

## LA PRESION ARTERIAL PULMONAR EN EL NIÑO NORMAL DE LA ALTURA (La Paz 3.600 m.)

*Dr. JOSE FARFAN CARRASCO*, Médico Cardiólogo - Hemodinamista, del Instituto Nacional de Tórax de La Paz — Bolivia.

*Dr. HERNAN CRIALES A.*, Médico Cardiólogo - Hemodinamista, Responsable del Servicio de Hemodinamia del Instituto Nacional de Tórax de La Paz - Bolivia.

**RESUMEN.**— La presión arterial pulmonar (PAP) fue estudiada en 22 niños clínicamente normales, procedentes de lugares elevados (La Paz 3.600 m.), comprendidos entre 1 a 10 años de edad, con un promedio de 5 a 6 años; la PAP sistólica fue de 33,07 mmHg.  $\pm$  11,75; 15,34 mmHg.  $\pm$  6,95 para la presión diastólica y 23,07 mmHg.  $\pm$  9,41 para la presión media, estos datos fueron comparados con los del adulto no encontrándose diferencia significativa  $P=0,4$ , además también fueron comparados los valores presóricos en los grupos de edad 1 a 5 y 6 a 10 años, sin diferencia significativa entre ambos grupos  $P=0,1$ .

Se postula que la PAP del niño que vive en la altura se encuentra elevada en grado leve cuando es comparado con el niño de la costa y que el valor de la PAP del individuo de la altura se encuentra elevado en la misma proporción a partir del año de edad.

### INTRODUCCION.—

La interpretación de los datos presóricos en la arteria pulmonar en nuestro medio, para los pacientes sometidos a estudio hemodinámico, difiere con relación a los individuos que viven a nivel del mar, pues de acuerdo a estudios realizados en el IBBA de La Paz - Bolivia, (2), (5) y en el Instituto de Investigación de Lima - Perú (1), (6), se ha visto que las personas que nacen y viven en la altitud, tienen valores de Presión Arterial Pulmonar (PAP) elevadas en relación a los individuos que nacen y viven a nivel del mar, este tipo de estudio se ha realizado sobre todo en personas adultas, en cambio en el niño aún existen ciertas dudas sobre las cifras exactas de la PAP.

El propósito del presente trabajo, consiste en hacer conocer los valores encontrados de la PAP en el niño considerado normal, comparar dichos datos con los del adulto y así de esta manera contribuir a la interpretación de las presiones en el niño con cardiopatías y finalmente servir como base para la realización de futuros trabajos de investigación fisiológica en el niño de la altura.

**MATERIAL Y METODOS.**— Fueron estudiados 22 niños de 1 a 10 años de edad, en el periodo comprendido entre enero de 1969 a junio de 1976, quienes acudieron a consultar al Departamento de Cardiología del Instituto Nacional de Tórax de La Paz - Bolivia. Se realizaron estudios desde el punto de vista clínico, electrocardiográfico, radiológico y hemodinámico. En el aspecto clínico el 81% de los niños presentaba soplo sistólico grado I (I a IV) de los cuales el 27% estaban localizados en área aórtica, el 30% en área pulmonar y el 43% en mesocardio. El resto o sea el 19% no presentaba soplos. Electrocardiográficamente el 60% tenía complejo tipo rS, el 20% RS y el resto Rs en derivación V1. Radiológicamente la vascularidad pulmonar era normal y el índice cardio-torácico promedio fue de 45,3%. Todos estos pacientes fueron considerados como normales o con soplos funcionales.

Todos estos niños fueron sometidos a estudio hemodinámico (cateterismo cardíaco derecho), previa administración (30 minutos antes) de seconal sódico, vía oral en dosis de 5 mg/Kg. en niños hasta los 6 años de edad; entre 1969 a 1974. A partir de 1975 fue utilizada Ketamina en dosis de 0,3 mg/Kg. vía endovenosa. Para niños mayores de 6 años fue utilizado diazepam 2,5 mg. vía oral 30 minutos antes del estudio.

Con el niño en decúbito dorsal y manómetro Telco RA9 1450 colocado a nivel de la parte media del diámetro antero-posterior del tórax, fueron registradas las presiones auricular, ventricular derechas, arterial pulmonar y la presión en "cuña" de arteria pulmonar; el registro fue fotográfico con un aparato Telco de 8 canales, la presión media fue obtenida por integración electrónica, el estudio hemodinámico fue realizado en dependencias del IBBA. Todos los datos fueron analizados desde el punto de vista estadístico utilizando una máquina HP 45.

