

INFLUÊNCIA DO DEXTRAN 40^(R) NO CONSUMO DE OXIGÊNIO DURANTE A PERFUSÃO EM CIRURGIA CARDÍACA COM CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA (*)

DR. OTONI MOREIRA GOMES (**)
DR. SÉRGIO NUNES PEREIRA (***)
DR. RÔMULO CONCEIÇÃO CASTAGNA (***)
DR. ELIAS KALLÁS (***)
DR. GERALDO VERGINELLI (**)
DR. RUY VAZ GOMIDE DO AMARAL (***)
DR. DELMONT BITTENCOURT (**)
DR. EURYCLIDES DE JESUS ZERBINI (****)

O uso do Dextran de baixo peso molecular foi, anteriormente, julgado prejudicial para a perfusão capilar e acreditado favorecer a acidose metabólica.

Foram estudados 25 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca direta no Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, com hemodiluição pelo Dextran 40 (10ml/kg) durante a circulação extracorpórea.

Os resultados obtidos mostraram valores de consumo de oxigênio durante a perfusão, enere 95,9 e 95,7 ml/m² da superfície corpórea/min., sem alterações importantes do equilíbrio ácido-base.

O Dextran de peso molecular 40.000, vem sendo há muito empregado para hemodiluição em cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea (C.E.C.) ^(3,8) sendo seu efeito considerado sempre satisfatório, em função da diminuição do índice de hemólise, aumento do fluxo sanguíneo e, principalmente, melhoria da perfusão capilar.

(R) Rheomacrodex — Gentilmente cedido pelo Laboratório B. Braun S/A.

(*) Trabalho realizado no Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

(**) Professor Assistente.

(***) Médico-Estagiário.

(****) Docente livre de Anestesiologia.

(*****) Prof. Titular de Clínica Cirúrgica.

AP2263

Laufman (5) demonstrou que o Dextran aumenta o fluxo periférico por circulação colateral, diminuindo deste modo, a perfusão capilar e a pO_2 tecidual. A circulação extracorpórea produz alterações capilares e metabólicas que poderiam ser significativamente agravadas por esse efeito do Dextran.

O presente trabalho tem por objetivo estudar a influência do Dextran no consumo de oxigênio e no equilíbrio ácido-básico dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

METODO

Foram estudados 25 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea no Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, nos quais empregou-se hemodiluição com Dextran de peso molecular 40.000.

QUADRO I

DADOS GERAIS E DIAGNÓSTICOS CORRESPONDENTES AOS DOENTES ESTUDADOS

| Caso n.º | Nome | Sexo | Peso (em kg) | Sup. corp. (em m2) | Diagnóstico |
|-------------|--------|------|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | E.C.S. | F. | 42,0 | 1,40 | Insuf. aórtica |
| 2 | S.B.S. | M. | 52,0 | 1,50 | Dupla lesão aórtica |
| 3 | G.E. | M. | 79,2 | 1,69 | Insuf. coronária |
| 4 | J.P.B. | M. | 53,8 | 1,60 | Insuf. mitral |
| 5 | M.V.R. | M. | 72,0 | 1,85 | Estenose aórtica |
| 6 | J.C.S. | M. | 53,5 | 1,50 | Dupla lesão mitral |
| 7 | C.Q.S. | M. | 63,5 | 1,80 | Dupla lesão mitral |
| 8 | N.M. | M. | 63,0 | 1,75 | Insuf. coronária |
| 9 | A.G. | M. | 51,2 | 1,58 | Dupla lesão aórtica |
| 10 | V.S.G. | F. | 66,5 | 1,69 | Dupla lesão aórtica |
| 11 | E.N.P. | F. | 73,2 | 1,70 | Estenose mitral |
| 12 | M.F. | F. | 51,2 | 1,50 | Estenose mitral |
| 13 | M.B. | F. | 50,4 | 1,45 | Retroca valva mitral |
| 14 | R.R.A. | M. | 53,5 | 1,60 | Dupla lesão mitral |
| 15 | M.O. | F. | 42,1 | 1,38 | Insuf. aórtica |
| 16 | K.G. | M. | 65,0 | 1,70 | Insuf. coronária |
| 17 | M.V.R. | M. | 72,0 | 1,85 | Estenose aórtica |
| 18 | J.C.S. | M. | 53,5 | 1,50 | Dupla lesão mitral |
| 19 | M.A.G. | M. | 51,2 | 1,58 | Dupla lesão aórtica |
| 20 | V.S. | F. | 66,5 | 1,73 | Dupla lesão aórtica |
| 21 | R.M.A. | M. | 48,4 | 1,50 | Átrio vent. com. parc. |
| 22 | E.H. | F. | 47,6 | 1,45 | Insuf. mitral |
| 23 | A.C.B. | M. | 60,0 | 1,65 | Est. mitral + I. aórtica |
| 24 | A.A.C. | M. | 25,6 | 0,97 | Átrio vent. com. total |
| 25 | E.S. | M. | 58,0 | 1,72 | Retroca valva mitral |

