

VOLUME SANGÜÍNEO DE CAVALOS MESTIÇOS DE SELA NORMAIS¹

CARMELINDO MALISKA²

RESUMO - O volume sangüíneo de cinco cavalos mestiços de sela, clinicamente normais, foi determinado pelo método de análise por diluição isotópica, com eritrócitos marcados *in vitro* pelo Cromo-51 (⁵¹Cr). Os resultados revelaram massa eritrocitária circulante de 21,3 (± 2,37) ml por kg de peso corporal e volume sangüíneo total de 69,0 (± 5,05) ml por kg de peso.

Termos para indexação: volume sangüíneo, cavalos de sela, radioisótopos, hematologia eqüina, ⁵¹Cr.

BLOOD VOLUME OF NORMAL SADDLE HORSES

ABSTRACT - Red cell mass and blood volume of five saddle horses were determined by means of ⁵¹Cr-tagged erythrocytes. The mean values obtained were as follows: red cell mass 21,3 (S.D. ± 2,37) and blood volume 69,0 (S.D. ± 5,05) ml/kg body weight.

Index terms: blood volume, saddle horses, radioisotopes, equine hematology, ⁵¹Cr.

INTRODUÇÃO

A utilização de radioisótopos, em determinações volumétricas dos compartimentos biológicos, apresenta vantagens consideráveis sobre os outros métodos, tanto na facilidade de execução das técnicas, quanto na precisão dos resultados.

O volume sangüíneo de um animal pode ser calculado pela determinação simultânea do volume plasmático e da massa eritrocitária, pela utilização de dois radiotraçadores, emissores de radiações gama diferentes, ou pela determinação do volume de uma das fases e, através do hematócrito corporal, obter-se o volume sangüíneo total.

Como indicadores do volume plasmático são empregados radionuclídeos que marcam moléculas que se misturam homoganeamente com o plasma e permanecem, por um período suficiente, no compartimento vascular, como a soroalbumina marcada com ¹³¹I ou ¹²⁵I e a rosa bengala com ¹³¹I. A massa eritrocitária é determinada empregando-se eritrócitos marcados com ⁵⁹Fe, ³²P e ⁵¹Cr.

A primeira determinação do volume sangüíneo com o emprego de ⁵¹Cr, foi feita por Gray & Sterling (1950) em cães. O ⁵¹Cr é utilizado sob a forma de cromato de sódio, para marcar os eritrócitos *in vitro*. O íon cromato penetra no glóbulo, é reduzido à sua forma trivalente, e une-se à fração globínica da hemoglobina de forma muito estável

(Ebaugh et al. 1953 e O'Brien 1958). Apresenta vantagens sobre o ⁵⁹Fe e o ³²P na determinação da massa eritrocitária circulante. A marcação dos eritrócitos pelo ⁵⁹Fe é feita *in vitro*, pela administração do ⁵⁹Fe durante várias semanas, a um doador, sendo depois o sangue colhido e empregado no animal em estudo, por transfusão (Hahn et al. 1941). O ³²P, que, como o ⁵¹Cr, marca os glóbulos vermelhos do próprio indivíduo *in vitro* (Julian et al. 1956), apresenta uma ligação pouco duradoura, reduzindo-se a 15% o número de eritrócitos marcados, três horas após a injeção (Gray & Sterling 1950). Além disso, sendo o ³²P um emissor beta, apresenta maiores dificuldades que os emissores gama na determinação de sua radioatividade. O ⁵¹Cr é um emissor gama (energia de 0,32 MeV), facilmente contado com cintilador de poço.

Segundo a literatura especializada, o número de determinações do volume sangüíneo de cavalos, a partir da massa eritrocitária circulante, pelo ⁵¹Cr, não chega a quarenta (Obara & Nakajima 1961, Marcilese et al. 1964, Maliska 1973).

