

## ANESTESIA EN LA ALTURA: GASES EN SANGRE (\*)

Dres. CARLOS C. CASTAÑOS (\*) y MARIO PAZ ZAMORA (\*\*)

La anestesia puede alterar la ventilación pulmonar, ocasionando una modificación en el intercambio gaseoso aveolo-capilar, ya sea por acción central o periférica. Los factores que causan esta alteración son conocidos, así como también las modificaciones que se presentan en las tensiones parciales de los gases en la sangre como consecuencia de las alteraciones ventilatorias.

Las condiciones físicas en la altura determinan la disminución de las presiones parciales de los componentes del aire atmosférico (1) y cuando un individuo es sometido a estas condiciones, se encuentra que además de otras modificaciones fisiológicas, existe una disminución de la PO<sub>2</sub>, de la PCO<sub>2</sub> y de la saturación de oxígeno en comparación con el hombre de la costa. Durante la anestesia estos valores pueden sufrir otras alteraciones, dependientes del tipo de anestesia, del control de la respiración, de la administración de oxígeno, etcétera.

Este trabajo fue planeado para averiguar cuáles son las modificaciones en las presiones de gases en sangre, ocasionadas por la anestesia en la altura. Continúa a otro presentado en 1967 (2).

**MATERIAL Y METODO.**— Está constituido por treinta y seis pacientes (19 - 45) años de edad, nativos del altiplano boliviano, 19 mujeres y 17 varones, estado físico I (ASA) que recibieron anestesia para cirugía de abdomen inferior, periné y extremidades. Se les administró durante la operación dex-

(\*) Profesor y Jefe del Servicio de Anestesiología. Universidad Mayor de San Andrés. Casilla 2912. La Paz-Bolivia.

(\*\*) Jefe del Departamento Respiratorio del Instituto Boliviano de Biología de Altura. 4to. Piso Facultad de Medicina. La Paz-Bolivia.

trosa al 5% en agua y las pérdidas sanguíneas fueron reemplazadas de acuerdo con la estimación del anesthesiólogo.

Se tomaron muestras de sangre arterial, por punción femoral, humeral o carótidea, utilizando jeringas preparadas con heparina, las que fueron analizadas en un aparato pH Gas Analyzer, model 127, Instrumentation Laboratories Inc.

Los pacientes fueron agrupados en tres series, de acuerdo al tipo de anestesia administrada.

1ª SERIE.— Constituida por 18 pacientes, 7 mujeres y 11 varones, sin medicación preanestésica, sometidos a ANALGESIA PERIDURAL o RAQUIDEA; el nivel máximo alcanzado fue D IX. Los agentes utilizados fueron lidocaína y bupivacaína. Las caídas tensionales se controlaron con etiladrianol. Dos muestras de sangre arterial, antes de la anestesia y una hora después de la inyección extra o intradural.

2ª SERIE.— Comprende 10 pacientes, dos varones y ocho mujeres que recibieron atropina 0,5 mg. como medicación preanestésica y ANESTESIA GENERAL CON INTUBACION Y RESPIRACION CONTROLADA, inducción con tiopental sódico, éter o tricloroetileno, succinil colina y curare. El respirador utilizado fue el de TAKAOKA, con un flujo de admisión de doce litros por minuto y graduado para una frecuencia de 10 por min. El curare fue antagonizado con atropina-prostigmina al finalizar la intervención.

Se tomaron tres muestras de sangre arterial: la primera antes de la anestesia, la segunda a los treinta minutos de la inducción y la tercera treinta minutos después de suspender la administración del anestésico.

3ª SERIE.— Formada por ocho pacientes, cuatro varones y cuatro mujeres, que recibieron ANESTESIA GENERAL CON INTUBACION EN UN SISTEMA CIRCULAR CON REINHALACION PARCIAL Y RESPIRACION ESPONTANEA; inducción con tiopental sódico, seguido de succinil colina para la intubación. El anestésico fue éter con un flujo de oxígeno de dos litros. Se tuvo especial cuidado en utilizar cal sodada fresca. Las muestras fueron tomadas con la misma frecuencia que en la serie anterior.

RESULTADOS.— Estos se muestran en los cuadros 1, 2 y 3 que corresponden a la primera, segunda y tercera series respectivamente.

CUADRO N° 1

1ª Serie.— Analgesia Raquídea y Peridural.

ANESTESIA EN LA ALTURA			GASES EN SANGRE	
		Antes de la anestesia	Una hora después	Diferencia E. S.
pH	x	7.45	7.454	0.004
	r	7.40—7.54	7.40—1.51	± 0.004
	Ds	0.04	0.052	
PaO <sub>2</sub> mm. Hg.	x	52.38	53	
	r	45—62	44—60	0.62
	DS	4.8	6.17	± 1.84
PaCO <sub>2</sub> mm. Hg.	x	28.4	29.7	1.3
	r	21.5—35	25—34	± 1.19
	DS	5.1	5.1	
NaHCO <sub>3</sub> mEq/l	x	19.7	20.1	0.4
	r	13.5—23.5	15—24	± 1.25
	DS	4.5	4.22	
Sat. O <sub>2</sub> %	x	88.7	87.6	1.10
	r	83—92	84—91	± 1.57
	DS	4.33	4.8	