No Quadro I estão apresentados os dados gerais e os diagnósticos correspondentes aos pacientes estudados.

O equilíbrio ácido-básico foi avaliado pelos seguintes parâmetros: pH, $p\text{CO}_2$ e DB, ou seja, potencial hidrogeniônico, tensão parcial de dióxido de carbono e diferença em bases ("Base excess") (2,13). Para determinação da diferença em bases empregou-se o Nomograma de Alinhamento de Siggaard-Andersen (4). Determinou-se também a tensão parcial de oxigênio e correspondente saturação, o hematócrito e o teor de hemoglobina sanguíneos. As determinações laboratoriais foram realizadas em amostras de sangue arterial e venoso, colhidas nos seguintes tempos (representados pela letra *t*):

- t_1 — 15 minutos antes da perfusão
- t_2 — aos 15 minutos de perfusão
- t_3 — aos 30 minutos de perfusão
- t_4 — aos 60 minutos de perfusão
- t_5 — 15 minutos após a perfusão

O consumo de O_2 foi determinado nas amostras correspondentes aos tempos t_1 , t_2 , t_3 e t_4 , sendo calculado em função do fluxo de perfusão e da diferença artério-venosa no conteúdo de oxigênio, de acordo com a fórmula:

$$\text{Consumo de } \text{O}_2 = \text{Fluxo} \times \text{Conteúdo art. de } \text{O}_2 - \frac{\text{Conteúdo ven. de } \text{O}_2}{100}$$

As perfusões foram realizadas em normotermia, tendo-se empregado o Aparelho Coração-Pulmão Artificial modelo Hospital das Clínicas de São Paulo, com o oxigenador de bolhas de coluna variável (4). As hemodiluições foram feitas com solução de Dextran a 10% em soluto glicosado (10 ml/kg), associadas ao sangue total, para completar o volume extracorpóreo ("priming volume").

O procedimento de análise de variância foi realizado segundo o modelo:

$$y_{ij} = \mu + T_j + (-ij) \quad (\text{Snedcor e Cochran, 1967}).$$

O nível de significância para a rejeição da hipótese de nulidade foi fixado em 0,05.

RESULTADOS

Na Tabela I encontram-se os resultados de consumo de oxigênio obtidos nos diferentes tempos.

TABELA I
VALORES DE CONSUMO DE OXIGÊNIO
(em ml/m² sup. corp./min.)