Em outras espécies, vários são os trabalhos realizados por este método. Barry et al. (1970) e Gray & Sterling (1950) estudaram a volemia do cão por este método, Fowler et al. (1964) a de um bovino com policitemia vera, Huser et al. (1967) a de macacos, O'Brien (1958) a do coelho, Sterling & Gray (1950) a do homem e Wade Junior & Sasser (1970) a da ovelha.

O cálculo do volume sangüíneo, a partir do volume plasmático, mediante o emprego de indicadores como albumina marcada com ¹³¹I, ou o corante T-1824, Azul de Evans, (Courtice 1943,

¹ Aceito para publicação em 9 de fevereiro de 1979. Trabalho apresentado parcialmente no XIV Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, São Paulo, 1974.

² Med. Vet., Fac. de Odontologia de Nova Friburgo, CEP 24.110 - Nova Friburgo, RJ.

Cronin 1954, Reynolds 1953, Simpson et al. 1970), pode levar a erros consideráveis, quando nesses estudos o hematócrito corporal, para o cálculo do volume sanguíneo, é considerado igual ao hematócrito venoso. Além disso, a relação volume plasmático peso corporal, não apresenta correlação estatística significativa (Wade Junior & Sasser 1970).

Pesquisas com ^{51}Cr , por sua vez, revelaram que a massa eritrocitária apresenta correlação, altamente significativa, em ovelhas (Wade Junior & Sasser 1970) e em cavalos puro sangue inglês (Maliska 1973), com o peso corporal.

O objetivo do presente trabalho foi a determinação do volume sanguíneo total, a partir da massa eritrocitária, com o emprego de glóbulos vermelhos marcados com ^{51}Cr , em cavalos de sela sem raça definida, no Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em cinco cavalos mestiços de sela, clinicamente sãos, pesando, em média, 436 kg, entre oito e 18 anos de idade, estabulados, sem realizar trabalho desde pelo menos um mês antes do início do estudo.

O método empregado foi o já descrito previamente (Maliska 1973). Os eritrócitos foram marcados com $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ com atividade específica de 253 mCi/mg de Cr, em frascos com ACD. A dose empregada foi de 2 μCi por kg de peso. Após trinta minutos de incubação, à temperatura ambiente, foram adicionados 100 mg de vitamina C, permanecendo a mistura por mais cinco minutos. Foram reinjetados no animal 40 ml de sangue marcado, separando-se 10 ml para servir de amostra-padrão

(AP). Os eritrócitos da amostra AP foram lavados por três vezes, em solução salina, e, emolisados com saponina. Vinte minutos após a injeção, foi retirada uma amostra de 5 ml de sangue, lavada em solução salina, e hemolisada. Determinou-se a atividade da amostra AP e da retirada aos vinte minutos (A20) em cintilador de poço.

A massa eritrocitária foi determinada pela fórmula:

$$\text{massa eritrocitária} = \left(\frac{aAP}{aA20} - 1 \right) \cdot V$$

em que aAP é a atividade específica, em contagens por minuto por mililitro (cpm/ml) da amostra injetada; aA20, a atividade específica da amostra retirada os vinte minutos, e V, o volume injetado.

Empregou-se o fator de correção do hematócrito venoso $F_{hc} = 0,92$ (Marcilese et al. 1964), para o cálculo do volume sanguíneo total:

$$\text{volume sanguíneo} = \frac{\text{massa eritrocitária}}{\text{hematócrito venoso} \times F_{hc}}$$

O volume plasmático foi obtido subtraindo-se o volume correspondente à massa eritrocitária do volume sanguíneo total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores absolutos da massa eritrocitária, volume plasmático e volume sanguíneo total dos cinco animais estudados estão demonstrados na Tabela 1.

Foram encontrados, em média, 21,3 ml de massa eritrocitária e 69,0 ml de sangue total por kg de peso corporal (Tabela 2).

