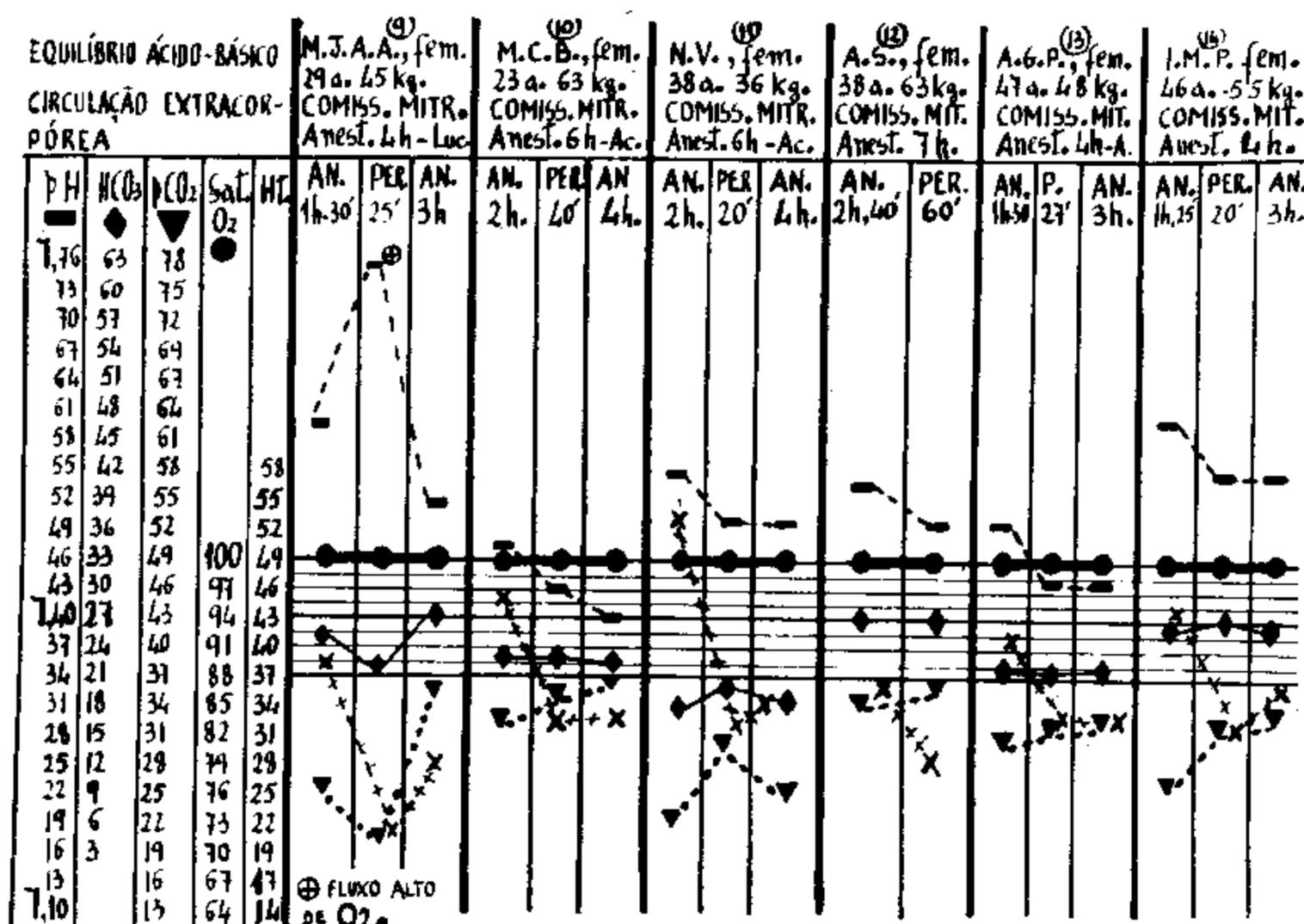


FIGURA 3

Notar, na observação número 9, que a hiperventilação, durante uma hora e meia de anestesia, provocou alcalose respiratória: com pH de 7,60 e pCO₂ de 24 mmHg, conservando-se os bicarbonatos em 21 mEq/L. A ventilação do paciente em sistema aberto, com o SHUNT ligado, para permitir certo gráu de reinalação, normalizou os índices do plasma. Houve hemodiluição acentuada, com hematócrito de 22. As observações 10, 11, 12, 13 e 14 mostram alcalose respiratória moderada, com baixa moderada, também, dos bicarbonatos.

O sangue, para a determinação dos índices de laboratório, foi obtido da artéria, em seringa heparinizada, através da torneira de três vias adaptada ao catéter de medida da pressão arterial média. Durante a perfusão, o sangue foi retirado da bomba. A perfusão foi feita com bomba-oxigenador de disco e foi utilizada a técnica da hemo-diluição.

