

Mal de montaña crónico entre mineros de Cerro de Pasco: Evidencias epidemiológicas y fisiológicas.

Chronic mountain illness in Cerro de Pasco mine workers.

ARREGUI Alberto*, LEON VELARDE Fabiola, MONGE Carlos****

*Departamento de Neurología. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima-Perú.

**Departamento de Ciencias Fisiológicas. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima-Perú.

Adaptación y desadaptación a las grandes alturas.

Hace cien mil años Viault (1890) demostró un aumento en el número de glóbulos rojos de personas que vivían en Morococha a 4,500 metros sobre el nivel del mar. Desde entonces se empezó a desarrollar el concepto de adaptación a las grandes alturas.

Estudios posteriores demostraron que efectivamente el nativo de altura lograba aclimatarse a su ambiente con poco oxígeno pero que eventualmente podía perder esta adaptación. La descripción del primer caso de Mal de Montaña Crónico (MMC) hecha por Monge M. En 1928 dio lugar a la aparición del concepto de desadaptación a las grandes alturas. Este autor notó que los pacientes se curaban al bajar a nivel del mar y que la enfermedad regresaba si el paciente volvía a la altura. Consideró, además, a esta enfermedad como propia de quienes viven en la altura y adoptó para ella el nombre de Mal de Montaña Crónico para diferenciarla del Soroche o Mal de Montaña Agudo, que se presenta en quienes recién llegan a la altura. Recién en las dos últimas décadas empiezan a aparecer investigaciones que retoman el concepto de desadaptación de los habitantes de las grandes alturas e introducen por primera vez la importancia de la edad y/o el tiempo de residencia en ellas como factor desencadenante (Whittembury y Monge, 1972; Sime y col, 1975; Monge, León Velarde y Arregui, 1990; Monge y col. 1990; Arregui y col. 1990). Sin embargo, la magnitud del problema usando criterios epidemiológicos ha sido hasta ahora desconocida.

La enfermedad de Monge o MMC puede ocurrir por la incapacidad de algunos individuos de adaptarse en forma integral a la residencia en alturas considerables y agravarse con la presencia de patología pulmonar (neumoconiosis, por ejemplo). Se caracteriza por tener síntomas primordialmente neuropsíquicos, tales como cefaleas, mareos, somnolencia, insomnio, fatiga, dificultades del control del movimiento, falta de concentración mental, alteraciones, de la memoria y tendencia a la depresión (Monge M, 1928).

En casos avanzados se presenta dificultad respiratoria con el esfuerzo y síntomas de insuficiencia del lado derecho del corazón. Un aumento del número de glóbulos rojos (policitemia, eritremia o eritrocitosis), de la concentración de la hemoglobina y del hematocrito acompañan al cuadro clínico. Estas cifras de hemoglobina o hematocrito se encuentran por encima de aquellas que corresponden a la respuesta fisiológica normal para la altura de residencia (eritremia o eritrocitosis excesiva). Un trabajo reciente presentado por Sedano y col., al 5to. Congreso Nacional de Medicina Interna (1988) refiere el estudio de 191 pacientes con MMC que se presentaron al Hospital de Apoyo III del IPSS en La Oroya (3800 m) entre enero de 1985 y julio de 1988. El 100% de los pacientes tenían cefaleas, 80% habían presentado epistaxis y “crisis congestivas”, 33% tenían depresión y un porcentaje menor disnea, falta de aire y hemorragia digestiva.

El aspecto central del trabajo que hemos realizado (Arregui, León Velarde y Valcárcel, 1990; Arregui, León Velarde, Lip y col, en preparación) y que estamos resumiendo en esta presentación radica en la hipótesis de que la permanencia prolongada de las poblaciones mineras en las grandes alturas ocasiona la aparición gradual de síntomas y signos, y hallazgos de laboratorio de desadaptación a ella, es decir, a la aparición del MMC. El trabajo muestra que el riesgo del MMC aumenta de manera importante con la edad y/o con el tiempo de exposición a la hipoxia crónica de las grandes alturas. Los síntomas son primordialmente de carácter neuropsíquico (cefáleas, mareos, somnolencia, insomnio, fatiga, tendencia a la depresión, quemazón de las extremidades). Los signos incluyen a la cianosis (coloración azul-morada de las manos o labios) y a la dilatación de las venas. Entre los hallazgos de laboratorio más reconocidos se incluye al aumento excesivo de los glóbulos rojos y a la disminución de la capacidad vital pulmonar (Monge M. y Monge C, 1966; Monge C. y Salinas, 1986; Winslow y Monge, 1987).