| Caso n.º | t2 | t3 | t4 |
|---------------|--------|--------|--------|
| 1 | 139,36 | 152,52 | 152,70 |
| 2 | 118,42 | 123,77 | 125,37 |
| 3 | 113,07 | 99,13 | 99,0 |
| 4 | 87,36 | 86,68 | 86,34 |
| 5 | 81,48 | 86,32 | 107,41 |
| 6 | 126,11 | 143,11 | 125,53 |
| 7 | 80,86 | 74,0 | 77,11 |
| 8 | 123,28 | 106,70 | 113,25 |
| 9 | 82,27 | 81,01 | 86,07 |
| 10 | 93,10 | 115,45 | 110,0 |
| 11 | 125,76 | 142,94 | 130,94 |
| 12 | 114,57 | 103,64 | 103,0 |
| 13 | 94,24 | 89,48 | 90,91 |
| 14 | 76,35 | 91,70 | 75,28 |
| 15 | 104,80 | 90,58 | 89,28 |
| 16 | 65,36 | 58,72 | 65,08 |
| 17 | 61,66 | 72,89 | 62,91 |
| 18 | 61,58 | 56,57 | 74,43 |
| 19 | 74,13 | 70,40 | 61,11 |
| 20 | 73,31 | 96,25 | 79,77 |
| 21 | 99,31 | 85,81 | 103,74 |
| 22 | 74,01 | 79,09 | 79,09 |
| 23 | 81,96 | 90,50 | 93,04 |
| 24 | 83,44 | 82,30 | 82,0 |
| 25 | 135,93 | 118,54 | 118,0 |
| Média | 96,0 | 95,9 | 95,7 |
| Desvio padrão | 23,6 | 25,1 | 23,5 |

QUADRO II

RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIANÇIA DOS VALORES DE CONSUMO DE OXIGÊNIO E DE DIFERENÇA EM BASES

| | Consumo de O ₂ | Diferença em Bases |
|-----------------|------------------------------|-----------------------|
| GL ₁ | 2 | 4 |
| GL ₂ | 72 | 120 |
| F | 0,014* | 4,3** |

* F 2,72 = 3,15

** F 4,120 = 2,45

No Quadro II são apresentados os resultados da análise de variância desses valores.

O consumo médio de O_2 , nos tempos t_2 , t_3 e t_4 foi de 95,0, 95,9 e 95,7 ml/m² de sup. corp. min., respectivamente, sem variação estatística significativa.

TABELA II
VALORES DE DB
(em mEq/l)

| Caso n.º | t1 | t2 | t3 | t4 | t5 |
|----------|------|------|------|------|------|
| 1 | -0,5 | -1,0 | -1,5 | -2,5 | -2,8 |
| 2 | -3,0 | -3,5 | -6,3 | -3,1 | -2,8 |
| 3 | -2,0 | -4,1 | -7,0 | -7,0 | -7,2 |
| 4 | -4,2 | -3,1 | -4,1 | -7,0 | -2,8 |
| 5 | 0 | -4,6 | -4,3 | -4,1 | -3,6 |
| 6 | -2,6 | -3,9 | -5,0 | -4,8 | -4,1 |
| 7 | 1,9 | -2,0 | -0,5 | -0,2 | -5,3 |
| 8 | -3,1 | -3,5 | -2,3 | -4,5 | -3,1 |
| 9 | -0,2 | -5,9 | -5,2 | -5,0 | -7,8 |
| 10 | 4,0 | -1,0 | -2,2 | -3,0 | -4,2 |
| 11 | -1,8 | -3,5 | -1,0 | -1,0 | -3,8 |
| 12 | -1,0 | -3,4 | -3,0 | -3,0 | -3,6 |
| 13 | -2,0 | -2,8 | -2,9 | -2,5 | -2,8 |
| 14 | -3,2 | -3,3 | -2,2 | -4,0 | -7,0 |
| 15 | -1,0 | -2,0 | -2,1 | -2,0 | -4,0 |
| 16 | -2,1 | -4,2 | -4,2 | -4,4 | -3,5 |
| 17 | 0,7 | -1,1 | -1,1 | -0,1 | -3,0 |
| 18 | 3,0 | 2,5 | 1,9 | 1,9 | 2,1 |
| 19 | 5,1 | 5,0 | 2,8 | 4,0 | 1,8 |
| 20 | -1,0 | -1,0 | -0,9 | -1,1 | -0,5 |
| 21 | 2,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | -1,3 |
| 22 | -2,6 | -2,1 | -5,6 | -6,0 | -6,5 |
| 23 | -0,2 | -3,0 | -2,0 | -0,5 | -0,5 |
| 24 | 0,2 | -4,5 | -4,0 | -4,5 | -5,1 |
| 25 | -3,0 | -6,5 | 1,0 | -1,0 | -3,0 |

| | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|
| Média | -0,6 | -2,5 | -2,4 | -2,6 | -3,4 |
| Desvio padrão | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 2,5 |

Os resultados das determinações de diferença em bases estão apresentados na Tabela II e os de análise de variância correspondente no Quadro II. Verificou-se variação estatística significativa, tendo, contudo, os valores médios oscilados dentro de limites praticamente normais (gráfico 1).

