

Determinantes de la presión arterial en una población andina nativa

Blood pressure determinant factors in a native Andean population

FRANCISCO ROTHHAMMER

Departamento de Biología Celular y Genética,
Facultad de Medicina, Universidad de Chile

The joint effect of adiposity, high altitude, age and indigeneity on systolic and diastolic blood pressure is studied in an Indian population living at high altitude in Northern Chile. Adiposity (Quetelet's index), accounted for the highest percentage of explained variability, followed by high altitude and age. Indigeneity was shown to have an insignificant effect on blood pressure, indicating that Andean aboriginal populations did not differ genetically from lowland populations with respect to this variable.

Sudamérica fue probablemente poblada por una sola corriente inmigratoria paleoindia hace aproximadamente 15.000 años (Williams *et al.*, 1985). Al desplazarse los cazadores-recolectores y sus descendientes de norte a sur por la región andina o bien por la foresta tropical, ocuparon diversas zonas ecogeográficas que, al menos teóricamente, debieron imponer severos desafíos adaptacionales a sus genomas.

En un esfuerzo por detectar en las poblaciones andinas contemporáneas, supuestamente descendientes de los cazadores-recolectores, posibles ejemplos de una adaptación genética a la altura, nuestro grupo ha analizado durante los últimos años la distribución de variantes anormales de hemoglobina, de deficiencias de enzimas relacionadas con el transporte y utilización de oxígeno, de variantes iso-zímicas poco comunes y de genes marcadores (Rothhammer, 1977; Rothhammer y Schull, 1980; Rothhammer y Llop, 1982).

Varios autores (Rotta, 1947; Hurtado *et al.*, 1956; Peñaloza *et al.*, 1963; Buck *et al.*, 1968; Zapata y Marticorena, 1968) han llamado la atención sobre el hecho que los nativos de altura tienen presiones sistólicas (y en ocasiones también diastólicas) más bajas que sus congéneres que habitan a nivel del mar. No obstante la existencia de estudios que describen tendencias opuestas (Hoff *et al.*, 1972; Harrison *et al.*, 1969), ha prevalecido la idea entre los especialistas que la altura

“protege” contra la hipertensión. Igualmente se ha pretendido demostrar que la conocida asociación entre presión arterial y edad (Epstein and Eckoff, 1967) no existiría entre los pueblos andinos (Zapata y Marticorena, 1968; Way, 1972). Desafortunadamente la mayor parte de los trabajos realizados sobre el tema adolecen de la limitación de no considerar adecuadamente la intercorrelación que existe entre las variables independientes analizadas, vale decir, altura, edad, contextura corporal e indigenidad.

En un trabajo previo relacionado con el efecto de la altura sobre la presión arterial (Makela *et al.*, 1978) concluimos que la disminución de presión observada en los habitantes de altura está asociada a un menor sobrepeso. En esta ocasión exploraremos el efecto de la altura sobre la presión arterial teniendo especial cuidado de estimar separadamente, utilizando técnicas estadísticas diferentes, las contribuciones de la edad, la contextura corporal y principalmente la indigenidad sobre esta variable fisiológica con el fin de descubrir si los nativos de altura tienen presiones más bajas producto de una adaptación genética a la hipoxia o sus factores concomitantes.

MATERIALES Y METODOS

Durante los meses de octubre y noviembre de los años 1973 y 1974 se examinaron 2.096 individuos en doce localidades de los valles, la Pre-

cordillera y el Altiplano de las provincias de Arica y Parinacota. Fue incorporado al análisis el promedio de varias lecturas de presión arterial, realizadas mediante un esfigmomanómetro de mercurio estando el paciente sentado. De la muestra original, que comprendió cerca del 60% del total de habitantes del interior de Arica, se eliminaron 605 individuos por carecer de exámenes físicos, medidas antropométricas, o bien por presentar cuadros patológicos relacionados con el sistema circulatorio que podrían sesgar los resultados. Además, se eliminaron 732 personas por haber fijado su residencia por más de un año en un área diferente al lugar donde nacieron. Después de eliminar a los niños, se incluyeron finalmente en el análisis 149 hombres y 195 mujeres, repartidos homogéneamente en tres zonas ecogeográficas (costa, sierra y altiplano) localizadas, respectivamente, a 600, 3.000 y 4.000 metros de altura aproximadamente. Para cada uno de estos sujetos se dispuso de información sobre presión arterial, edad, peso, estatura e indigenidad. Esta última variable fue cuantificada en base al número de apellidos aymara, de acuerdo a un algoritmo establecido previamente (Schull and Rothhammer, 1977).

Se calcularon coeficientes de correlación entre las variables independientes y dependientes y luego a partir de éstas se estimaron coeficientes de regresión parcial estandarizados.