Há notáveis diferenças entre os valores hemato-

TABELA 1. Volume sanguíneo, massa eritrocitária e volume plasmático dos cinco cavalos mestiços de sela.

| Animal n.º | Sexo | Peso kg | Hematóc. % | Mass.Erit. ml | Vol. Plasm. ml | Vol. Sang. ml |
|---------------|------|---------|------------|---------------|----------------|---------------|
| 07 | M | 380 | 34,0 | 9.142 | 20.402 | 29.544 |
| 20 | M | 400 | 32,5 | 8.920 | 17.280 | 26.200 |
| 21 | F | 450 | 32,0 | 9.270 | 22.770 | 32.040 |
| 22 | M | 530 | 35,0 | 10.600 | 23.373 | 33.973 |
| 31 | M | 420 | 36,5 | 8.425 | 19.967 | 28.392 |
| Média | | 436 | 34,0 | 9.271 | 20.758 | 30.029 |
| Desvio-padrão | | 58,6 | 1,8 | 507 | 2.380 | 3.038 |

TABELA 2. Dados hematológicos dos cinco cavalos estudados

| Determinações | Média | Desvio-padrão |
|-------------------------------------|-------|---------------|
| Idade (anos) | 13,2 | 4,20 |
| Peso (kg) | 436,0 | 58,60 |
| Hematócrito venoso (%) ¹ | 34,0 | 1,83 |
| Massa eritrocitária (ml/kg) | 21,3 | 2,37 |
| Volume plasmático (ml/kg) | 47,7 | 4,23 |
| Volume sangüíneo (ml/kg) | 69,0 | 5,05 |

¹Determinado pela técnica do microhematócrito

lógicos de cavalos descendentes do árabe, como o puro sangue inglês e os de cavalos de outras origens (Macleod & Ponder 1946, Julian et al. 1956, Marcilese et al. 1964), Tabela 3.

Em estudo anterior, foi encontrado volume sangüíneo de 102,3 ml por kg de peso em cavalos puro sangue inglês (Maliska 1973). Os valores deste trabalho, em cavalos mestiços de sela, com ascendência árabe indefinida, estão mais próximos dos encontrados por Julian et al. (1956), em cavalos de tração, pelo ³²P e dos determinados por Obara & Nakajima (1961), em cavalos sem qualquer ascendência árabe, pelo ⁵⁹Fe, do que dos verificados por Marcilese et al. (1964), em seis cavalos de sela mestiçados com puro sangue inglês.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Antônio F.G. da Rocha, na época, Chefe do Laboratório de Radioisótopos do Hospi-

tal de Clínicas Gaffrée-Guinle da FEFIERJ, e em memória do saudoso Prof. Paulo Dacorso Filho, pelo incentivo e apoio; e ao Dr. Byron A.O. Bernardes, Cel. Vet., na ocasião, Chefe do Departamento de Clínicas Veterinárias da Escola de Veterinária do Exército, que nos permitiu realizar parte do trabalho em animais do Departamento que dirigia.

REFERÊNCIAS

- BARRY, R.C.; HERAS, L.V. & GRIECO, L.P. Determinación de masa eritrocítica y volemia en caninos utilizando cromio radioactivo; valores normales. *Analecta Vet.*, 3:13-8, 1970.
- COURTICE, F.C. The blood volume of normal animals. *J. Physiol.*, London, 102:290-305, 1943.
- CRONIN, M.T.I. The determination of plasma volume and estimation of blood volume in the horse. *Vet. Rec.*, 66:197-200, 1954.
- EBAUGH JUNIOR, R.G.; EMERSON, C.P. & ROSS, J.F. The use of radioactive chromium 51 as an erythrocyte tagging agent for the determination of red cell survival in vivo. *J. Clin. Invest.*, 32:1260-76, 1953.
- FOWLER, M.E.; CORNELIUS, C.E. & BAKER, N.F. Clinical and erythrokinetic studies on a case of bovine polycythemia vera. *Cornell Vet.*, 54:153-60, 1964.
- GRAY, S.J. & STERLING, K. Determination of circulating red cell volume by radioactive chromium. *Science*, 112:179-80, 1950.
- _____. The tagging of red cells and plasma proteins with radioactive chromium. *J. Clin. Invest.*, 29:1604, 13, 1950.
- HAHN, P.F.; Balfour, W.M.; ROSS, J.F.; BALE, W.F. & WHIPPLE, G.H. Red cell volume circulating and total as determined by radio iron. *Science*, 93:87-8, 1941.
- HUSER, H.J.; RIEBER, E.E. & BERMAN, A.R. Experimental evidence of excess hemolysis in the course of chronic iron deficiency anemia. *J. Lab. Clin. Med.*, 69:405-14, 1967.