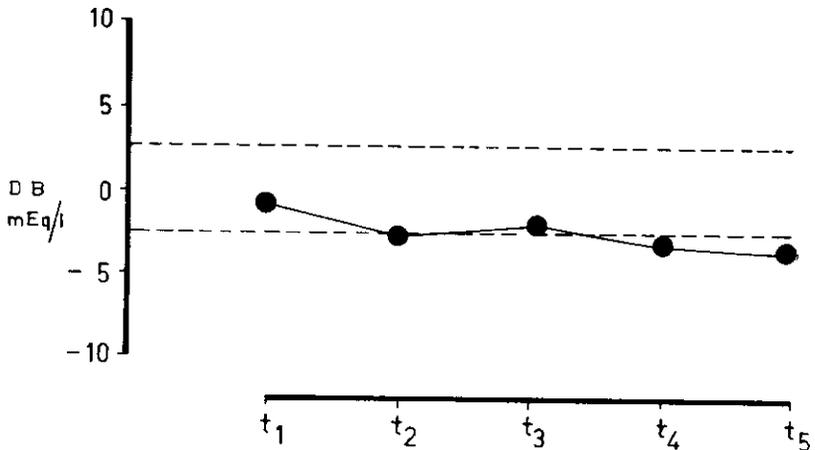


GRÁFICO I
Variação da diferença em Bases

COMENTÁRIOS

Durante a perfusão em circulação extracorpórea o fluxo sanguíneo, normalmente pulsátil, é substituído pelo fluxo contínuo imprimido pela bomba artificial. Por outro lado, a oxigenação artificial determina desnaturação das proteínas plasmáticas (6), e fenômenos de microembolias gordurosas. Tais eventos, principalmente quando associados à oxigenação deficiente e à reação de incompatibilidade sanguínea, produzem deterioração da microcirculação, caracterizada por edema intersticial (2) e tendência para acidose metabólica, proporcionais à duração da perfusão.

Morais e col. (11), propuseram, em 1960, o emprego da hemodiluição em perfusão artificial, para diminuir a intensidade de hemólise e facilitar a circulação capilar. Posteriormente, vários autores relataram os benefícios da hemodiluição com Dextran na prevenção desses problemas da perfusão extracorpórea (3,8,9,12).

Recentemente, no entanto, Laufman (5) concluiu que o aumento do fluxo de perfusão obtido pela infusão do Dextran se fazia através de anastomoses artério-venosas colaterais, em detrimento da perfusão capilar e da oxigenação tecidual.

Esta mudança da dinâmica circulatória poderia agravar consideravelmente os distúrbios metabólicos causados pela circulação extracorpórea. „

A determinação do consumo de oxigênio é feita em função da diferença artério-venosa do gás e não permite avalia-

ção das necessidades históricas reais. Na vigência de desvio artério-venoso o conteúdo venoso de oxigênio aumenta, denotando diminuição do consumo de O_2 pelos tecidos, embora os mesmos estejam em hipóxia, sofrendo comprometimento metabólico progressivo, traduzido também pelas alterações do equilíbrio ácido-básico.

O consumo de oxigênio em condições basais é, no homem, de aproximadamente 140 ml/m^2 de sup. corp./min. Contudo, sabe-se que a anestesia pode reduzir esse consumo basal em cerca de 10 a 25% (15).

Os resultados obtidos mostram que o consumo médio de O_2 variou de 95,0 a 95,9 ml de O_2/m^2 sup. corp./min. com valores inferiores aos encontrados por Mc Goon e col. (10), e Lervin e col. (7), para perfusões sem hemodiluição, ou seja, respectivamente 130 e $16^1/\text{ml/m}^2$ sup. corp./min.

As alterações do equilíbrio ácido-básico foram estatisticamente significantes, embora os valores médios permanecessem dentro de limites praticamente normais, com discreta tendência para acidose no final da perfusão.

