

MESA REDONDA  
ANESTESIOLOGIA

TEMA

HIPOXIA EN CIRUGIA

COORDINADOR:

Dr. ANTONIO CAÑELLAS

## HIPOXIA ANEMICA

Dr. LEON CHERTKOFF

Bajo el título de "Hipoxia anémica" nos corresponde poner en discusión un tipo de hipoxia que puede producirse cuando existe una alteración en la capacidad intrínseca de la sangre para el transporte de oxígeno a los tejidos. Podemos considerar dos subgrupos:

### A) HIPOXIA ANEMICA PROPIAMENTE DICHA

Consecutiva a la reducción de la cantidad y o la concentración de hemoglobina circulante. Ejemplo: hemorragias, estados nutritivos deficitarios, hemólisis, depresión de la eritropoyesis.

### B) HIPOXIA ANEMICA TOXICA

Por disminución funcional de la hemoglobina circulante. Aunque la cantidad de hemoglobina no está disminuída existe una transformación de ésta en compuestos no aptos para el transporte de oxígeno. Es lo que sucede en la intoxicación por monóxido de carbono (formación de carboxihemoglobina), por nitritos, cloratos, sulfamidados, anilinas, etc. (formación de metahemoglobinas).

Nos interesa solamente el primer subgrupo, y dentro de él nos limitaremos a algunos aspectos.

Antes de plantear nuestra posición queremos señalar algunos términos y valores de uso corriente en relación con el transporte de oxígeno.

El oxígeno se encuentra en la sangre en dos formas:

a) *Disuelto*.— La cantidad depende fundamentalmente del coeficiente de solubilidad del gas en el medio y de la presión parcial del gas (tensión de oxígeno o  $PO_2$ ).

b) *En combinación con la hemoglobina.*— Los parámetros condicionantes principales son: la cantidad de hemoglobina y la tensión de oxígeno.

El cuadro 1 muestra un ejemplo normal, donde puede verse la distribución del oxígeno en sangre arterial y en sangre venosa. Los valores son los normales para las tensiones, capacidad, saturaciones y cantidades de oxígeno transportadas (cuadro 1).

Cuadro 1

TRANSPORTE DE OXIGENO EN SANGRE  
(CAPACIDAD DE OXIGENO: 20 Vol. %)

	Sangre venosa mixta	Sangre arterial
PO <sub>2</sub> (mm. Hg)	35,0	92,0
En plasma (vol. %) .....	0,10	0,26
En glóbulos (disuelto) (vol. %) .....	0,12	0,32
Combinado con hemoglobina (vol. %) .....	14,6	19,2
Total (vol. %) ..	14,71	19,48
Saturación de oxígeno (%) .....	73,0	96,0

Modificado de Rossier, P. H.; Bühlman, A. A.; Wiesinger: "Respiration".  
C. V. Mosby Co., 1960.

Todos recordamos la conocida curva de disociación del oxígeno con la hemoglobina, donde se establece la relación entre la tensión del gas y la cantidad porcentual de éste combinado con la hemoglobina.

Vemos que la mayor cantidad del oxígeno es transportada en forma de combinación con la hemoglobina: en casos de anemia será la disminución de este pigmento el condicionante del grado de hipoxia resultante.

Por lo cual queremos considerar algunas medidas habituales de este pigmento. El cuadro 2 muestra los valores normales de: número de eritrocitos, valor hematócrito y cantidad de hemoglobina %. Nos interesa señalar que, salvo en los casos de anemias peculiares o de variaciones importantes de presión osmótica

Cuadro 2

	Hombres	Mujeres
Número de eritrocitos: En millones por mm. cúbico de sangre venosa periférica . . . .	5,0 (4,5-5,5)	4,5 (4,0-5,0)
Valor hematócrito: Proporción de eritrocitos en relación a la sangre total expresada en volumen por ciento . . . . .	46,2 (43,2-49,2)	40,6 (35,8-45,4)
Hemoglobina: En gm. por 100 ml. de sangre venosa periférica	15,4 (13,6-17,2)	13,3 (11,5-15,0)

del plasma, estas distintas medidas se refieren a la misma cosa y pueden ser intercambiables. Mide concentración de pigmento conductor de oxígeno en la sangre (cuadro 2).

