

A Taxa de Hemoglobina no Paciente Pediátrico

M. J. Conceição, TSA¹, C. A. Silva Jr. TSA² & F. X. Roberge, TSA³

Conceição M J, Silva Jr. C A e Roberge F X – Hemoglobin level in pediatric patient.

The primary function of hemoglobin in blood is to transport oxygen efficiently from the lungs to the various tissues of the body. This is a complex process regulated by many different mechanisms, involving the heart and the vascular system in addition to the lungs and circulating blood. The venous admixture, after leaving the pulmonary capillary bed the oxygenated blood is joined by a small amount of venous blood arising from the physiological shunt, reduces the oxygen saturation to approximately 97% and so the blood goes in the arterial tree.

A simple equation expresses the maximum amount of oxygen available to body tissues:

Available O₂ = (O₂ content of arterial blood) x (Cardiac output)

The oxygen is carried by the blood in two forms: directly into solution in the plasma and direct binding to hemoglobin. The hemoglobin has the important feature of combining loosely and reversibly with oxygen. The affinity of hemoglobin for oxygen is described by the P₅₀: the partial pressure of oxygen at which the hemoglobin is 50% saturated. The relationship between the partial pressure of oxygen, PO₂, and the percent of hemoglobin that is bound to oxygen at pH 7.4 and 37°C, gives the oxygen-hemoglobin dissociation curve. A shift of the curve to the right reflects a decrease in the oxygen affinity, the contrary is represented by a shift of the curve to the left. The oxygen affinity varies with many factors like temperature, carbon dioxide, pH, and 2.3 DPG.

Normal hemoglobin levels vary from 11.1 gm/100 ml to 19 gm/100 ml depending on age and sex. The minimum acceptable level of hemoglobin for anesthesia and surgery is unclear. Historically the most common level has been 10 gm/100 ml. However this minimum value has been contested. But there is a point of general agreement: the hypovolemia is far more deleterious than lower hemoglobin values with a normal blood volume.

If an optimum hemoglobin level could be defined, then it might be possible to define a range of values in which oxygen transport and cardiovascular function would be acceptable. Unfortunately, this optimum for hemoglobin has not been well defined in humans. It is not appropriate to follow any fixed rule for minimum acceptable hemoglobin for all patients. The best approach is for the clinician to consider all the factors involved to arrive at a decision that is appropriate for each individual patient. It is anticipated that hemoglobin levels of 7 to 8 gm/100 ml or lower may be entirely acceptable in some cases, while in others, hemoglobin levels of 10 to 12 gm/100 ml may be inadequate for anesthesia and surgery.

Key-Words: ANESTHESIA; BLOOD: anemia, hemoglobin; OXYGEN: transport; SURGERY: pediatric

1 *Chefe do Serviço de Anestesiologia e Inaloterapia do Hospital Joana de Gusmão e anesthesiologista do Hospital Maternidade Carmela Dutra*

2 *Professor Assistente da Disciplina de Anestesiologia da UFSC. Diretor do Hospital Infantil Joana de Gusmão*

3 *Anesthesiologista do Hospital Infantil Joana de Gusmão e do Hospital Universitário da UFSC*

Correspondência para Mário José da Conceição
Rua Secundino Peixoto, 147 – Estreito
88000 - Florianópolis, SC

Recebido em 13 de agosto de 1984

Aceito para publicação em 27 de junho de 1985

© 1985, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

A discussão sobre o nível de hemoglobina mínimo aceitável para um paciente ser submetido a um ato anestésico-cirúrgico não é novidade. Se muitos valores são recomendados como ideais, muitos anesthesiologistas chegam ao extremo perigoso de desconsiderar o fato. A literatura, mesmo que controversa, não é pródiga, como seria de esperar, e com respeito aos pacientes pediátricos é ainda mais escassa. Parece-nos conveniente uma revisão das funções da hemoglobina circulante, instigando o pensamento sobre o tema, e estabelecendo, de acordo com,

nossa experiência pessoal com pacientes pediátricos, uma taxa de hemoglobina mínima circulante para a condução segura, quanto a este aspecto de um ato anestésico-cirúrgico.

