

A PALAVRA É SUA

"DOPING" DE SANGUE COMO AJUDA ERGOGÊNICA

Colégio Americano de Medicina Esportiva

RESUMO

O "doping" de sangue é um procedimento ergogênico, no qual, a eritrocitemia é induzida via infusão de células vermelhas de sangue (RBC) autóloga (isto é, re-infusão do próprio sangue de atleta) ou homóloga (isto é, transfusão de um tipo compatível do doador de sangue) (11,27,28,34). A hemoconcentração resultante, aumenta a concentração arterial de oxigênio (CaO_2) (9,23). Durante o pico de exercício, o envio de oxigênio ($\text{Débito cardíaco (Q)} \times \text{CaO}_2$) à musculatura esquelética é aumentada, melhorando o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}\text{O}_2 \text{ max.}$) e a endurance (9,28,29,31). Termos tais como impulso sangüíneo, acondicionamento sangüíneo e eritrocitemia induzida são também usados para descrever esse procedimento ergogênico (11,34). É a posição do "American College of Sports Medicine" que o uso do "doping" sangüíneo como ajuda ergogênica para competição atlética é anti-ético e injustificável, mas que a infusão RBC autóloga é um procedimento, aceitável para induzir a eritrocitemia em condições clinicamente controladas, dentro dos propósitos legítimos de uma investigação científica.

§ Uma ajuda ergogênica é uma substância ou tratamento físico, mecânico, nutricional, psicológico ou farmacológico, que tanto diretamente melhora variáveis fisiológicas associadas com performance de exercícios, como remove inibições subjetivas

que podem limitar a capacidade psicológica.

APLICAÇÕES: EXPERIMENTAIS E ERGOGÊNICAS

O "doping" de sangue foi primeiramente utilizado como um procedimento experimental para estudar mecanismos de controle hematológico do transporte sistêmico do oxigênio durante uma exposição à hipóxia aguda (23). Investigações subsequentes manipularam experimentalmente a concentração de hemoglobina (Hb) via uma infusão RBC para demonstrar o índice limite do efeito do pico do fluxo de Hb ($\text{Q} \times \text{Hb}$) e entrega de oxigênio sobre o $\text{Vo}_2 \text{ máx}$ e a endurance aeróbica (4,9,13,27,29,31,37). Estas aplicações experimentais demonstraram que a infusão RBC é uma ferramenta valiosa de laboratório quando no exame do efeito de Hb sobre a função transporte de oxigênio durante o exercício dinâmico em condições normais de O_2 ou em hipóxia.

Enquanto relatórios de "doping" sangüíneo com objetivos científicos apareceram em 1947 (23), foi somente nos Jogos Olímpicos de 1976 em Montreal que foi sugerido que o procedimento estivesse sendo utilizado como uma ajuda ergogênica para eventos de longa duração (11,34). Desde essa época tanto atletas quanto oficiais desportivos admitiram ter empregado a infusão

homóloga RBC como uma ajuda ergogênica durante competições internacionais. Estas atitudes levaram ao movimento por uma declaração inequívoca em relação às implicações ergogênicas, fisiológicas, médicas e éticas intrínsecas ao uso do "doping" sanguíneo como ajuda ergogênica. Este posicionamento foi preparado pelo "American College of Sports Medicine" em respostas a essas preocupações.

EFEITO ERGOGÊNICO

As propriedades ergogênicas da eritrocitemia normovolêmica têm sido atribuídas, em parte ao aumento da capacidade de transporte de oxigênio que acompanha a exposição prolongada a grandes altitudes. Como tanto o $\dot{V}O_2$ máx. como a performance aeróbica são melhorados sob condições de hipóxia, obtida por uma aclimação prolongada à altitude, hipotetizou-se que a produção artificial de uma eritrocitemia via infusão RBC pode ter um efeito ergogênico similar. Enquanto ainda falta a documentação do efeito benéfico do "doping" sanguíneo durante as condições reais de competição, uma quantidade significativa de evidências experimentais apóiam as propriedades ergogênicas da infusão RBC tanto em condições normais de O_2 ou de hipóxia.