Síntomas y signos de Mal Montaña Crónico.

La tabla N°1 presenta el porcentaje de hombres que laboran en Lima (nivel del mar), Central del Mantaro (entre 2,500 y 4,000 m) y Cerro de Pasco (4,300 m) y que contestó afirmativamente a las preguntas sobre síntomas y signos relacionados al MMC. Puede verse que la frecuencia de ellos aumenta en función de la altura. Por ejemplo, en Lima el 17% de los trabajadores refiere tener cefaleas mientras que en Cerro de Pasco es el 43%.

Síntomas como quemazón en las manos o pies, insomnio, sensación de cansancio físico o mental, tristeza, falta de apetito, y signos como la cianosis y la dilatación de venas son claramente más frecuentes en la altura que a nivel del mar. Pasemos a ver que efecto tiene la edad en la frecuencia de esta sintomatología.

Tabla 1. Porcentaje de trabajadores de nivel del mar (sector eléctrico: San Juan de Miraflores y Centro Cívico) y altura (sector eléctrico: Central del Mantaro; sector minería: Cerro de Pasco) que contestan afirmativamente a síntomas y signos asociados al Mal de Montaña Crónico.

	Lima (1) (nivel del mar) n = 223 %	Mantaro (1) (2,500 a 4,000 m n = 145 %	Cerro de Pasco (2) (4,300 m) n = 204 %
Síntomas:			
Cefaleas	17.9	34.5	43.1
Quemazón de las manos o los pies.	16.7	43.4	44.7
Insomnio	15.3	22.4	36.2
Físicamente cansado	19.9	35.7	41.3
Mentalmente cansado	15.5	26.6	37.6
Triste o deprimido	15.2	29.0	34.6
Falta de apetito	3.6	13.1	23.3
Falta de aire al despertar	4.1	9.8	15.2
Dolor muscular	22.3	41.5	37.4
Zumbidos de oídos	15.8	29.6	24.6
Signos:			
Cianosis de cara, labios o manos	2.2	5.6	34.6
Dilatación de venas en manos o pies	6.4	14.3	31.4

(1) Fuente: Arregui, León Velarde, Lip y col. Enfermedades más comunes en Trabajadores del Sector Eléctrico nacional (datos no publicados).

(2) Fuente: Arregui, León Velarde y Valcárcel, 1990.

La tabla N°2 presenta el resultado de la encuesta de salud sobre MMC entre la población masculina de Cerro de Pasco. La presencia de un aumento de la frecuencia de signos y síntomas del MMC con la edad es una demostración del efecto que la exposición crónica a la hipoxia en las grandes alturas produce sobre la capacidad de adaptación. Nos sugiere que tal adaptación se pierde con los años de permanencia y que el riesgo de MMC aumenta con la edad. Como veremos más adelante los cambios en los parámetros fisiológicos (eritrocitosis y capacidad vital) confirma esta hipótesis.

Tabla 2. Síntomas y signos relacionados al Mal de Montaña Crónico en población masculina mayor de 15 años de Cerro de pasco: porcentaje de personas en cada grupo de edad que refiere tenerlos.

	Grupos de edad (años)				
	15 - 19 (n=69) %	20 - 29 (n=72) %	30 - 39 (n=56) %	40 - 49 (n=84) %	50 - 59 (n=49) %
Síntomas:					
Quemazón de las manos o los pies	29	23	38	51	47
Insomnio	19	22	43	22	29
Físicamente cansado	20	25	46	45	35
Mentalmente cansado	26	26	30	41	35
Triste o deprimido	33	38	32	38	43
Falta de apetito	26	21	23	28	18
Falta de aire al despertar	15	10	11	18	18
Dolor muscular	16	19	34	35	47
Zumbidos de oídos	19	11	18	25	37
Signos:					
Cianosis de cara, labios o manos	17	14	27	31	48
Dilatación de venas en manos o pies	16	16	29	28	39

Fuente: Arregui, León Velarde, Valcárcel, 1990.

Cefaleas y otros desórdenes neurológicos en Cerro de Pasco.

En la tabla N°3 se comparan los desórdenes neurológicos más frecuentes en Cerro de Pasco con los de Lima. El hallazgo más notable en Cerro de Pasco es la alta prevalencia de cefaleas, predominando el tipo de cefalea vascular llamada migraña o jaqueca.