Afinidade Hemoglobina/Oxigênio

A grande característica da hemoglobina é sua capacidade de se combinar fácil e de maneira reversiva com o oxigênio. O oxigênio se liga à hemoglobina nos capilares pulmonares e subsequentemente é liberado a nível tecidual^{1, 2}. A união do oxigênio à hemoglobina está influenciada por dois fatores: a afinidade pelo oxigênio e a interação entre os radicais heme. Isto é: quando a hemoglobina está parcialmente saturada pelo oxigênio, os outros radicais heme livres aumentam sua afinidade pelo oxigênio. O contrário é verdadeiro: a liberação do oxigênio para os tecidos é progressivamente facilitada à medida que sucessivas moléculas de oxigênio são liberadas da molécula de hemoglobina³.

A clássica P_{50} descreve a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio. A P_{50} é a pressão parcial de oxigênio na qual cinquenta por cento (50%) da hemoglobina se encontra saturada. A Figura 1 mostra a conhecida curva de dissociação oxigênio/hemoglobina. Nesta curva está configurada a relação entre a pressão parcial de oxigênio e a porcentagem de hemoglobina que se liga ao oxigênio em um pH de 7,4 e na temperatura de 37°C. Se a curva se inclina para a direita significa uma queda na afinidade da hemoglobina pelo oxigênio e o aumento conseqüente da P_{50} . Se a curva se inclina para a esquerda significa o contrário, com a queda na P_{50} . Inúmeros são os fatores capazes de provocar estes desvios à direita e à esquerda e, os mais importantes estão na Tabela I. De todos estes fatores o CO_2 é o que ocupa o papel de destaque, pelo menos do ponto de vista da sua função respiratória. Senão vejamos: à medida que aumenta a $PaCO_2$, a curva se desloca para a direita. Ou seja, a afinidade pelo