RESULTADOS

Las Tablas 1 y 2 ilustran las matrices de coeficientes de correlación para hombres entre altura, edad, contextura corporal (estimada a través del índice de Quetelet, es decir, peso/estatura²), indigenidad y presión sistólica y diastólica, respectivamente. Llama la atención que las mayores correlaciones se observan entre altura e indigenidad y edad. La presión sistólica aparece correlacionada con altura y con el índice de adiposidad. Una tendencia diferente se observa con respecto a presión diastólica que aparece más correlacionada con adiposidad y edad. Correlaciones análogas para mujeres aparecen en las Tablas 3 y 4, que manifiestan también tendencias algo diferentes para la presión sistólica y diastólica. Si bien en ambos casos las mayores correlaciones se observan con adiposidad, la presión sistólica aparece también correlacionada con edad y altura a diferencia de la presión diastólica. La Tabla 5 exhibe los coeficientes

TABLA 1

Matriz de correlaciones entre variables independientes y presión sistólica en hombres

	Altura	Edad	Indigenidad	Peso/estatura ²	Presión sistólica
Altura	1,000	0,322	0,704	-0,085	-0,140
Edad	0,322	1,000	0,215	0,115	0,053
Indigenidad	0,704	0,215	1,000	-0,160	-0,077
Peso/estatura ²	-0,085	0,115	-0,160	1,000	0,115
Presión sistólica	-0,140	0,053	-0,077	0,115	1,000

Fuente: Makela et al., 1978.

TABLA 2

Matriz de correlaciones entre variables independientes y presión diastólica en hombres

	Altura	Edad	Indigenidad	Peso/estatura ²	Presión diastólica
Altura	1,000	0,322	0,704	-0,085	-0,028
Edad	0,322	1,000	0,215	0,115	0,139
Indigenidad	0,704	0,215	1,000	-0,160	-0,017
Peso/estatura ²	-0,085	0,115	-0,160	1,000	0,275
Presión diastólica	-0,028	0,139	-0,017	0,275	1,000

Fuente: Makela et al., 1978.

TABLA 3

Matriz de correlaciones entre variables independientes y presión sistólica en mujeres

	Altura	Edad	Indigenicidad	Peso/estatura ²	Presión sistólica
Altura	1,000	0,144	0,691	-0,038	-0,241
Edad	0,144	1,000	0,107	-0,055	0,258
Indigenicidad	0,691	0,107	1,000	0,070	-0,145
Peso/estatura ²	-0,038	0,055	0,070	1,000	0,348
Presión sistólica	-0,241	0,258	-0,145	0,348	1,000

Fuente: Makela *et al.*, 1978.

TABLA 4

Matriz de correlaciones entre variables independientes y presión diastólica en mujeres

	Altura	Edad	Indigenicidad	Peso/estatura ²	Presión diastólica
Altura	1,000	0,144	0,691	-0,038	-0,077
Edad	0,144	1,000	0,107	0,055	0,074
Indigenicidad	0,691	0,107	1,000	0,070	-0,022
Peso/estatura ²	-0,038	0,055	0,070	1,000	0,336
Presión diastólica	-0,077	0,074	-0,022	0,336	1,000

Fuente: Makela *et al.*, 1978.

TABLA 5

Coeficientes de regresión parcial estandarizados (β) y coeficientes de determinación (R^2) que cuantifican el efecto de variables independientes sobre la presión arterial

Hombres							
Presión sistólica				Presión diastólica			
Altura	Edad	Indigenicidad	Peso/estatura ²	Altura	Edad	Indigenicidad	Peso/estatura ²
B -0,21	0,95	0,64	0,96	-0,09	0,1	-0,06	0,26
R ² 3%	-	-	1%	-	2%	-	7%
F = 1,50		N.S.		F = 3,56		P < 0,01	
Mujeres							
Presión sistólica				Presión diastólica			
Altura	Edad	Indigenicidad	Peso/estatura ²	Altura	Edad	Indigenicidad	Peso/estatura ²
B -0,25	0,29	-0,02	0,32	-0,07	0,07	-	0,33
R ² 6%	7%	-	11%	-	-	-	11%
F = 14,84		P < 0,01		F = 5,81		P < 0,01	

de regresión parcial estandarizados y los coeficientes de determinación (R^2) respectivos. Aquí claramente se aprecia que la variable más influyente sobre presión arterial en hombres y mujeres es adiposidad, en forma independiente de la altura y de la edad. Luego se observa que altura también tiene un efecto, aunque más discreto, al igual que edad. Indigenidad no influye en determinar la presión arterial en esta población.

DISCUSION

Al analizar simultáneamente diferentes variables intercorrelacionadas que de acuerdo a estudios previos tienen influencia sobre la presión arterial, hemos podido demostrar corroborando un análisis previo (Makela *et al.*, 1978) que la contextura corporal, específicamente la adiposidad, medida a través del índice de Quetelet tiene el efecto independiente más significativo. Luego, en segundo lugar, influyen la altura y la edad en determinar la presión arterial. Cabe mencionar que la altura parecería influir más sobre la presión sistólica que sobre la presión diastólica. La indigenidad no contribuye a explicar la variación en presión arterial en esta población, lo que indicaría que los individuos indígenas no difieren genéticamente de los no-indígenas en cuanto al potencial de aclimatación fisiológica a la altura para esta variable.