Pero en cirugía tiene mucha importancia conocer la cantidad de sangre circulante: la volemia. La oxigenación de los tejidos depende de un buen aporte, lo que implica: volumen adecuado de sangre, composición normal de ésta (incluida la tensión de oxígeno) y correcta perfusión. El volumen sanguíneo es uno de los pilares de la función cardiovascular. El aparato cardiovascular no puede realizar bien su función primordial: el aporte de oxígeno a los tejidos, si no tiene un adecuado relleno cualitativo y cuantitativo.

Por lo tanto, anemia en cirugía tiene un significado doble:

- a) Disminución de la concentración de hemoglobina en sangre.
- b) Disminución del volumen total de sangre circulante.

Este segundo hecho, disminución del volumen, asociado o no al primero: disminución de concentración, es el que en la mayoría de las situaciones quirúrgicas va a provocar fenómenos hipóxicos. Dichos fenómenos hipóxicos condicionados por la anemia se van a manifestar en alteraciones a nivel del aparato cardiovascular primariamente y en el resto del organismo en segunda instancia.

Aun cuando la volemia es algo dinámico: en un mismo individuo el volumen óptimo funcional es diferente en distintas circunstancias, es conveniente que el cirujano y el anestesista tengan el hábito de apreciar las volemias de sus pacientes, como

dice Moore: pensar en términos de volumen. Para ello deben manejar cifras. En algunos medios se preconiza la medida directa del volumen sanguíneo (electrocitos y plasma) cuando se necesita un conocimiento preciso. No podemos contar con esos elementos en nuestro medio ni juzgar de su eficacia. Debemos manejarnos con los elementos clínicos y los datos de concentración mencionados más arriba. Pero es enormemente útil tener ciertas cifras guías de la volemia normal que sirvan de base para la apreciación de las situaciones de hipovolemia.

Existen escalas de valores de volemia en relación al peso corporal, con las modificaciones correspondientes al sexo y la constitución.

Sin embargo no existe precisión con respecto a qué nivel de estas diversas medidas (de concentración y de volumen) puede considerarse establecida una situación de hipoxia anémica o existe inminencia de ello.

Algunos autores aconsejan no operar un paciente con un hematócrito muy por debajo de 20%; otros mencionan como nivel crítico una hemoglobina de 7 gr. por 100 ml. de sangre, mientras que los que miden el volumen de glóbulos rojos advierten que llevar a la mesa de operaciones un adulto con menos de 1000 ml. de glóbulos rojos es peligroso.

Por lo tanto, aun destacando la importancia del manejo de ciertas cifras (medidas o apreciadas), el criterio clínico es indispensable, sobre todo para prevenir la instalación de hipoxia anémica.

Para esa previsión no debemos olvidar:

1) Si bien la anemia y/o la hipovolemia de grado moderado es perfectamente tolerada aisladamente, cuando coexisten otras afecciones: respiratorias, cardiovasculares, por ejemplo, las posibilidades de hipoxia se multiplican.

2) El paciente será sometido a una intervención quirúrgica. Si se administra una anestesia general, una hipovolemia compensada hasta ese momento puede bruscamente manifestarse por hipotensión arterial severa, al eliminarse los mecanismos de compensación por la anestesia general. A su vez la anestesia general puede, durante un período más o menos prolongado, interferir con la función respiratoria, agregando otro factor hipóxico.

El acto quirúrgico agrega nuevas pérdidas sanguíneas, que aun cuando sean moderadas pueden llevar a una hipovolemia moderada a niveles no tolerados sin hipoxia. Por último, la posición del paciente, maniobras quirúrgicas indispensables, compresiones por ayudantes o separadores, son otros tantos elementos que pueden agregar causas de hipoxia.

3) En el postoperatorio la asociación de hipovolemia con la alteración de la función ventilatoria —por drogas, distensión

abdominal, dolor, etc.— es frecuente y puede llevar a un cuadro de hipoxia difícil de corregir si se deja evolucionar. No debe olvidarse que la hipovolemia a su vez reduce la efectividad de los cambios gaseosos pulmonares.