**RESULTADOS.**— Fueron estudiados 22 niños cuyo promedio de edad fue de 5,6 años con un valor mínimo de 1 y máximo de 10; en lo referente al sexo el 77,2% correspondía al sexo masculino y el resto al femenino. El lugar de procedencia fue dividido en tres zonas: la primera correspondiente a la puna brava y puna baja situada entre los 3.000 y 4.500 m., lugar del cual procedieron el 95,4%, la segunda el valle templado entre 2.500 a 3.000 m. del cual se estudiaron el resto, y ninguno procedía de la vega o llano tropical.

Los datos presóricos obtenidos en las diferentes cavidades se muestran en la tabla 1 y 2 donde podemos apreciar que los valores de la PAP tienen una cifra media de 23,07 mmHg.  $\pm$  9,41; desde ya podemos adelantar que estos valores son superiores a los encontrados a nivel de la costa.

De la misma manera fueron comparados los datos presóricos del niño y del adulto en la altura, estos últimos datos obtenidos del IBBA (2) donde vemos que no existen diferencias significativas, así en el niño la PAPm 23,07 mmHg. y la del adulto PAPm 21,06 mmHg. con una diferencia de  $P=0,4$ . Tabla 3.

TABLA 1

DATOS PRESORICOS

| Caso | Edad y sexo | Procedencia | AD     | Presiones mmHg. |         |       | CP |
|------|-------------|-------------|--------|-----------------|---------|-------|----|
|      |             |             |        | VD              | AP      | CP    |    |
| 1    | VK 7        | La Paz      | (6,5)  | 37/2-7,5        | 35 /16  | (10)  |    |
| 2    | RC 7        | La Paz      | (1,5)  | 32/1-3,5        | 27,5/11 | (8)   |    |
| 3    | CV 7        | La Paz      | (0,5)  | 22/0-1          | 22 /10  | (4)   |    |
| 4    | PA 4        | La Paz      | (3)    | 58/0-3          | 50 /13  | (8)   |    |
| 5    | EA 5        | Catavi      | (3)    | 21/0-5          | 21 /12  | (9)   |    |
| 6    | ML 4        | La Paz      | (3)    | 30/0-4          | 26 /12  | (6)   |    |
| 7    | RJ 8        | Viacha      | (3,5)  | 33/0-5          | 33 /13  | (10)  |    |
| 8    | RC 8        | La Paz      | (0,75) | 47/4-6          | 47 /25  | (3,5) |    |
| 9    | GV 6        | La Paz      | (3)    | 26/2,7-7        | 30 /14  | (11)  |    |
| 10   | EN 4        | La Paz      | (1)    | 40/4-6          | 32 /22  | (4)   |    |
| 11   | VM 3        | La Paz      | (1,5)  | 22/1,5-3,5      | 22 /14  | (4)   |    |
| 12   | LM 2        | La Paz      | (0,5)  | 43/1-5          | 40 /13  | (5)   |    |
| 13   | CC 10       | La Paz      | (3)    | 28/1-6          | 29 /16  | (8)   |    |
| 14   | EO 6        | La Paz      | (2,5)  | 38/3-6          | 36 /14  | (7,5) |    |
| 15   | OS 5        | La Paz      | (3,5)  | 36/1-9          | 25 /10  | (10)  |    |
| 16   | ZO 4        | La Paz      | (2,5)  | 20/0,5-3        | 23 /8   | (7,5) |    |
| 17   | WW 5        | La Paz      | (2,5)  | 38/2-5          | 39 /16  | (5)   |    |
| 18   | JC 5        | La Paz      | (3)    | 43/1-5          | 44 /20  | (4)   |    |
| 19   | JS 10       | La Paz      | (5)    | 30/5-7,5        | 29 /15  | (5)   |    |
| 20   | EN 8        | La Paz      | (7)    | 50/2-8          | 50 /38  | (8)   |    |
| 21   | JM 7        | Sucre       | (1)    | 17/0-2,5        | 17 /7,5 | (4)   |    |
| 22   | MC 1        | La Paz      | (4)    | 44/1-4          | 42 /22  | (5)   |    |

Los datos correspondientes a la presión media se encuentran entre paréntesis.