A juzgar por los valores de los coeficientes de determinación, la variación explicada por las variables independientes incluidas en el análisis varía entre el 4 y el 24%, lo que indica que otros factores no considerados en el trabajo explicarían la mayor parte de la variación. Otras variables a considerar serían la ingesta de sal, el *stress*, el ritmo circadiano y posiblemente el error de medición aleatorio (no sistemático). A pesar de ello, nuestro análisis revela que la protección contra la hipertensión que brindaría presuntamente la altura es discreta y podría fácilmente atribuirse a otros factores tales como la baja de peso corporal debido a diferencias dietéticas o un aumento del ejercicio físico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado a través del Proyecto B-518-845F, D.I.B., de la Universidad de Chile y del Proyecto 1019, FONDECYT.

REFERENCIAS

- BUCK, A.; SADAKI, T.; ANDERSON, R. (1968) *Health and disease in four Peruvian villages: Contrasts in epidemiology*. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Press.
- EPSTEIN, F. and ECKOFF, R. (1967). The epidemiology of high blood pressure. Geographic distribution and etiological factors. In: Stamler, R.; Pullman, T. (eds.), *The Epidemiology of hypertension*. New York, Grune and Stratton.
- HARRISON, G.; KUCHERMANN, C.; MOORE, M.; BOYCE, A.; BAJU, T.; MOURANT, A.; GODBER, M.; GLASGOW, B.; KOPEC, A.; TILLS, D. and CLEGG, E. (1969). The effect of altitudinal variation in Ethiopian populations. *Phil. Trans. Roy. Soc. London B* 256: 147-182.
- HOFF, C.; BAKER, P.; GARRUTO, R.; HAAS, J. and SPECTOR, R. (1972). Variaciones altitudinales en pulso y presión arterial en nativos andinos del Perú. *Arch. Inst. Biol. Andina*. 5: 57-67.
- HURTADO, A.; VELASQUEZ, Y.; REYNAFARJE, C.; LOZANO, R.; CHAVEZ, R.; SALAZAR, H.; REYNAFARJE, B.; SANCHEZ, C. and MUÑOZ, J. (1956). Mechanisms of natural acclimatization. San Antonio, Texas, Air University, School of Aviation Medicine, U.S. Air Force, Randolph Air Force Base, Report 56-1.
- MAKELA, M.; WEIDMAN, W.; BARTON, S.; ROTHHAMMER, F. and SCHULL, W. (1978). The multinational andean genetic and health program: IV Altitude and the blood pressure of the Aymara. *J. Chron. Dis.* 31: 587-603.
- PEÑALOZA, D.; SIME, F.; BANCHER, N.; GAMBOA, R.; CRUZ, J.; MARTICORENA, E. (1963). Pulmonary hypertension in healthy men born and living at high altitudes. *Am. J. Cardiol.* 11: 150-157.
- ROTHHAMMER, F. (1977) *Microdiferenciación genética de una población de habla aymara en la provincia de Arica*. Tesis de Doctorado, Universidad de Chile.
- ROTHHAMMER, F. y SCHULL, W.J. (1980) Adaptación genética de poblaciones andinas. *Actas IV Congr. Latinoam. Genética*. 2: 357-368.
- ROTHHAMMER, F. y LLOP, E. (1982) Estimación indirecta de tasas de mutación a partir de variantes electroforéticas en una población altiplánica. En: Bustos, E. y Veloso, A. (eds.). *El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile (Arica, Lat. 18°28'S)*. Vol. II, pp. 13-16.
- ROTTA, A. (1947) Physiologic condition of the heart in the natives of high altitude. *Am. Heart. J.* 33: 669-676.
- SCHULL, W.J. and ROTHHAMMER, F. (1977) A multinational andean genetic and health program: Rationale and design of a study of adaptation to the hypoxia of altitude. In: Weiner, J. (ed.). *Genetic and non-genetic components in physiological variability*. Vol. 18. London, Society for the Study of Human Biology.
- WAY, A. (1972) *Health, Exercise capacity and effective fertility aspects of migration to sea level by high*

- altitude Peruvian Quechua Indians*. Ph.D. Dissertation, University of Wisconsin, Madison.
- WILLIAMS, R.; STEINBERG, A.; GERSHOWITZ, H.; BENNETT, P.; KNOWLER, W.; PETTITT, D.; BUTLER, W.; BAIRD, R.; DOWDA-REA, L.; BURCH, T.; MORSE, H. and SMITH, C. (1985). GM Allotypes in native americans: Evidence for three distinct migrations across the Bering land bridge. *Am. J. Phys. Anthropol.* 66: 1-19.
- ZAPATA, B. y MARTICORENA, E. (1968) Presión arterial sistémica en el individuo senil de altura. *Arch. Inst. Biol. Andina*, 2: 220-228.