4) Por último no se debe olvidar el margen de error en la realización de todo acto técnico. Tanto el cirujano como el anestesista deben pensar que pueden perderse más sangre de lo habitual, que puede prolongarse la intervención, que puede haber dificultades con la ventilación, etc. Es muy peligroso ese optimismo, no crítico, de llevar un paciente a la mesa operatoria con la idea de que el acto operatorio es “sencillo y sin problemas”.

Queremos ahora considerar algunas situaciones clínicas, que vamos a separar de acuerdo a la urgencia de su solución.

### I) *Situación aguda*

Es el caso corriente de la hemorragia aguda, vinculada a un traumatismo o la hemorragia visceral espontánea. Nos interesa el problema de la pérdida de sangre, al margen de las lesiones o perturbaciones provocadas por acúmulo de sangre en algunos sectores del organismo. Con estas excepciones el grado de hipovolemia condiciona las manifestaciones clínicas y la hipoxia. En estos casos anemia aguda tiene el significado de hipovolemia aguda.

La pérdida de sangre masiva y continuada, no tratada, lleva rápidamente a la hipoxia de los centros nerviosos y del miocardio, y la muerte se produce por lesión de estos órganos.

En formas más moderadas la puesta en juego de mecanismos compensadores tiende a proteger el sistema nervioso central y el miocardio, pero en perjuicio de otros tejidos, cuyo flujo sanguíneo disminuye y por lo tanto su cuota de oxígeno. Esta redistribución del volumen sanguíneo circulante —mecanismo reaccional compensador— funciona mientras el sufrimiento de esos tejidos menos privilegiados no se manifiesta a través del cuadro de shock. Se ha definido el shock irreversible como aquella situación en la cual la deuda de oxígeno acumulada por los tejidos es irrecuperable.

Nos interesa considerar la situación de hipovolemia moderada, sin shock, pero con síntomas evidentes, en un paciente que debe ser sometido a una intervención quirúrgica urgente.

En primer término se debe intentar una valoración de la pérdida y del grado de hipovolemia. Los datos del hematocrito —o del conteo globular, o de la cantidad de hemoglobina— no son de mayor utilidad en la hemorragia reciente, ya que los mecanismos de hemodilución requieren varias horas y condiciones

adecuadas para su instalación. En los medios que disponen de facilidades se preconiza, como lo dijimos, la medida de la volemia en sus sectores globular y plasmático.

Nos queda por lo tanto la utilización de la observación y examen clínico. La adecuada valoración de los signos y síntomas conocidos por todos ustedes: estado psíquico, color y temperatura de la piel, sudoración, vasoconstricción venosa, presión arterial, frecuencia del pulso, presión venosa central, relleno capilar, diuresis horaria, etc., junto con la historia nos pueden dar una idea de la severidad de la hipovolemia. Pero es necesario una idea previa normal de ese paciente para valorar en forma cuantitativa y realista la pérdida de sangre.

Sabemos que un individuo normal no presenta signos circulatorios importantes hasta no perder de 20 a 30% de su volemia. De allí la importancia (a falta de medidas directas) de tener un criterio guía de la volemia normal. De acuerdo con Moore, un hombre musculoso de 80 kg. tiene una volemia de 6.000 ml. mientras en el otro extremo una mujer obesa de 65 kg. tendrá una volemia alrededor de los 3.500 ml. Es evidente que esta última presentará una sintomatología clara de hipovolemia con una pérdida de 800 ml. de sangre, mientras que la misma pérdida en el primero provocará pocas manifestaciones hemodinámicas. A la inversa una manifestación ruidosa significará que este hombre ha perdido entre 1.500 a 2.000 ml. de sangre.

Estas cifras son puntos de partida para planificar una reposición, no números a seguir ciegamente.

Si los signos neurológicos, hemodinámicos y urinarios son de intensidad suficiente (no queremos dar cifras ni cuadros clínicos indicadores de niveles límites), si la hemorragia continúa y si se proyecta una intervención, es indudable que debe comenzarse una terapéutica de reposición en forma rápida y enérgica. No debe pedirse una transfusión, debe realizarse. El médico tratante, cirujano, anestesista, o ambos, son los responsables de la corrección del estado de hipovolemia, no el técnico transfusionista.