A eficácia ergogênica do "doping" sanguíneo é dependente de uma elevação significativa do (Hb) conseqüente a infusão RBC (11,34). Quando sangue autólogo é usado, uma hemoconcentração pós-re-infusão ocorre somente se a normocitemia foi restaurada antes da expansão artificial da massa de RBC. Em investigações onde houve critério metodológico o aumento do (Hb) foi associado com um $\dot{V}O_2$ máx. significativamente maior (ou seja, de 3,9 a 12,8%) e/ou endurance aeróbica (ou seja, de 2,5 a 35%) (4,23,27,29,31,37). Melhoras na potência aeróbica máxima após um "doping" sanguíneo foram obtidas quando os sujeitos receberam 2.000 ml de sangue homólogo (23) ou de 900 a 1.800 ml de RBC a ponto de elevar o hematócrito acima de 60% podendo sujeitar o indivíduo a uma síndrome de hiperviscosidade que inclui coagulação intra-vascular, uma potencial insuficiência cardíaca e morte (21). Se as transfusões de sangue foram realizadas sem se aterem aos procedimentos médicos-padrão, graves infecções bacteriais, embo-

lia gasosa ou de plaquetas e reações maiores a transfusão podem ocorrer, sendo que em raras ocasiões podem levar à morte (1,15,38).

Os riscos médicos do "doping" sanguíneo podem ser separados naqueles associados com as transfusões homólogas e aquelas associadas às transfusões autólogas. As transfusões homólogas mesmo sob procedimentos médicos-padrão levam a vários riscos. Apesar da correta escolha do tipo de sangue, há incidência de 3 a 4% de pequenas reações de transfusões tais como: febre, calafrio, mal-estar (2,29). Reações tardias podem causar a destruição das células vermelhas da transfusão (26). Ambas as reações podem ocorrer sem a incompatibilidade demonstrável com as células do doador. Infecções virais transmitidas pelo sangue também impõem um sério risco com as transfusões homólogas. Malária (6), Hepatite (14), Síndrome da Deficiência Imunológica Adquirida (AIDS) (5) e citomegalovirose (18) são as mais comuns e perigosas destas infecções. Apesar de terem sido realizados progressos na detecção de sangue contaminado, há ainda uma pequena chance de menos de 1% de se adquirir uma dessas doenças do sangue recebido, apesar do uso dos melhores métodos de detecção (17). Todas essas infecções podem ser fatais. Em contraste, as transfusões autólogas limitadas a duas unidades de RBC acondicionadas e realizadas sob a devida supervisão médica implicam um risco médico substancialmente menor (3).

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

O Comitê Olímpico Internacional define "doping" como "o uso de substâncias fisiológicas em quantidades anormais e com métodos anormais com o objetivo exclusivo de atingir um aumento artificial de performance em competição" (7). Baseado nessa definição, o Comitê Olímpico Internacional enquadró o uso de "doping" sanguíneo como uma ajuda ergogênica. Entretanto, técnicas para detectar uma eritrocitemia artificialmente não são disponíveis. Além do mais se tais técnicas de detecção fossem disponíveis, sua validade seria confundida pela aclimação a altitude, estado de hidratação e diferenças individuais normais no hematócrito.