TABLA 2  
VALORES PRESORICOS MEDIOS

| Sitio                     | Presiones mmHg. | Desviación standar | 2 Error standar |
|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| ADm                       | 2,8             | 1,75               | 2,06 — 3,54     |
| VDs                       | 34,32           | 10,74              | 29,74 — 38,9    |
| VDdi                      | 1,49            | 1,47               | 0,87 — 2,11     |
| VDdf                      | 5, 1            | 1,98               | 4,26 — 5,94     |
| APs                       | 33,07           | 11,75              | 28,07 — 38,07   |
| APd                       | 15,34           | 6,95               | 12,38 — 18,30   |
| APm                       | 23,07           | 9,41               | 19,05 — 27,09   |
| CPm                       | 6,65            | 2,56               | 5,55 — 7,75     |
| Gradiente<br>Pd AP — PmCP | 8,65            | 7,59               | 5,41 — 11,89    |

TABLA 3  
CUADRO COMPARATIVO DE LAS PRESIONES  
EN EL NIÑO Y ADULTO

| Sitio | Presiones  |     |            |       | Diferencia |
|-------|------------|-----|------------|-------|------------|
|       | Adulto     |     | Niño       |       |            |
|       | Media mmHg | Ds  | Media mmHg | Ds    |            |
| AD    | 4,4        | 1,8 | 2,8        | 1,75  | 0,0004     |
| VDs   | 35,7       | 8,7 | 34,2       | 10,74 | 0,6        |
| VDdf  | 4,7        | 2   | 5,1        | 1,98  | 0,6        |
| APs   | 30,6       | 8   | 33,07      | 11,75 | 0,3        |
| APd   | 14         | 3,9 | 15,34      | 6,95  | 0,4        |
| APm   | 21,6       | 3,5 | 23,07      | 9,41  | 0,4        |
| CPm   | 8,9        | 6,8 | 6,65       | 2,56  | 0,04       |

Datos presiones adulto de IBBA (2).

Cuando se dividen los valores de acuerdo a la edad, es decir entre 1 a 5 y de 6 a 10 años, y se comparan ambos grupos de edad, vemos que la PAP media en el primer grupo es de 23,09 mmHg y de 23,05 mmHg para el segundo (tabla 4), lo cual nos muestra que existe diferencia poco significativa  $P=0,1$ .

**Discusión.**— Inmediatamente después del nacimiento, ocurren cambios dramáticos debido al cese de la circulación útero-placentaria y al establecimiento de la circulación pulmonar, en la cual existe incremento del flujo sanguíneo pulmonar y reducción de la resistencia arteriolar pulmonar, debido en primera instancia a la expansión pulmo-

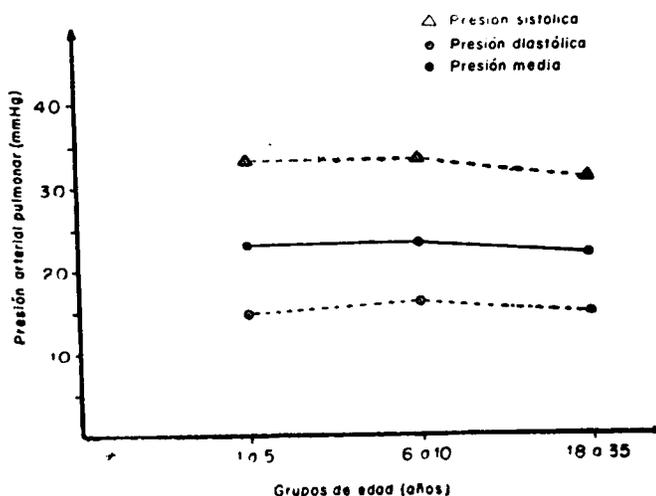
TABLA 4

Diferencia de valores medios en la presión arterial pulmonar por grupos de edad

| Sitio | E D A D    |       |             |       | Diferencia |
|-------|------------|-------|-------------|-------|------------|
|       | 1 — 5 años |       | 6 — 10 años |       |            |
|       | mmHg       | Ds    | mmHg        | Ds    |            |
| APs   | 33,09      | 10,27 | 33,05       | 13,59 | 0,1        |
| APd   | 14,64      | 4,78  | 16,05       | 8,81  | 0,6        |
| APm   | 23,09      | 2,15  | 23,05       | 12,12 | 0,1        |

nar y posteriormente a la disminución de la capa media muscular (16), (17). Esta serie de transformaciones dan lugar a reducción en la PAP en grado importante en los primeros tres días y posteriormente en forma paulatina (3) (9) (10) de manera que alcanza nivel de adulto alrededor de las dos semanas (7) (8) (11) (12). En la altura el comportamiento de la circulación pulmonar en líneas generales deberá ser similar al de la costa, aunque el grado de disminución parece ser más lento. Así a nivel de la capa elástica hay una reducción en el paso del tipo fetal con fibras elásticas abundantes y continuas al tipo adulto con pocas y fragmentadas (13), la capa media de la arteria pulmonar se encuentra más engrosada en el individuo de la altura relacionado con el que vive a nivel del mar (14); de la misma manera se encontró una mayor muscularización de las ramas pulmonares distales como resultado de la involución retardada e incompleta de las características del lecho arterial pulmonar (15).