Es angustiante ver un enfermo en hipotensión severa que llega a la sala de operaciones luego de estar dos horas en el servicio de puerta, y al cual se le está pasando un primer volumen de sangre a 30 ó 40 gotas por minuto. Eso es una parodia de reanimación. Una reanimación correcta, que casi siempre puede realizarse en el tiempo que transcurre desde el ingreso hasta la intervención, significa cateterización de gruesas venas, con agujas o tubos de gran calibre e introducción rápida de la sangre.

El paciente debe llegar a la inducción de la anestesia con una volemia reparada en lo posible y un estado cardiocirculatorio lo más normalizado que se logre. Debemos evitar la situa-

ción —demasiado corriente— del paciente que llega a sala de operaciones insuficientemente repuesto, y donde el cirujano urge al anestesista la inducción de la anestesia. Esto es poner al anestesista entre la espada y la pared. Probablemente durante la inducción de la anestesia la hipotensión se haga más severa, los signos vitales se deterioren y la hipoxia, hasta ese momento limitada a territorios vitalmente secundarios, se manifieste a nivel del sistema nervioso, el miocardio o el riñón.

Es en estas circunstancias de reposición sanguínea masiva y rápida en las que la medida de la presión venosa central, junto a los demás signos hemodinámicos y urinarios, adquiere gran valor, a veces insustituible, para asegurar de la buena marcha del tratamiento. Los peligros de insuficiencia cardíaca en los viejos o vasculares, por exceso de reposición, hacen de la medida de la presión venosa central un coadyuvante muy valioso si se interpreta adecuadamente y en relación con la presión arterial y el resto de los signos.

La utilización de sales de calcio y el calentamiento de la sangre de banco, pueden evitar algunos de los inconvenientes de las transfusiones masivas. No nos corresponde referirnos a los sustitutivos de la sangre, que si bien pueden reponer volumen circulante, tienen poca indicación cuando se requiere restituir capacidad de transporte de oxígeno.

## II) *Situación no urgente*

La segunda clase de situación que nos interesa corresponde al paciente anémico que ha de ser operado sin urgencia. Esta anemia crónica es medida por el hematócrito, número de eritrocitos o cantidad de hemoglobina, con lo cual tenemos una idea de la disminución en la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre. Pero, ¿cuál es el nivel de dilución de la hemoglobina en el que podemos hablar de hipoxia anémica?

Vimos que la reserva de oxígeno transportado es grande en una sangre de concentración normal. De unos 20 vol. % en sangre arterial, se consumen en condiciones basales 4 a 5 vol. %. Mucho mayor es la caída de la tensión de oxígeno, pero esto es compensado por la forma de la curva de disociación y no depende por otra parte de la concentración de la hemoglobina. Además, cuando la anemia (como caída de concentración) llega a ciertos niveles se ponen en juego mecanismos cardiovasculares que tienden a aumentar el gasto cardíaco creando los estados hiperquinéticos de las anemias.

Hemos mencionado las cifras dadas por algunos autores como límites: hematócrito, 20%; hemoglobina, 7gr. %. Son advertencias basadas en la experiencia.

Queremos comparar con la situación de cianosis. Un sujeto con hemoglobina normal (15 gr. %) y pigmentación cutánea normal, presentará cianosis cuando la hemoglobina reducida de su lecho capilar cutáneo alcance como mínimo a 5 gr. %; quedarían 9 a 10 gr. de hemoglobina apta para el transporte de oxígeno. Ningún cirujano llevaría un paciente en esta condición a la mesa de operaciones sin intentar corregirla. Es evidente que es mucho más peligrosa la situación de un anémico.

Sin embargo, en las anemias del nivel mencionado, la hipoxia no es actual, es una posibilidad y como tal debe encararse. En condiciones basales de reposo, no hay signos de hipoxia con una hemoglobina de 7 a 8 gr. %. Pero debido a las circunstancias vinculadas a la anestesia y la cirugía que mencionamos al comienzo, esta posibilidad puede convertirse en real.

Creemos conveniente corregir toda anemia importante preoperatoria y llevar los pacientes a sala de operaciones con un hematócrito no menor de 35% (hemoglobina de 10 a 11 gr. %).