Tabla 3. Comparación de las tasas de prevalencia (%) de desórdenes neurológicos más frecuentes en Cerro de Pasco (4,300 m) con las de una población urbano-marginal de nivel del mar (Chacarilla de Otero, Lima).

Desorden	Tasas de prevalencia	
	Lima %	Cerro de Pasco %
Cefaleas	14.7	22.1
- tipo tensional	(9.5)	(9.6)
- migrañas	(5.2)	(12.5)
Neuropatías periféricas	2.2	1.5
Epilepsias	1.2	1.3
Convulsiones febriles	0.5	0.5
Espasmos de sollozo	0.1	1.0
Accidentes cerebro-vasculares	0.3	0.2
Enfermedad de Parkinson	0.3	0.1

Fuente: Arregui, León Velarde y Valcárcel, 1990.

En ambos casos ha sido muy clara la diferencia entre Lima y Cerro de Pasco en todos los grupos de edad y también se ha podido comprobar que las migrañas aumentan con la edad (Arregui y col., 1990).

El análisis por edad y sexo de todas las cefaleas en general como de las migrañas en particular muestra que ellas son mucho más frecuentes en mujeres que en hombres tanto en Lima como en Cerro de Pasco. Para el caso de todas las cefáleas, sin embargo, en Cerro de Pasco la relación se hace más pequeña con la edad y se llega a invertir entre los 40 y 49 años (más prevalente en hombres que en mujeres) debido a la alta frecuencia de cefáleas entre mineros que constituyen la gran mayoría de gran mayoría de varones encuestados en ese grupo de edad. Como veremos más adelante las razones de este hecho particular obedecen a factores laborales que añaden al factor ambiental hipóxico.

Tratando de averiguar que factores particulares a los hombres pudieran aumentar la prevalencia hicimos el análisis de todas las cefáleas (tensionales y migrañas) entre los trabajadores mineros (32% de la población masculina encuestada) de acuerdo a algunos factores laborales (Arregui, León Velarde y Valcárcel, 1990). Tal como se muestra en la tabla N°4, la prevalencia de cefáleas entre los mineros que hacen horas extras de trabajo es de 37% mientras que entre los que no hacen horas extras es de 23%. De igual manera, la prevalencia de cefáleas entre mineros que trabajan turnos de noche es de 37% contra 17% entre los que trabajan solamente de día. Este hallazgo comprueba el efecto que tienen las condiciones laborales sobre un desorden neurológico tan prevalente como las cefaleas. Si las cefaleas son mucho más prevalentes en la altura que a nivel del mar por el factor hipóxico ambiental, en los trabajadores mineros resultan aún más frecuentes cuando éstos hacen trabajo en horas extras o cuando trabajan turnos de noche.

Tabla 4. Tasas de prevalencia (%) de cefaleas en trabajadores mineros de Cerro de Pasco que trabajan horas extras, hacen turnos o trabajan de noche comparados con los que no lo hacen.

Condición laboral	Prevalencia de cefaleas %	p=
Si trabaja horas extras (n=93)	36.8	0.02
No trabaja horas extras (n=124)	22.5	
Si trabaja turnos de noche (n=94)	36.6	0.04
No trabaja turnos de noche (n=38)	17.4	

Fuente: Arregui, León Velarde y Valcárcel, 1990.

Consideramos importante señalar que en situaciones experimentales un animal expuesto a hipoxia crónica presenta en su cerebro alteraciones de algunas sustancias químicas (GABA, sustancia P, met-enkefalina, dipeptidil peptidasa) que son importantes para su función (Arregui y Barer, 1980; Arregui y col., 1981). Pero lo interesante de estos estudios es que las alteraciones químicas revierten a sus niveles normales si el animal retorna a nivel del mar (Arregui y col. 1981). Algo análogo sucede en la experiencia cotidiana y ya fue señalado por Monge Medrano (1928); los síntomas revierten cuando la persona desciende a nivel del mar. Queda aún por comprobar si los cambios neuroquímicos explican, por lo menos en parte, los síntomas referidos al sistema nervioso central.

Análisis de los datos secundarios de las fichas médicas.

El objetivo perseguido al analizar los datos de las fichas médicas anuales de los trabajadores mineros era averiguar si había diferencias o no en ciertos parámetros morfométricos, hematológicos y de fisiología respiratoria entre los trabajadores mineros de Cerro de Pasco y los trabajadores mineros de Marcona. En ella puede verse que la capacidad vital respiratoria es mayor en los mineros de altura pero que cae con la edad con mayor velocidad que lo que cae la de los mineros de Marcona que trabajan a nivel del mar.