Esta serie de estudios nos muestran que realmente existen ciertos cambios estructurales en los vasos de las arterias pulmonares, probablemente debido al retardo de la involución normal observada a nivel de la costa, en lo que se refiere a la presión arterial pulmonar ésta



se encuentra en un nivel más elevado en el individuo que vive en la altura, esto ya fue ampliamente demostrado en el adulto, sin embargo en el niño los valores encontrados por nosotros difieren de los observados por Peñaloza y col. (1) quienes indican que la PAP en el niño persiste elevada en grado moderado hasta los cinco años de edad, el análisis de nuestros datos muestra que la PAP del niño entre las edades de 1 a 10 años tiene valores similares a los del adulto, del mismo modo no encontramos diferencia significativa  $P=0,1$  entre los grupos de edad 1 a 5 y de 6 a 10. Fig. 1.

Estos datos nos muestran que la PAP del niño que vive en la altura se encuentra elevada en grado leve, comparado con el niño de la costa, además que la PAP del niño de la altura tiene valores similares a los del adulto de la altura a partir del año de edad, sin embargo permanece la incógnita sobre el comportamiento de la curva presórica entre el momento del nacimiento y el año de vida.

#### B I B L I O G R A F I A

- 1.— Peñaloza D., Arias Stella J., Sime F., Recavarren S. and Marticorena E., The heart and Pulmonary circulation in Children at High Altitudes. *Pediatrics* 34: 568, 1964.
- 2.— Coudert J., Paz Zamora M., Antezana G. y Vargas E.; Condiciones Hemodinámicas normales del Hombre de la Altura, La Paz 3.600 m. *Anuario del Instituto Boliviano de Biología de la Altura*. 75, 1971 — 1976.
- 3.— Rudolph A. M. and Cayler G. G. Cardiac Catheterization in infans and children. *Pediatrics Clin. N. American* 5: 907, 1958.
- 4.— Hurst J. W. and Bruce Logue R. The heart, arteries and veins. *Kogakusha Co., Ltd.* 90, 1970.
- 5.— Coudert J., Criales H., Paz Zamora M. Características hemodinámicas en La Paz 3.600 m. *Anuario del Instituto Boliviano de Biología de la Altura*. 129, 1970.
- 6.— Peñaloza D., Sime F., Banchemo N., Gamboa R., Cruz J. and Marticorena E. Pulmonary hypertension in Healthy men born and living at High Altitudes. *American Journal of Cardiology* 11: 150, 1963.
- 7.— Rudolph A., Nadas A., The pulmonary circulation and congenital heart disease *The New England Journal of Medicine* 267: 968, 1962.
- 8.— Nadas A. S., and Fyler D. C. *Pediatric Cardiology*. W. B. Saunders Company, Philadelphia 302 — 303, 1972.
- 9.— Rudolph A. M., Auld P., Golinko R. and Paul M., Pulmonar vascular adjustments in neonatal period. *Pediatrics* 28: 28, 1961.
- 10.— Naeye R., Arterial changes during perinatal period. *Arch. Pathology* 71: 121, 1961.
- 11.— Rowe R. and James L. S. The normal pulmonary arterial pressures during the first year of life. *Journal Pediatric*. 51: 1, 1957.
- 12.— Rosen I, and Gardberg M. The electrocardiogram and vectocardiogram of the normal infant. *Diseases of the Chest* 32: 493, 1957.
- 13.— Saldaña M. and Arias Stella M. II The evolution of the elastic configuration of the pulmonary trunk in the people native to High Altitudes. *Circulation* 27: 1094, 1963.

- 14.— Saldaña M. and Arias Stella M., III The thickness of the media of the pulmonary trunk and ascending aorta in High Altitude natives. *Circulation* 27: 1101, 1963.
- 15.— Arias Stella M. and Saldaña M. The terminal portion of the pulmonary arterial tree in people native to High altitudes. *Circulation* 28: 915, 1963.
- 16.— Rudolph A. M. The changes in the circulation After Birth: Their importance in congenital Heart Disease. *Circulation* 41: 343, 1970.
- 17.— Berne R. M. and Levy M. N. Cardiovascular physiology. The C. V. Mosby Company, Saint Louis 1972. pág. 234 — 235.