A pesar de su valor los datos de concentración no son suficientes para tener una idea completa del estado hémico de un paciente, y decidir cuándo y cómo se debe corregir una anemia crónica.

Las medidas de volemia han permitido demostrar que una anemia puede estar asociada a hipo, normo o hipervolemia. A su vez una anemia puede estar enmascarada (en cuanto a las cifras de concentración) por una reducción global del volumen sanguíneo.

En el cuadro 3 presentamos un ejemplo, tomado de un trabajo sobre medida del volumen sanguíneo; en él podemos ver que los datos de hemoglobina y hematócrito en las pacientes A y B son engañosos y no permiten una terapéutica correcta.

Aunque en nuestro medio no podemos recurrir a las medidas de volumen directas, nos es dado utilizar las conclusiones obtenidas por aquellos que han practicado estas medidas. Tenemos que:

a) En las anemias crónicas vinculadas a la desnutrición (sin historia de hemorragia) el hematócrito bajo coexiste con una volemia normal o cerca de lo normal, por aumento del volumen plasmático. En estos casos, cuando el hematócrito es muy bajo —por debajo de 30%— conviene corregir, y lo importante es corregir la concentración. La transfusión de sangre preoperatoria se hará buscando no provocar una hipervolemia. Esto es crítico en cirugía geriátrica o en pacientes con insuficiencia cardíaca, en los cuales la transfusión de glóbulos rojos concentrados tiene una indicación mayor. Si la hipovolemia es indeseable, también tiene inconvenientes una hipervolemia durante el período operatorio.

**Cuadro 3**

**MEDIDAS DE VOLUMEN SANGUINEO EN DOS PACIENTES**

**Caso A**

35 años. 69 kg. Fibromatosis uterinas. Hemorragias repetidas. Histerectomía.  
P. A.: 105/65. Pulso: 65. Hematócrito: 30,2. Hemoglobina: 9 gr./100 ml.

	Valores normales	Valores medidos	Desviación por ciento
	4.180	6.386	+ 52
V. E.	1.672	1.756	+ 57
V. P.	2.508	4.630	+ 85

**Caso B**

32 años. 71 kg. Fibromatosis uterina. Hemorragias repetidas. Histerectomía.  
P. A.: 120/70. Pulso: 75. Hematócrito: 42,0. Hemoglobina: 13,5 gr./100 ml.

	Valores normales	Valores medidos	Desviación por ciento
V. T.	4.290	2.474	- 42
V. E.	1.716	944	- 45
V. P.	2.574	1.530	- 41

El caso A reaccionó a la hemorragia intermitente con hipovolemia. No necesitó transfusión de sangre durante la intervención.

El caso B tenía un volumen sanguíneo reducido. Se le administró 1.000 c.c. de sangre previo a la intervención y 500 c.c. durante la misma.

b) Cuando la anemia está vinculada a hemorragia crónica, a pesar de las excepciones, es frecuente que la deficiencia de concentración se acompañe de hipovolemia de grado menor que la anemia. También en estos casos es conveniente corregir concentración y volumen antes de la intervención.

A veces es difícil de pesquisar las excepciones: pacientes que hipercompensan la pérdida de glóbulos rojos con un volumen plasmático elevado, o por el contrario, otros que se adaptan con reducción de su árbol vascular, vasoconstricción, sin modificaciones importantes de los valores de concentración.

Podemos ayudarnos con un estudio clínico afinado y ciertas pruebas, como la adaptación al esfuerzo, la hipotensión ortostática, etc.

Un tratamiento de prueba cuidadoso observando los resultados de la reposición sobre los signos hemodinámicos: presión venosa central, presión arterial, etc., así como las modificaciones del hematócrito, podrá darnos un elemento de juicio valioso sobre la indicación correcta.

Queremos insistir que los pacientes anémicos e hipovolémicos, aun parcialmente repuestos, toleran pobremente las incidencias hemodinámicas de una anestesia general y las pérdidas sanguíneas peroperatorias. Es prudente una política de reposición de las pérdidas sanguíneas durante la intervención, aun cuando éstas sean pequeñas en términos absolutos.