CONCLUSÕES

Uma declaração da posição sobre o uso de "doping" sanguíneo deve distinguir entre aplicações científicas e desportivas do procedimento. A infusão RBC autóloga é considerada um procedimento de laboratório cientificamente válido e aceitável para induzir a eritrocitemia para pesquisas científicas legítimas e sob condições clinicamente controladas. Entretanto, devido à infusão RBC (ou seja, autóloga e homóloga) ter riscos médicos implícitos e violar os regulamentos do controle de "doping", é a posição do "American College of Sports Medicine", que o uso do "doping" sanguíneo como ajuda ergogênica durante competições é anti-ético e injustificável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. BRAUDE, A.I. Transfusion reactions from contaminated blood: their recognition and treatment. *N.Engl. J.Med.* 258:1289-1293, 1958.
02. BRITTINGHAM, T.E. and H.CHAPLIN. Febrile transfusion reactions caused by sensitive to donor leukocytes and platelets. *J.A.M.A.* 165:819-825, 1957.
03. BRZICA, S.M., A.A. PINEDA and H.F. TAMELL. Autologous blood transfusion. *Mayo Clin. Proc.* 51:723-737, 1976.
04. BUICK, F.J., N.GLEDHILL, A.B.FORESE, L.SPRIET and E.C. MEYERS. Effect of induced erythrocythemia on aerobic work capacity. *J.Appl.Physiol. Respirat.Environ.Exerc.Physiol.* 48:636-642, 1980.
05. CURRAN, J.W., D.N.LAWRENCE, H.JAFFE, et al. Acquired immune-deficiency syndrome (AIDS) associated with transfusion. *N.Engl. J.Med.* 310:69-75, 1984.
06. DOVER, A.X. and W.G.SCHULTZ. Transfusion-induced malaria. *Transfusion* 11:353-357, 1971.
07. DUGAL, R. and M.BERTRAND. Doping. In: IOC Medical Commission Booklet. Montreal, Canada: Comité Organisateur des Jeux Olympiques. pp 1-31, 1976.
08. EKBLOM, B., A.N.GOLDBERG and B.GULLBRING. Response to exercise after blood loss and reinfusion. *J.Appl.Physiol.* 40:379-383, 1972.
09. EKBLOM, B., G.WILSON and P.O. ASTRAND. Central circulation during exercise after venesection and reinfusion of red blood cells. *J.Appl. Physiol.* 40:379-383, 1976.
10. FRYE, A. and R.RUHLING. RBC infusion, exercise, hemoconcentration, and $\dot{V}O_2$ (Abstract) *Med. Sci.Sports* 9:69, 1977.
11. GLEDHILL, N. Blood doping and related issues: a brief review. *Med.Sci.Sports Exerc.* 14:193-189, 1982.
12. GLEDHILL, N., F.J.BUICK, A.B.FROESE, L.SPRIET, and E.C.MEYERS. An optimal method of storing blood for blood boosting. (Abstract) *Med.Sci.Sports* 10:40, 1978.
13. GLEDHILL, N., L.L.SPRIET, A.B.FROESE, D.L.WILKES and E.C.MEYERS. Acid-base status with induced erythrocythemia and its influence on arterial oxygenation during heavy exercise (Abstract) *Med.Sci.Sports Exerc.* 12:122, 1980.
14. GRADY, G.F. and T.C.CHALMERS. Risk of post-transfusion viral hepatitis (Abstract) *N.Engl. J.Med.* 271:337, 1964.
15. GREENWALT, T.J. (Ed). *General Principles of Blood Transfusion*. Chicago, IL: American Medical Association, pp 65-74, 1977.
16. GREGERSEN, M. and S.CHIEN. Blood volume. In: *Medical Physiology*, V.B. Mountcastle (Ed.) St. Louis, MO: Mosby, pp 244-283, 1968.
17. HARRISON, T.R. *Harrison's Principles of Internal Medicine*, G.W.THORN, R.D.Adams, E.BRAUNWALD, K.J.ISSELBACHER, and R.G.PETERSDORF (Eds.) NY: McGraw-Hill, pp 1702-1706, 1977.
18. HENLE, W., G.HENLE, M.SCRIBA, et al. Antibody responses to the Epstein-Barr virus and cytomegaloviruses after open heart surgery. *N.Engl. J.Med.* 282:1068-1074, 1970.
19. HONIG, C.L. and J.R.BOVE. Transfusion: associated fatalities: review of Biologies reports 1976-1978, *Transfusion* 20:653-661, 1980.
20. KOTS, Y.M., M.M.SHCHERBA, Y.S.KOLNER, V.C. GORODETSKILL, and L.D.SIN. Experimental study of the relationship between the blood hemoglobin and physical aerobic working capacity. *Fiziologiya Cheloveka* 4:53-60, 1978.
21. McGRATH, M.A. and R.PENNY. Paraproteinuria: blood hyperviscosity and clinical manifestation. *J.Clin.Invest.* 58:1155-1162, 1976.
22. MERRYMAN, H.T. and M.HORNBLÖWER. A method for freezing and washing red blood cells using a high glycerol concentration. *Transfusion* 12: 145-156, 1972.
23. PACE, N., E.L.LOZNER, M.V.CONSOLOZIO, G.C.PITTS and J.L.PECORA. The increase in hypoxia tolerance of normal men accompanying the polycythemia induced by transfusion of erythrocytes. *Am.J.Physiol.* 148:152-163, 1947.
24. PATE, R. Does the sport need new blood? *Runner's World Magazine* November, pp 25-27, 1976.
25. PATE, R.; H.McFARLAND; J.V.WYCK, and A.ORDCH. Effect of blood reinfusion on endurance performance in female distance runners