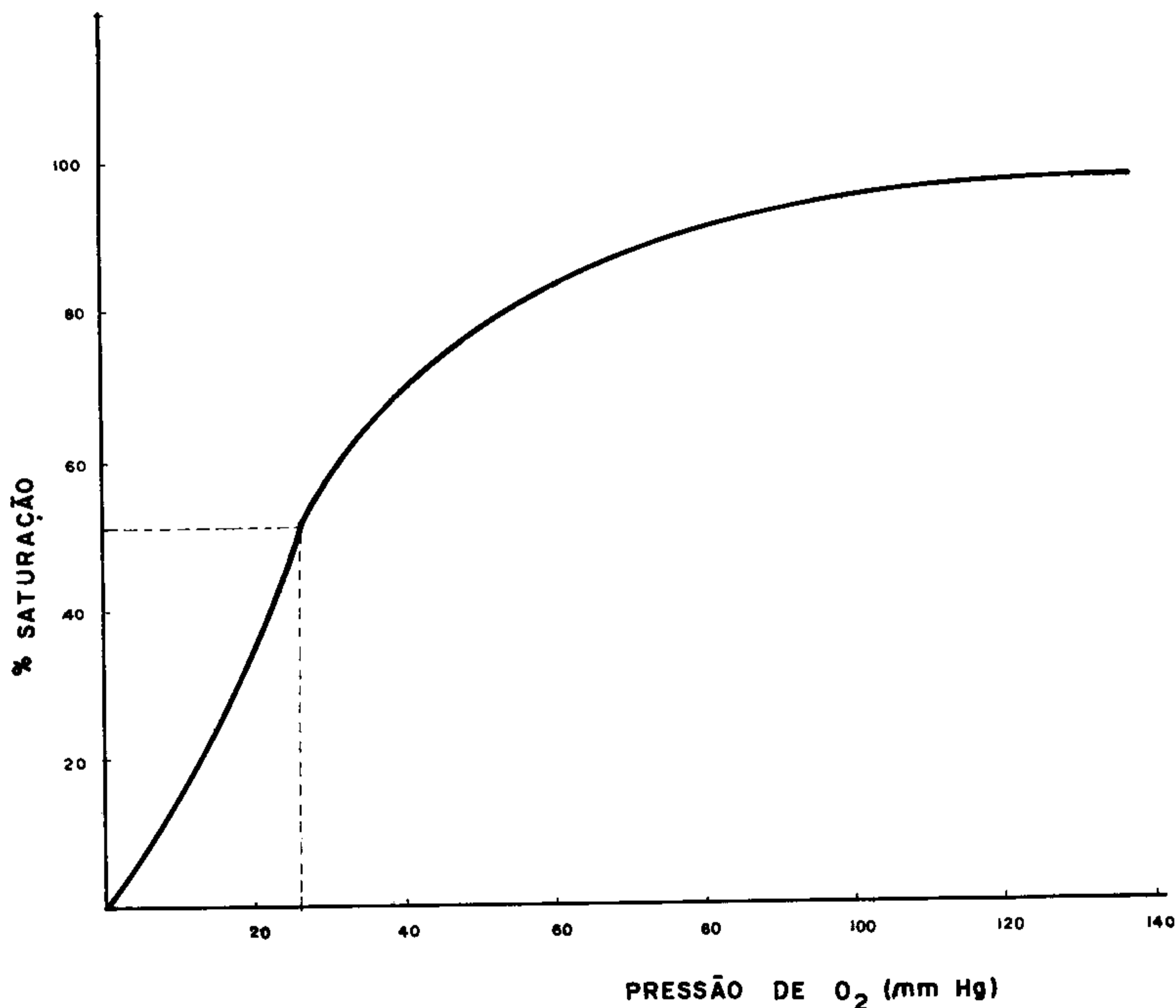


Fig. 1 Curva da Oxi-Hemoglobina.

oxigênio diminui e a hemoglobina o libera mais facilmente. Este é o conhecido efeito Bohr¹. Na verdade os efeitos do CO₂ sobre a curva são conseqüentes às modificações provocadas no pH. O aumento do 2,3 DPG diminui a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio, devido a um mecanismo duplo: efeito direto sobre a hemoglobina e efeito indireto ao fazer cair o pH intracelular³. Quando o sangue é estocado, principalmente em ACD (ácido-citrato-dextrose), os níveis de 2,3 DPG caem rapidamente, produzindo um acentuado aumento na afinidade da hemoglobina pelo oxigênio. Quando transfundido, este sangue determinará um desvio para a esquerda na curva de dissociação. Este paciente levará de 24 horas a 10 dias para restaurar os níveis normais de 2,3 DPG, iniciando-se o processo de normalização dentro de quatro horas após a transfusão⁴. Se este sangue for transfundido em pacientes anêmicos, haverá queda substancial na oxigenação a nível tecidual, notadamente se o paciente estiver incapacitado de aumentar seu débito cardíaco compensatoriamente^{5-*}.

As mudanças provocadas pela anestesia inalatória sobre a afinidade do oxigênio/hemoglobina são pouco claras. O halotano, o éter e o metoxifluorano em concentrações clínicas interagem com as moléculas da hemoglobina ao se ligarem com as suas partes hidrófobas, porém, sem evidências de efeitos marcantes sobre a capacidade de transporte do O₂^{9, 12}. Na verdade, os anestésicos gerais reduzem as necessidades de oxigênio por todo o organismo¹².