Con respecto a este último punto quisiera terminar con algunas apreciaciones sobre una falacia común en nuestro medio, y no sólo en el nuestro; la indicación de la transfusión sanguínea peroperatoria.

Existen los partidarios de la transfusión y los opositores a ella. Se mencionan tipos de operación que exigen transfusión y se manejan cifras promediales de pérdidas sanguíneas quirúrgicas. También se tipifican operaciones que no exigen reposición de sangre. Con muy buen fundamento, por cierto, se insiste en no prodigar la transfusión innecesaria y se habla de los peligros de ésta. Pero es justamente sobre lo que es necesario o innecesario que debemos discutir.

No todos los pacientes llegan a la intervención tipo en las mismas condiciones de volemia y concentración de hemoglobina. No todos los pacientes sangran en la misma medida durante un determinado tipo de intervención, ni todos los cirujanos y anestesistas hacen sangrar lo mismo. Finalmente el concepto de "tipo de operación" es una abstracción con grandes limitaciones en su utilización práctica.

Sólo una valoración peroperatoria de las condiciones del paciente, de las circunstancias peroperatorias y de las posibilidades postoperatorias deben guiar la utilización de una terapéutica tan eficaz tan precisa como lo es la transfusión sanguínea.

Todo paciente que va a operarse debería ser cuidadosamente clasificado en el laboratorio hemoterápico. Los accidentes más graves y frecuentes de la transfusión sanguínea, se deben a la premura, cuando se hace necesaria una transfusión sanguínea urgente peroperatoria, no prevista.

## REFERENCIAS

- ALBERT, S. N. y col (1961).—The Value of routine blood volume measurement in major surgical procedures. "Anesth. and Analg.", 40: 266.
- ALBERT, S. N. (1963). Blood Volume. "A Review Anesthesiology", 24: 231.
- ANDERSEN, S. B. (1960).—Blood-volume in elderly anemic patients following blood transfusions. "Lancet", 1: 717.
- BARBOUR, C. M. (1957). Nutritional and hematological factors in geriatric anesthesia. "Ann. N. Y. Acad. Sci.", 66: 843.
- BLAKELY, W. R. y col. (1962).—An evaluation of preoperative blood volume determinations in the debilitated patient. "Surg. Gynec. Obst.", 115: 257.
- BOYAN, P. and HOWLAND, W. S. (1961).—Blood temperature: a critical factor in massive transfusion. "Anesthesiology", 22: 559.
- GEDDES, I. C. (1962).—Biochemistry of massive blood loss. In: "Modern trends in Anaesthesia", II: 155-161. Butterwoods-London.
- GUYTON, A. C. (1963).—"Cardiac Output and its regulation". Ch. 20, pp. 315-332. W. B. Saunders Co. Phil.
- HOWARD, J. M. (1962).—Hemorrhagic and post-hemorrhagic shock. En: "Shock, Pathogenesis and therapy". International Symposium Ciba, Stockholm, June 1961.
- MITTY, W. F. Jr. (1964). Abuse of one pint transfusions. "Surv. Anesth.", 2: 258 .
- MOORE, F. D. (1959). "Metabolic Care of the surgical patient". Part II, pp. 135-260. W. B. Saunders Co. Phil.
- PEDEN, J. C. y col. (1960). A consideration of indications for preoperative transfusions based on analyses of blood-volume and circulating proteins in normal and mal-nourished patients with and without cancer. "Ann. Surg.", 151: 303.
- "Physiologic Classification of Hypoxia". Handbook of Respiration. Nat. Acad. of Sci. W. B. Saunders Co. Phil. (1959).
- ROSSIER, P. H. y col. (1960). "Respiration". C. V. Mosby Co. St. Louis.
- THEYE, R. and MOFFIT, E. A. (1962). Blood transfusion therapy during anesthesia and operation. "Anesth. and Analg.", 41: 354.
- WILLIAMS, J. A. and FRANK, H. A. 1962. Transfusion Therapy guided by blood-volume determination. "Am. J. Surg.", 103: 325.
- WILSON, J. N. y col. (1962). Central venous pressure in optimal blood-volume maintenance. "A.M.A. Arch. Surg.", 97: 563.