- (Abstract). *Med.Sci.Sports* 11:97, 1979.
26. PINEDA, A.A.; H.F. TASMELL, and S.M. BRZICA, Jr. Delayed hemolytic transfusion reaction: an immunologic hazard of blood transfusion. *Transfusion* 18:1-7, 1978.
 27. ROBERTSON, R.J.; R. GILCHER,; K.F. METZ, et al. Effect of induced erythrocythemia on hypoxia tolerance during physical exercise. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exerc. Physiol.* 53:490-495, 1982.
 28. ROBERTSON, R.J.; R. GILCHER, K.F. METZ, et al. Hemoglobin concentration and aerobic work capacity in women following induced erythrocythemia. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exerc. Physiol.* 57:568-575, 1984.
 29. SPRIET, L.L.; N. GLEDHILL, A.B. FROESE, and D.L. WILKES. Effect of graded erythrocythemia on cardiovascular and metabolic responses to exercise. *J. Appl. Physiol.* 61:1942-1948, 1986.
 30. STONE, H.O.; H.K. THOMPSON, and K. SCHMIDT-NIELSEN. Influence of erythrocytes on blood viscosity. *Am. J. Physiol.* 214:913-918, 1968.
 31. THOMPSON, J.M.; J.A. STONE, A.D. GINSBERG, and P. HAMILTON. O₂ transport during exercise following blood reinfusion. *J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exerc. Physiol.* 53:1213-1219, 1982.
 32. VALERI, C.R. *Blood Banking and the Use of Frozen Blood Products*. Cleveland, OH: CRC Press, pp. 9-174, 1976.
 33. WILLIAMS, M.H. Blood doping in sports. *J. Drug Issues* 3:331-340, 1980.
 34. WILLIAMS, M.H. (Ed.). *Blood doping. In: Ergogenic Aids in Sport*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, pp 202-217, 1983.
 35. WILLIAMS, M.H.; A.R. GOODWIN, R. PERKINS and J. BOORIE. Effect of blood reinjection upon endurance capacity and heart rate. *Med. Sci. Sports* 5:181-186, 1973.
 36. WILLIAMS, M.H.; M. LINDHEIM, and R. SCHUSTER. Effect of blood infusion upon endurance capacity and ratings of perceived exertion. *Med. Sci. Sports* 10:113-118, 1978.
 37. WILLIAMS, M.H.; S. WESSELDINE, T. SOMMA, and R. SCHUSTER. The effect of induced erythrocythemia upon 5-mile treadmill run time. *Med. Sci. Sports Exerc.* 13:169-175, 1981.
 38. WILLIAMS, W.J.; E. BEUTLER, A.J. ERSLEY, and R.W. RUNDLES. *Hematology*, NY: McGraw-Hill, pp 1540-1547, 1977.

Claudia Monaci e Victor K.R. Matusudo [Inglês]