RESULTADOS

Para termos uma visão panorâmica dos resultados obtidos, com a determinação do pH, HCO₃, pCO₂, Hematócrito e Saturação de O₂, fizemos diagramas, nos quais foram colocados, em ordenadas, os valores gerais dos índices de laboratório e em abcissas, os valores encontrados.

Achamos conveniente apresentar os índices dos nossos casos separadamente e não em conjunto, tirando as médias, porque as médias dos resultados encobre os máus resultados, visto que estes podem compensar-se; assim os casos de acidose podem ser compensados por casos de alcalose.

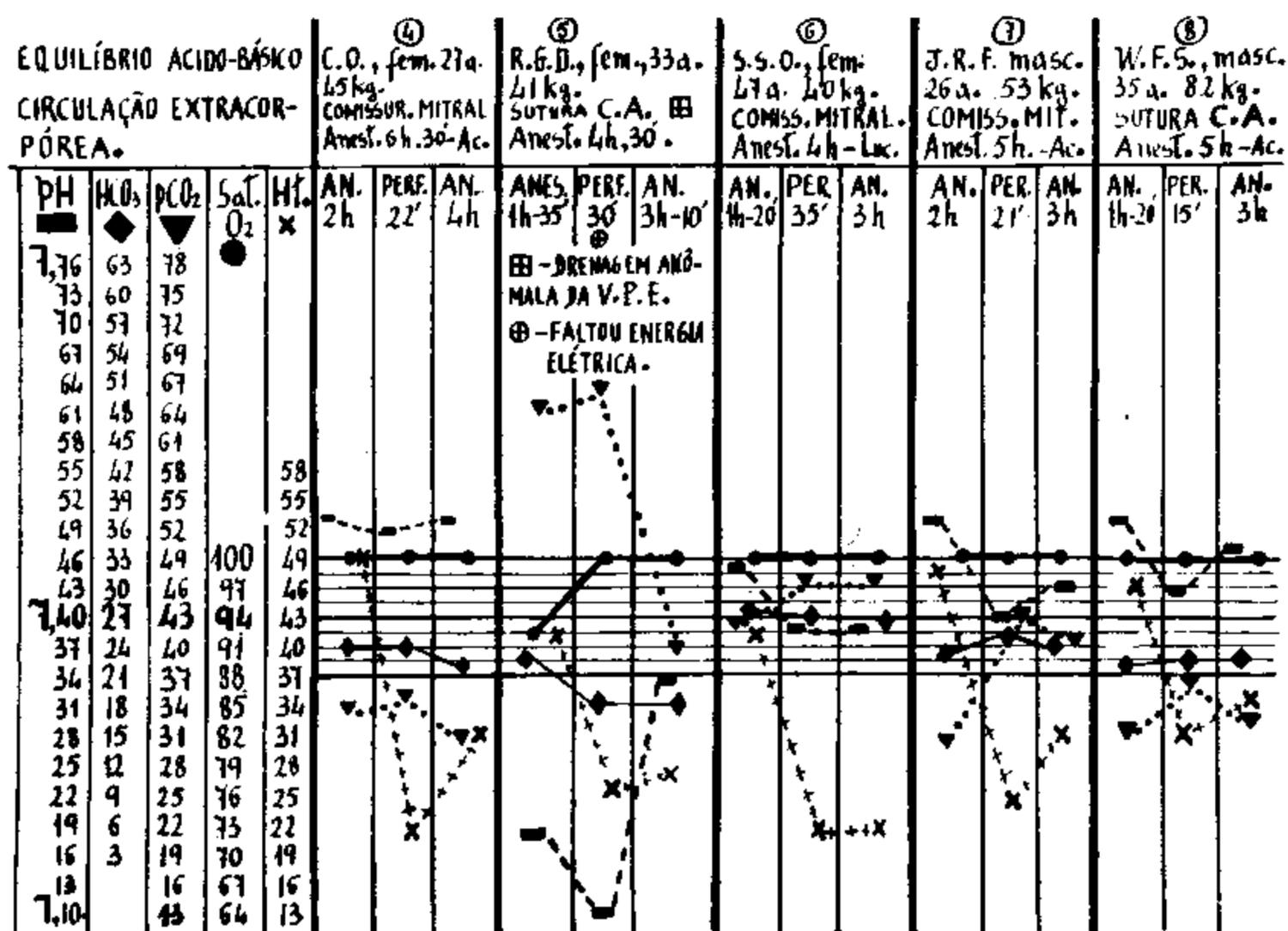


FIGURA 4

Notar na observação número 5, acidose metabólica que se exagerou durante o BYPASS, e que foi, mais tarde, corrigida, pela hiperventilação e administração de bicarbonato.