Tabela I — Fatores Responsáveis pelos Desvios na Curva da Oxi-Hemoglobina

DESVIO P/DIREITA	DESVIO P/ESQUERDA
Queda no pH	Aumento no pH
Anemia	Sangue Estocado
Aumento no 2,3 DPG	Queda no 2,3 DPG
Aumento da Temperatura	Queda na Temperatura
Insuficiência Cardíaca	Choque Séptico
Desvio direita-esquerda (shunt)	Intoxicação pelo CO
Doença Pulmonar Crônica	Acidose grave
Altitude	Metahemoglobinemia

O Transporte de Oxigênio pelo Sangue

A grande função da hemoglobina no sangue é transportar, de forma eficiente, o oxigênio dos alvéolos pulmonares até os tecidos. O processo de transporte do O₂ é complexo e regulado por muitos mecanismos, formando um sistema que sob condições normais tem uma capacidade de reserva muito grande, garantindo uma boa margem de segurança. Durante o exercício ou outra

situação de estresse esta reserva é rapidamente mobilizada mantendo os limites da normalidade.

Ao abandonar o leito capilar pulmonar, o sangue oxigenado a 100% se junta a uma pequena quantidade de sangue venoso (2% do débito cardíaco) provinda do curto-circuito fisiológico. Com isto a oxigenação arterial cai para 97%. O coração em condições normais bombeia uma média de 3 a 4 litros por minuto por metro quadrado de superfície corporal, aumentando este débito sempre que necessário¹. A seguinte equação expressa o oxigênio disponível para os tecidos:

$$O_2 \text{ disponível} = (\text{conteúdo arterial de } O_2) \times (\text{débito cardíaco})$$

Duas são as formas de transporte de oxigênio pelo sangue:

1) Dissolvido no plasma, a um coeficiente baixíssimo: 0,003 ml por 100 ml de sangue a cada milímetro de mercúrio de pressão parcial de O₂. Assim, se a PaO₂ for de 100 mmHg 0,31 ml de O₂ será transportado em cada 100 ml de sangue.

2) Ligado à hemoglobina. Cada molécula de hemoglobina transporta quatro moléculas de oxigênio. Em condições teoricamente ideais, cada grama de hemoglobina transportará 1,39 ml de oxigênio. Um indivíduo normal respirando ar tem uma PaO₂ de aproximadamente 100 mm/Hg (13,3 kPa). Se tiver um nível de 15 g/100 ml de hemoglobina, possuirá um conteúdo arterial de O₂ em solução de 20,31 ml por 100 ml de sangue: 0,31 ml de O₂ em solução + 20 ml de O₂ ligado à hemoglobina¹⁵. Se o débito cardíaco for 5.000 ml min⁻¹, podemos concluir:

$$O_2 \text{ disponível} = (20,31 \text{ ml}/100 \text{ ml}) \times (5000 \text{ ml} \times \text{min.}^{-1}).$$

$$O_2 \text{ disponível} = 1000,31 \text{ ml} \times \text{min.}^{-1}$$

Ora, em condições basais, as necessidades de O₂ são de apenas 250 ml min⁻¹ o que demonstra a margem bastante segura do sistema de transporte do oxigênio¹⁵.

Qual o Nível Ideal de Hemoglobina para Anestesia/Cirurgia?

Não é fácil esta definição. Podemos imaginar que um nível ideal seja aquele no qual o transporte de oxigênio e a punção cardiovascular sejam aceitáveis. No homem estes valores variam muito. Para hematócritos entre 30 e 45% os valores de hemoglobina podem variar de 10 a 15 g/100 ml e o transporte de oxigênio comparado a estes valores do hematócrito não diferiu

significativamente³. Czer¹⁶, estudando os valores de hematócritos em pacientes graves, concluiu que a sobrevivência foi melhor entre os pacientes cujos hematócritos estavam entre 27 e 33% com um nível de hemoglobina médio de 11 g/100 ml.

Tomando-se o movimento cirúrgico do Hospital Infantil Joana de Gusmão de janeiro a dezembro de 1983, obtivemos a Tabela II onde aparecem os valores máximo, mínimo e a média dos hematócritos e da hemoglobina; bem como os valores dos pesos e idades daqueles pacientes. Clinicamente nenhum destes pacientes anestesiados naquele período apresentou qualquer tipo de complicação que pudesse ser associada à má oxigenação tecidual.