Nótese que la intensidad de la caída es mucho mayor en los mineros de Cerro de Pasco (Tabla N°5). La máxima reducción de la capacidad vital con la edad es de 4% en los mineros de nivel del mar y de 22% en los de altura. La consecuencia más importante de esta observación en los mineros de altura es que esta caída de la capacidad vital respiratoria originará una marcada disminución de la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial con el correspondiente aumento del número de glóbulos rojos (eritrocitosis). Este hecho, asociado a la disminución de la expansión torácica en los grupos de mayor edad, permite explicar la elevación de los niveles de hemoglobina con la edad que hemos reportado (Monge, León Velarde y Arregui, 1989).

Tabla 5. Capacidad vital (lt) comparativa entre mineros de Marcona (nivel del mar) y Cerro de Pasco (4,300 m).

Grupo de edad (años)	Marcona (Nivel del mar)		Cerro de Pasco (4,300 m)	
	N	Lt	N	Lt
20-29	182	3.30 ± 0.64	342	4.28 ± 0.47
30-39	682	3.26 ± 0.56	988	4.11 ± 0.53
40-49	991	3.37 ± 0.42	946	3.86 ± 0.51
50-59	713	3.31 ± 0.41	513	3.52 ± 0.56
60-69	137	3.17 ± 0.43	90	3.31 ± 0.49

Fuente: Elaborado a partir de datos de Arregui, León Velarde y Valcárcel, 1990.

Prevalencia de hemoglobina excesiva.

La cantidad de hemoglobina en la sangre está normalmente aumentada en las personas que viven en la altura. Sin embargo, cuando la hemoglobina está aumentada por encima de los valores normales para la altura, aparecen los síntomas del MMC. Desde un punto de vista hematológico hemos aceptado que a la altura de Cerro de Pasco (4,300 m) hay MMC cuando la hemoglobina del individuo es mayor que 21 gr/dl (Monge, León Velarde y Arregui, 1989). Interesaba saber, por lo tanto cual era el porcentaje de mineros con hemoglobinas por encima de 21 gr/dl (prevalencia de hemoglobina excesiva) o, dicho de otra manera, cual era el porcentaje de mineros que estaban en riesgo de tener MMC. Para ello analizamos, por grupos de edad, la prevalencia de hemoglobina excesiva.

La tabla N°6 muestra el porcentaje de individuos con eritrocitosis excesiva para cada grupo de edad. Mientras que entre los 20-29 años de edad la prevalencia es de 6.8% ésta aumenta con la edad llegando hasta un 33% de prevalencia de hemoglobina excesiva de los trabajadores de mayor edad. Si nos remitimos a la definición hematológica de MMC es claro que el número creciente de individuos con hemoglobinas muy por encima de los valores normales para Cerro de Pasco, estará en riesgo de presentar los múltiples síntomas asociados a esta enfermedad (cefáleas, insomnio, mareos, fatiga, falta de concentración mental, alteraciones de la memoria, dilatación de las venas, cianosis, quemazón de las manos o pies, entre otros) (Monge M., 1928; Monge M. y Monge C., 1966; Monge C. y Salinas, 1986).

Tabla 6. Prevalencia (%) por edades de hemoglobina excesiva entre mineros de Cerro de Pasco.

Grupo de edad (años)	N	Hemoglobina (g/dl) media ± DE	Prevalencia de hemoglobina excesiva* %
20-29	340	18.3 ± 1.5	6.8
30-39	988	18.8 ± 1.8	15.4
40-49	947	19.0 ± 1.9	18.8
50-59	511	19.3 ± 2.2	27.4
60-69	89	19.3 ± 2.2	33.7

Fuente: Monge, León Velarde y Arregui, 1989.

* Hemoglobina excesiva definida como nivel de hemoglobina por encima de 21.3 g/dl.