A análise dos resultados obtidos, nesta série de pacientes, pode ser feita nas figuras, 2, 3 e 4.

Estes resultados permitem considerar que existe uma larga faixa de segurança, nos pacientes operados sob respiração controlada pelo pulmo-ventilador e com perfusão pelo método da hemodiluição, dada a possibilidade que tem o anestesista de poder corrigir os valores dos índices, em alguns minutos.

A faixa de segurança observada nos 30 pacientes, tem os seguintes limites:

pH	7,30	a	7,55
HCO ₃	21	a	33 mEq/l
pCO ₂	30	a	49 mmHg
Sat.O ₂	92	a	100%

Com os valores enquadrados dentro desta faixa, é possível ao anestesista, elevar ou baixar o pH ao nível que bem desejar.

Reputamos ter muitíssima importância a correção dos valores pCO₂ no fim da perfusão, para verificar se é necessário administrar bicarbonato para combater a acidose metabólica; e, se o fôr, para determinar a quantidade que é preciso administrar. Muitas vêzes a normalização do pCO₂ eleva os bicarbonatos aos níveis normais.

EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO — NO SANGUE ARTERIAL

VALORES MÉDIOS NORMAIS DE BHCO₃:

NOS ADULTOS → 27 mEq/L

NAS CRIANÇAS → 24 mEq/L

FÓRMULA PARA CALCULAR O DÉFICIT DE BHCO₃

$$\left. \begin{array}{l} \text{NaHCO}_3 \\ \text{NECESSÁRIO} \\ \text{EM mEq} \end{array} \right\} \rightarrow \left(\begin{array}{cc} \text{BHCO}_3 & - & \text{BHCO}_3 \\ \text{NORMAL} & & \text{ENCONTRADO} \\ \text{(mEq/L)} & & \text{(mEq/L)} \end{array} \right) \times 0,2 P \text{kg} \oplus$$

⊕ 0,2 Pkg CORRESPONDE AO Pêso do Liq. Extracelular.

SOLUTOS %	mEq por 100 ml	SOLUTOS MOLARES	mEq por 100 ml
1 %	12	MOLAR	100 mEq
2 %	24	1/6 M (1,6%)	16,7 "
3 %	35,5	1/2,8 M (3%)	35,5 "
4 %	48	1/1,68 M (5%)	59,5 "
5 %	59,5		

QUADRO 1

Métodos práticos para determinar e corrigir os deficits dos bicarbonatos, no organismo sujeito à acidose metabólica.

O quadro 1 indica os valores normais do bicarbonato no plasma e fornece a fórmula que permite a correção.

No mesmo quadro, se encontram as concentrações centesimais e molares dos solutos de bicarbonato, para que seja calculado, rapidamente, o número de mEq a ser administrado.

REFERÊNCIAS

1. Cabral de Almeida, J. J. — Narcose pelo éter, clorofórmio ou halotano pelo sistema aberto, com respiração controlada pelo pulmo-ventilador. *Rev. Bras. Anest.*, 12:273, 1962.
2. Cabral de Almeida, J. J. — *Fisiopatologia da Respiração controlada em anestesia*. Ed. Narcosul, Pôrto Alegre, 1964.
3. Cabral de Almeida, J. J. Narcose pelo metoxifluorano durante 2 respirações controlada pelo pulmo-ventilador na cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea. *Rev. Bras. Anest.*, 15:99-115, 1964.

LIVROS NOVOS

Neonatal Anaesthesia — T. N. P. Wilton & Wilson — Blackwell Scientific Publications — Oxford — 1965 — 942 pgs. 87 ilustrações.

Qualquer estudioso ao deparar com novo livro deve fazer de imediato 2 perguntas: a) *a quem se destina*; b) *com que fim* foi escrito.

No caso da literatura médica: se é destinado ao estudante, ao médico em geral, se ao especialista; se foi escrito com o fim específico de se tornar um livro de consulta.

É raro se deparar com um pequeno volume como este que preenche qualquer dos requisitos acima citados. E não é em vão que um homem da responsabilidade de W. Mushin aceita prefaciá-la obra, chamando a atenção sobre a importância do assunto, até certo ponto descuro até agora.

Tanto os capítulos referentes à Anatomia e à Fisiologia, como os que se referem à técnica e à tática anestesiológicas propriamente ditas são bem trabalhados e de grande clareza.

Ressalte-se o capítulo referente à entubação traqueal, que é primoroso. Boas ilustrações e magnífica bibliografia. É volume que enriquecerá qualquer biblioteca.

Mario C. d'Almeida