Tabela II — Valores de Hematócrito e Hemoglobina, Peso e Idade no Período de Janeiro a Dezembro de 1983 dos Pacientes Anestesiados no Hospital Infantil Joana de Gusmão.

	Hematócrito	Hemoglobina	Peso (em kg)
Médias	38,58 ± 12,62	12,4 ± 2,47	17,36 ± 11,26
Valor máximo	60	20	47
Valor mínimo	21	5,5	1,350

Idade máxima	13 anos
Idade mínima	6 horas
Total	2.282

Classicamente se aceita como nível mínimo de hemoglobina para anestesia e cirurgia 10 g/100 ml^{3, 15, 17, 18}. Mas o aumento dos pacientes anêmicos para serem submetidos a transplantes renais¹⁹ ou mesmo situações de urgência nas quais se procede a anestesia em pacientes com níveis de hemoglobina abaixo de 10 g/100 ml, reacendem a dúvida sobre a propriedade do estabelecimento de um limite mínimo arbitrário de 10 g/100 ml de hemoglobina para a cirurgia²⁰.

Em nossa opinião (ver Tabela II), não fugimos à regra geral de não aceitar pacientes com níveis de hemoglobina inferiores a 10 g/100 ml para a anestesia. Porém concordamos que este valor não deve ser aceito indiscriminadamente. Existem atos cirúrgicos inadiáveis, nos quais podemos aceitar níveis de hemoglobina mais baixos.

O ponto da discórdia dos 10 g/100 ml de hemoglobina se relaciona à taxa mínima tolerável para um paciente, que depende de muitos fatores. Evidências sugerem níveis de até 2 a 2,5 g/100 ml como aceitáveis³. Outros autores mais radicais consideraram níveis abaixo de 10 g/100 ml inaceitáveis²⁰. Alguns estudos demonstram um aumento da resistência ao choque hipovolêmico em animais cujos hematócritos eram superiores a 35% e ao nível de 42% o transporte de O₂ se fazia

mais eficiente. Os níveis de hemoglobina nestes hematócritos variaram entre 10 e 14 g/100 ml^{3, 20}. É razoável supor que os animais cujos níveis de hemoglobina eram normais se tornaram mais resistentes às perdas sangüíneas. A conduta correta é repor a perda sangüínea já que a hipovolemia reduz a perfusão tecidual em pacientes com níveis normais ou não de hemoglobina²¹.

Nossa conduta se posiciona em um meio termo. Aceitamos como o nível mínimo para anestesia e cirurgia 10 g/100 ml, com a justificativa de que em torno deste valor as mudanças compensatórias da circulação e do débito cardíaco são as menores, o que não ocorre em níveis inferiores a 8 g/100 ml²⁰. Não recusamos pacientes para anestesia com níveis inferiores a 10 g/100 ml, se o ato cirúrgico é inadiável e dele depende a integridade do paciente.

Os debates sobre os níveis sangüíneos ideais de hemoglobina estão abertos. Alguns autores divulgam em suas revisões níveis tão baixos quanto 2 g/100 ml como aceitáveis³. Em nosso Serviço já anestesiávamos pacientes com níveis de até 5,5 g/100 ml (Tabela II).

Estabelecer um nível mínimo de hemoglobina centrado unicamente em números pode substituir o discernimento na hora de avaliar o paciente. Parece-nos mais correto raciocinar sobre a segurança, em se corrigir a anemia no pré-operatório ou realizar o ato anestésico-cirúrgico. Óbvio está, que para tomar este raciocínio é necessário o conhecimento das formas de tratamento dos vários tipos de anemia. Digamos, por exemplo, que um paciente de dois anos de idade será submetido a uma herniorrafia inguinal e se apresenta com uma taxa de hemoglobina de 7 g/100 ml. Ao exame clínico e pela anamnese é o nosso paciente portador de uma anemia ferropriva. O lógico será adiar esta intervenção cirúrgica e tratar a anemia com ferro por via oral. Porém, este mesmo paciente pode chegar até nós, com um quadro de peritonite, cuja resolução cirúrgica não pode ser adiada. Podemos transfundir sangue a este paciente e anestesiá-lo. Os riscos de uma transfusão também precisam ser medidos^{22, 24}. Aliás, segundo Graves²⁵, para se elevar o hematócrito de um paciente com 10 kg de peso de 20% para 30% será necessário se administrar 138 ml de sangue total, cujo hematócrito seja em média de 40%. O autor se baseia nos seguintes cálculos:

1 — Paciente: 10 kg e hematócrito de 20%

2 — Volume sangüíneo estimado: 10 kg x 85 ml/kg⁻¹ = 850 ml.