Embora a comparação dos resultados encontrados no presente estudo com os da literatura pertinente não permita excluir a possibilidade de derivação artério-venosa, pela administração do Dextran 40, pode-se concluir que tal fenômeno, quando presente, é pouco importante nas condições habituais da circulação extracorpórea, possibilitando a manutenção do equilíbrio ácido-básico dentro de valores satisfatórios para a perfusão artificial.

SUMMARY

THE INFLUENCE OF DEXTRAN 40 IN OXIGEN CONSUMPTION DURING EXTRACORPOREAL CIRCULATION

The use of low molecular weight dextran was, previously, considered prejudicial to the capillary perfusion and believed to favour the occurrence of metabolic acidosis.

Twenty five patients submitted to open-heart surgery, in the Instituto do Coração of the University of São Paulo Medical School, were studied during extracorporeal circulation with hemodilution by dextran 40 (10 ml/kg).

The results obtained showed values of oxygen consumption, during perfusion, between 95,9 and 95,7 ml/m² of body surface area/min., without important alterations of the acid-base equilibrium.

REFERÊNCIAS

1. Astrup P, Jorgensen K, Sigaard-Andersen O & Engel K — The acid-base metabolism. A new approach. *Lancet* 1:1035, 1960.
2. Cleland J, Pluth J R, Tauxe W N & Kirklin J W — Blood volume and body fluid compartment changes soon after closed and open intracardiac surgery. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 52:698, 1966.

3. Drake C T, Macalalad F & Lewis F J — The effect of low molecular weight Dextran upon the blood flow during extracorporeal circulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 42:735, 1961.
4. Gomes O M — Oxigenador de bolhas de coluna variável. Tese — Fac Med, São Paulo, 1971.
5. Laufman H — Anticoagulants, Dextrans, fibrinolysins. In Haimovici H, Editor — The surgical management of vascular diseases. J B Lippincott Company, Philadelphia, 1970.
6. Lee Jr W H, Krumhaar D, Fonkalsrud E W, Schjeide O A & Maloney J U — Denaturation of plasma proteins as a cause of morbidity and death after intracardiac operations. *Surgery*, 50:29, 1961.
7. Lervin M B, Theye R A, Fowler W S, Kirklin J W — Performance of the stationary vertical-screen oxygenator (Mayo-Gibbon). *J Thorac Cardiovasc Surg* 39:417, 1960.
8. Long D M Jr, Sanchez L, Varco R L & Lillehei C W — The use of low molecular weight Dextran and serum albumin as plasma expanders in extracorporeal circulation. *Surgery*, 50:12, 1961.
9. Mainardi L C, Bhanganada K, Mack J D & Lillehei C W — Hemodilution in extracorporeal circulation: comparative study of low molecular weight dextran and 5 percent dextrose. *Surgery* 56:12, 1961.
10. Mc Goon D D, Moffit E A, Theye R A & Kirklin J W — Physiologic studies during high flow, normothermic, whole body perfusion. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 39:275, 1960.
11. Morais D J de, Leite C S, Jاسبك W & Sader J — Circulação extracorpórea prolongada com hemólise mínima. (Uso de plasma no oxigenador em substituição ao sangue). *Rev Bras Cir* 39:120, 1960.
12. Morais D J de, Jاسبك W, Lima A, Braga S, Franco S & Vieira Z — Circulação extracorpórea com hemodiluição. Uso de plasma e Dextran (Macrodex) como diluentes. *O Hospital*, 61:1197, 1962.
13. Sigaard-Andersen O — Blood acid-base alignment nomogram. Scales for pH, pCO_2 , base excess of whole blood of different hemoglobin concentrations, plasma bicarbonate and plasma total CO_2 . *Scand J Clin Lab Invest* 15:211, 1963.
14. Sigaard-Andersen O — The acid-base status of blood. 2nd ed Baltimore, William & Wilkinson, 1964.
15. Underwood R J, Roth J C, & Starr A — The influence of anesthetic technique on oxygen consumption during total cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology*, 21:263, 1960.