CONCLUSIÓN

Los resultados presentados ayudan a confirmar la hipótesis sugerida por Whittembury y Monge (1972) y por Sime y col. (1975) sobre el papel que juega la edad y/o el tiempo de residencia en las grandes alturas en la desadaptación a ellas. Es importante tener en cuenta el deseo de abandonar Cerro de Pasco que acompaña al 79% de los trabajadores mineros de esta ciudad (Tabla N°7) y que se explica por diversas razones sobresaliendo, sin embargo, las razones de salud y las duras condiciones climáticas a las que se ven sometidos por residir en ese lugar. Esto sugiere que los mineros, a pesar de considerar, en términos generales, su situación económica y de educación como adecuada (ver Arregui, León Velarde y Valcárcel, 1990), perciben que el medio ambiente les es adverso y que afecta su bienestar y, por ende, su salud. La presencia de una alta prevalencia de cefaleas y de síntomas asociados al MMC corrobora esta percepción del trabajador minero y nos permite, además sustentar con datos epidemiológicos y fisiológicos que la capacidad adaptativa a las grandes alturas se va perdiendo con la edad. Si lo mismo le sucede a la población no minera, a las mujeres o a la población rural es materia de futuras investigaciones. Lo es también el conocimiento de cuáles son los mecanismos involucrados en esta pérdida de adaptación.

Tabla 7. Respuestas de trabajadores mineros (n=220) a la pregunta sobre si desean mudarse de Cerro de Pasco o no y las razones más frecuentes de respuesta afirmativa.

Respuesta	%
Si desean mudarse de Cerro de Pasco	78.8
No desean mudarse de Cerro de Pasco	18.9
No saben o no responden	2.3
Total	100.0
Razones más frecuentes de respuesta afirmativa:	
- por salud	36.2
- por el clima o la altura	28.8
- otras respuestas diversas	35.0
Total	100.0

Fuente: Arregui, León Velarde y Vacárcel, 1990.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arregui A, Barer G. Chronic hypoxia in rats: alterations of striato-nigral angiotensin – converting enzyme, GABA and glutamic acid decarboxylase. *J Neurochem* 1980;34: 740-743.
2. Arregui A, Barer G, Emson PC. Neurochemical studies in chronic hypoxia: substance P, met-enkephalin, GABA and angiotensin-converting enzyme. *Life Sci* 1981;28: 2925-2929.
3. Arregui A, Cabrera J, Leon Velarde F, Paredes S, Viscarra D, Arbaiza D. High prevalence of headaches and migraine in a high-altitude population. *Neurology* 1990; 40 (S1): 421.
4. Arregui A, León Velarde F, Valcárcel M. Salud y minería. El Riesgo del Mal de Montaña Crónico entre Mineros de Cerro de Pasco. Lima:DEC-ATC/Mosca Azul Editores;1990.
5. Monge CC, Bonavia D, León Velarde F, Arregui A. Adaptations to hypoxia in high altitude populations that reside in Nepal and the Andes. En: Sutton JR, Coates GC, Remmers JE, eds. *Hypoxia: The adaptations*. Toronto: BC Decker Inc; 1990. p . 53-58.
6. Monge CC, León Velarde F, Arregui A. Increasing prevalence of excessive erythrocytosis with age among healthy high-altitude miners. *N Eng J Med* 1989; 321:1271.
7. Monge CC, Salinas E. El Mal de Montaña Crónico y la salud de la población andina. Lima: Instituto Andino de Estudios en Población y Desarrollo (INANDEP). Cuaderno de Investigación N°5;1986.
8. Monge CC, Whittembury J, Chronic mountain sickness and the physiopathology of hypoxemic polycythemia. En: Sutton JR, Jones NL, CS Houston(eds). *Hypoxia: Man at altitudes*. New York: Thieme –Stratton, Inc; 1982. p. 51-56.
9. Monge MC. La enfermedad de los Andes (Síndromes eritrémicos). *Anales de la Facultad de Medicina* 1928;11:1-134.
10. Monge M, Monge C. High-altitude diseases. Mechanism and management. Springfield, USA: Charles C. Thomas; 1966.
11. Sedano, O, Pastorelli J, Gómez A, Centeno C. Mal de Montaña Crónico en el Hospital Apoyo III, IPSS, La Oroya. Resumen # 242 del 5to. Congreso Nacional de Medicina Interna:1988.
12. Sime F, Monge C, Whittembury J. Age as a cause or chronic mountain sickness (Monge's disease). *Int J Biometeor* 1975; 19: 93-98.
13. Viault F. Sur l'augmentation considerable du nombre du globules rouges dans le sang chez les habitants des haute plateaux de l'Amerique du Sud. *Cmpt. Rend Soc Biol* 1890;30:917-18.
14. Whittembury J, Monge C. High altitude haematocrit and age. *Nature (London)* 1972; 238: 278.279.
15. Winslow RM, Monge C. *Hypoxia, Polycythemia and Chronic Mountain Sickness*. Baltimore: Johns Hopkins University Press;1987.