3 — Volume de hemácias: 20% x 850 ml = 170 ml

- 4 – Volume de hemácias desejado: $30\% \times 850 \text{ ml} = 225 \text{ ml}$
 5 – Déficit de hemácias: $225 \text{ ml} - 170 \text{ ml} = 55 \text{ ml}$
 6 – Como: $138 \text{ ml} \times 40\% = 55,2 \text{ ml}$

Uma anemia conseqüente a uma endocardite bacteriana subaguda será contra-indicação para o ato anestésico salvo as emergências. Enfim, não

é apropriado se estabelecer regras fixas e inflexíveis com respeito aos índices mínimos aceitáveis para a hemoglobina, na avaliação pré-operatória. Cada paciente deve ter seu caso particularmente estudado, considerando-se todos os fatores envolvidos. Se a cirurgia pode ser adiada e a anemia corrigida, ou se a cirurgia não pode ser adiada, são decisões a serem tomadas diante de cada caso específico, sem estereótipos.

Conceição M J, Silva Jr. C A, Roberge F X – A taxa de hemoglobina no paciente pediátrico.

Qual o nível sangüíneo ideal de hemoglobina para se aceitar o paciente a ser submetido a um ato anestésico-cirúrgico?

A partir desta indagação, se conjectura o papel da hemoglobina envolvendo o transporte do oxigênio, a anemia e a anestesia.

O texto introduz à discussão sobre o "mágico" 10 g/100 ml apresentando dados da experiência pessoal dos autores.

Qual o nível ideal de hemoglobina para os pacientes pediátricos? O melhor é considerar todos os fatores envolvidos para se chegar a decisão apropriada a cada paciente individualmente. Níveis abaixo de 8 g/100 ml podem ser aceitáveis em alguns casos, porém níveis de até 12 g/100 ml podem ser inadequados em outros.

Unitermos: ANESTESIA: CIRURGIA: pediátrica; OXIGÊNIO: transporte; SANGUE: anemia, hemoglobina

Conceição M J, Silva Jr. C A, Roberge F X – Porcentaje de hemoglobina en el paciente pediátrico.

Cual es el nivel sanguíneo ideal de hemoglobina para aceptar el paciente que debe ser sometido a un acto anestésico-cirúrgico?

Partiendo de esta indagación, se hacen conjeturas a respecto del papel de la hemoglobina envolviendo el transporte de oxígeno, la anemia y la anestesia.

El texto introduce a la discusión sobre el "mágico" 10 g/100 ml presentando datos de la experiencia personal de los autores.