TABELA 3. Volume sangüíneo de cavalos, determinado com radioisótopos (segundo dados da literatura)

| Autor | Método | Mas. Eritr. (ml/kg) | Vol. Sang. (ml/kg) | Número de animais e raça |
|------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|
| Julian (1956) | ³² P | 47,1 | 109,6 | 6 PSI |
| Marcilese (1964) | ⁵¹ Cr e ⁵⁹ Fe | 39,8 | 103,1 | 31 PSI |
| Maliska (1973) | ⁵¹ Cr | 40,6 | 102,3 | 11 PSI |
| Julian (1956) | ³² P | 28,5 | 71,7 | 4 Percheron |
| Obara (1961) | ⁵⁹ Fe | 22,3 | 65,5 | 2 cav. mestiç. |
| | ⁵¹ Cr | 18,2 | 61,4 | 2 cav. mestiç. |
| Marcilese (1964) | ⁵⁹ Fe | 18,2 | 61,4 | 14 mest. perch. |
| Marcilese (1964) | ⁵⁹ Fe | 25,3 | 77,5 | 6 mest. sela |

- JULIAN, L.M.; LAWRENCE, J.H.; BERLIN, N.I. & HYDE, G.M. Blood volume, body water and fat of the horse. *J. Appl. Physiol.*, 8:651-3, 1956.
- MACLEOD, J. & PONDER, E. An observation on the red cell content blood of the thoroughbred horse. *Science*. 103:73, 1946.
- MALISKA, C. Estudo radioisotópico da anemia infecciosa eqüina. II. Massa eritrocitária e volume sangüífero de cavalos puro sangue inglês, determinados pelo ⁵¹Cr. *Pesq. agropec. bras., Sér. Vet.*, 8:95-8, 1973.
- MARCILESE, N.A.; VALSECCHI, R.M.; FIGUEIRAS, H. D.; CAMBEROS, H.R. & VARELA, J.E. Normal blood volumes in the horse. *Am. J. Physiol.*, 207:223-7, 1964.
- OBARA, J. & NAKAJIMA, H. Iron metabolism in equine infectious anemia. III. Measurements of blood volume, mean corpuscular hemoglobin, and estimation of total body iron. *Bull. Nat. Inst. Animal Health, Tokyo*, 42:45-55, 1961.
- O'BRIEN, T.F. The effect of multiple saline washes on life span of the rabbit erythrocyte. *Am. J. Clin. Pathol.*, 29:334, 1958.
- REYNÓLDS, M. Plasma and blood volume in the cow using T-1824 hematocrit method. *Am. J. Physiol.*, 173:421-7, 1953.
- SIMPSON, J.G.; GILMARTIN, W.G. & RIDGWAY, S.H. Blood volume and other hematologic values in young elephant seals (*Mirounga angustirostris*). *Am. J. Vet. Res.*, 31:1449-52, 1970.
- STERLING, K. & GRAY, S.J. Determination of circulating red cell volume in man by radioactive chromium. *J. Clin. Invest.*, 29:1614-9, 1950.
- WADE JUNIOR, L. & SASSER, L.B. Body water, plasma volume and erythrocyte volume in sheep. *Am. J. Vet. Res.*, 31:1375-87, 1970.