CUADRO N° 2

ANESTESIA EN LA ALTURA

GASES EN SANGRE

2° Serie.— Anestesia General con Respiración Controlada

	Antes	30' desp. comienzo anestesia	30' desp. fin anestesia	Diferencia muestras 1-3 E. S.
pH	x 7.49 r 7.40—7.58 DS 0.03	7.48 7.32—7.60 0.08	7.44 7.35—7.56 0.03	± 0.013
PaO <sub>2</sub> mm Hg.	x 50.6 r 38—61 DS 6.1	240 120—340 72	58.3 40—98 1.5	7.7 2.5
PaCO <sub>2</sub> mm Hg.	x 26.8 r 21—31 DS 3.4	26.4 20—30 4.6	29.8 23—20 5.1	3 ± 1.46
NaHCO <sub>3</sub> mEq/l	x 20.3 r 16—31 DS 4.4	21 15—30 4.2	20.2 17.5—25 5.2	0.1 ± 0.83
Sat. O <sub>2</sub> %	x 87 r 76—94 DS 5.1	96 87—100 4.95	84 59—91 10.6	3.0 ± 3.72

CUADRO N° 3

ANESTESIA EN LA ALTURA

GASES EN SANGRE

3° Serie.— Anestesia General con Respiración Espontánea

		Antes	30' desp. comienzo anestesia	30' desp. fin anestesia	Diferencia muestras 1-3 E. S.
pH	x	7.475	7.938	7.418	0.057
	r	7.39—7.60	7.28—7.50	7.24—7.53	± 0.03
	DS	0.057	0.19	0.077	
PaO <sub>2</sub> mm. Hg.	x	50.8	167	55.85	
	r	45—60	65—265	46—70	5.07
	DS	6.23	74.7	7.46	± 3.43
PaCo <sub>2</sub> mm. Hg.	x	33.4	40.0	35.1	1.7
	r	28—42	28—65	29—55	± 3.24
	DS	4.32	10.82	8.09	
NaHCO <sub>3</sub> mEq/l	x	24.4	23.9	21.5	
	r	19.5—31	20—30	18.5—25	2.9
	DS	4.27	4.42	2.7	± 1.75
Sat O <sub>2</sub> %	x	89.6	96.5	86	
	r	80—93	93—99	81—95	3.6
	DS	5.05	6.12	4.85	± 2.47

COMENTARIOS.—En la serie que corresponde a las analgesias conductivas se encontró que los cambios son mínimos y sin significación estadística, lo que sugiere que cuando el ni-

vel de la analgesia está debajo de D. IX, la analgesia conductiva no compromete la función respiratoria.

En la segunda serie, las modificaciones del pH fueron significativas, la diferencia entre la PaO<sub>2</sub> de la primera y segunda muestra fue de 153.4 y su ES  $\pm$  21.5, es decir es significativa. a los 30 minutos de terminada la anestesia la PaO<sub>2</sub> disminuyó bruscamente a valores cercanos a los normales, la diferencia de las muestras 1 y 3 no tuvo significación estadística. La PaCO<sub>2</sub> no se modificó en forma significativa. El bicarbonato prácticamente no sufre modificación, la saturación de O<sub>2</sub> (dif = 9 ES  $\pm$  2.24) aumentó significativamente durante la anestesia para luego descender a valores inferiores a los previos, pero la diferencia no tiene significación estadística.

En resumen, durante la anestesia con respiración controlada, las condiciones son óptimas, pero una vez terminada la misma hay modificaciones que hablan en favor de una disminución de la ventilación pulmonar.

En la tercera serie el pH mostró tendencia a presentar valores inferiores a los previos. La PaCO<sub>2</sub> que aumentó significativamente durante la anestesia, cae luego a niveles cercanos a los de la muestra N° 1.

Se observó una retención importante de CO<sub>2</sub> (dif. 7, ES  $\pm$  3,61) durante la primera media hora de anestesia; es de presumir que siga aumentando en el curso de la misma. A los treinta minutos de finalizada la anestesia se ha evidenciado una eliminación del exceso de CO<sub>2</sub>, aunque son valores por encima de los previos. No hubo modificaciones importantes en el bicarbonato. La saturación de O<sub>2</sub> aumentó significativamente (dif. 6.9 ES  $\pm$  2.97) para luego descender encima de valores previos.

En síntesis, el O<sub>2</sub> aumenta debido a su administración en concentraciones altas; la saturación del O<sub>2</sub> se modifica paralelamente; hay tendencia a la retención de CO<sub>2</sub>.

El presente trabajo nos hizo ver que las analgesias conductivas por debajo de D IX no cambian los valores de los parámetros estudiados, mientras que los cambios más importantes se observan durante la anestesia con respiración espontánea; este hecho sugiere que cuando hay posibilidad de alternativa deberían ser las anestésicas de elección en la altura; luego,

que a anestesia con respiración controlada es superior a la anestesia con respiración espontánea.

RESUMEN.— Se presentan tres series de pacientes sometidos a anestesia raquídea o peridural, a anestesia general con respiración controlada y a anestesia general con respiración espontánea. En estos tres grupos se estudiaron las modificaciones en el pH, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, Bicarbonato y saturación de O<sub>2</sub>. La serie de anestesia conductiva mostró cambios mínimos, lo que sugiere que en la altura debería ser la anestesia de elección cuando esté en posibilidad de alternativa. Se encontró además que la anestesia con respiración controlada mantiene una buena ventilación durante la anestesia, mejor que la con respiración espontánea.

SUMMARY.— A study of three series of patients under anesthesia is presented. I — Spinal or peridural. II — Inhalatory with mechanical controlled ventilation. III — Inhalatory with spontaneous breathing. pH PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, bicarbonate and SaO<sub>2</sub> measurements were made before and after induction or local anesthetic injection.

The first series with conductive anesthesia showed minimal changes suggesting this type of anesthesia as procedure of choice whenever it is indicated in patients living at high altitude.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.— Castaños, G. C. "Anestesia en condiciones de altitud" — Prensa Médica 18:147,1966.
- 2.— Castaños C. C. "Alcalosis respiratoria e hipoventilación" — Publicación del IX Congreso Latinoamericano de Anestesiología, Vol 1, pág. 21.— Buenos Aires 1967.