Cual es el nivel ideal de hemoglobina para los pacientes pediátricos? Lo mejor es considerar todos los factores involucrados para llegar a la decisión apropiada a cada paciente individualmente. Los niveles abajo de 8 g/100 ml pueden ser aceptables en algunos casos, no entanto, niveles hasta 12 g/100 ml pueden ser inadecuados a otros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Houssay B – Fisiologia Humana. 4^a Edición. Buenos Aires, El Ateneo, 1969; 363-377.
- Villota D E, Carmona G M T, Rubio J J R, Andres R S – Vitro oxygen-binding capacity of haemoglobin in patients with severe respiratory disease. Br J Anaesth, 1981; 53: 1325-1328.
- Allen J B, Allen F B – The minimum acceptable level of hemoglobin. IAC, 1982; 20: 1-22.
- Dobashi R N, Beppe O S, Santos M L, Ratto O R – Curva de dissociação da oxi-hemoglobina e 2,3 DPG em sangue estocado. Rev Bras Anest, 1980; 30: 431-435.
- Shepard K, Stehling L – Iron deficiency anemia. Anesthesiology Review, 1980; 7: 39-43.
- Heineck C D, Gibson J R – Sick cell trait and cardiopulmonary bypass. Anesthesiology Review, 1980; 7: 18-21.
- Ellison N, Jobes R D – Diagnosis of disorders of hemostasis. ASA-Refresher Course in Anesthesiology, 1979; 7: 87-102.
- Heiner M, Teasdale S J, David T, Scott A A, Glynn M F X – Aortocoronary bypass in a patient with sickle cell trait. CASJ, 1979; 26: 428-434.
- Barker R W, Brown F F, Drake R, Halsey M J, Richards R E – Nuclear magnetic resonance studies of anaesthetic interaction with haemoglobin. Br J Anaesth, 1975; 47: 25-29.
- Guesnon P, Bohn B, Bursaux E, Poyart C – Oxygen-linked binding of halothane to human adult haemoglobin. Br J Anaesth, 1980; 52: 1177-1181.
- Wilkinson P L, Graham B H, Mayers J R, Hamilton W K, Ports T A – Changes in mixed venous and coronary sinus P_{50} secondary to anesthesia and cardiac disease. Anesth Analg, 1980; 59: 751-756.
- Theye R A, Michenfelder J D – Whole-body and organ VO_2 changes with enflurane, isoflurane and halothane. Br J Anaesth, 1975; 45: 813-818.
- Dalsgaard-Nielsen J, Ribbo A, Simmelk P, Gormsen J – Impaired platelet aggregation and increased bleeding time during general anaesthesia with halothane. Br J Anaesth, 1981; 53: 1249-1257.

14. Gerrar JM, Duncan P G, Koshyk S A, Glover S M, Mccrea JM — Halothane stimulates the aggregation of platelets of both normal individuals and those susceptible to malignant hyperthermia. *Br J Anaesth*, 1983; 55: 1249-1257.
15. Goudsouzian N G, Karamanian A — *Physiology for the anesthesiologist*. 1^a Ed. New York, Appleton-Century-Crofts, 1977; 203-214.
16. Czer L S C, Shoemaker W C — Optimal hematocrit value in critically ill postoperative patients. *Surg Gynecol Obst*, 1978; 94: 363-367.
17. Hopkins B D A — *Hazards and errors in anaesthesia*. 1^a Ed. London, Springer-Verlag, 1980; 13-20.
18. Smith R M — Preparing Children for operation, em *Anesthesia for Infants and Children*. Smith RM, St. Louis CV. Mosby Company, 1980; 87-107.
19. Zander H L — Anesthesia for patients who have terminal renal disease. *Asa — Refresher Courses in Anesthesiology*, 1976; 4: 163-174.
20. Thornton JA — Blood loss, colloid infusion and blood transfusion, em *General Anaesthesia*. Gray TC, Nunn JF, Utting JE, London, Butterworths, 1980; 2: 1037-1059.
21. Hono K, Tanaka T, Urakami H, Harano K — Physicochemical Changes during haemorrhage and following infusion. *Br J Anaesth*, 1981; 53: 973-979.
22. Gillies I D S — Anaemia and anesthesia. *Br J Anaesth*, 1974; 46: 589-592.
23. Derlinger J K, Nahrwold M L, Gibbs P S, Lecky J H — Hypocalcaemia during rapid blood transfusion in anaesthetized man. *Br J Anaesth*, 1976; 48: 995-1000.
24. Fogdall R P — Coagulation disorders: evaluation and management. *Asa — Refresher Courses in Anesthesiology*, 1982; 10: 89-104.
25. Graves S, Ravin M — *Pediatric Anesthesia*, em *Problems in Anesthesia*, Ravin M B Boston, Little Brown Company, 1981; 191-203.