

ARSENICISMO LABORAL

El hidroarsenicismo es un riesgo de salud de la comunidad de algunas regiones del Norte de Chile. Existe también el riesgo de arsenicismo por vía respiratoria en las fundiciones de cobre en esas regiones.

Se ha estudiado el significado que pueda tener esta doble exposición en los trabajadores de una empresa tomando en cuenta los índices biológicos de As en la orina, cabellos y uñas y los aspectos clínicos.

Los trabajadores de la fundición mostraron índices biológicos más altos y de significación estadística, sin manifestaciones clínicas, en comparación al grupo control de mineros que sólo reveló niveles de índices biológicos correspondientes al riesgo del hidroarsenicismo regional.

"ESTUDIO CLINICO EPIDEMIOLOGICO DE ARSENICISMO EN TRABAJADORES EXPUESTOS A ARSENICO EN UNA FUNDICION DE COBRE"

SANDRA CARDENAS A. (1)
LEONARDO GOULART R. (2)
CATALINA SILO (1)
HERNAN VENTURINO P. (3)

I.— Antecedentes Generales

El proceso de fundición de minerales de cobre genera como subproducto trióxido de arsénico, elemento que contamina el ambiente y, si su concentración en el aire sobrepasa el límite máximo permisible, crea el riesgo de arsenicismo en los trabajadores expuestos. El arsenicismo es una enfermedad con signos y síntomas polimorfos que afecta al aparato respiratorio, digestivo y circulatorio; sistema nervioso, piel y ojos. Para su diagnóstico correcto es necesario correlacionar los niveles ambientales del elemento tóxico con los signos y síntomas clínicos, y con los índices de laboratorio que reflejan eliminación de arsénico, tales como el contenido existente en cabellos, uñas y orina. Otra fuente ambiental que presenta el riesgo de arsenicismo es la contaminación natural por dicho elemento de los abas-

tos de agua potable. La intoxicación provocada por esta vía es un cuadro clínico semejante a aquel de la esfera laboral. El interés de este trabajo reside en que la población elegida se enfrenta a ambos riesgos ambientales.

II.— Propósito

El presente estudio pretende conocer el riesgo ambiental, los índices clínicos, y de eliminación de arsénico en los trabajadores de una fundición de cobre, y establecer su comparación con un grupo semejante que no está expuesto a dicho riesgo laboral, en otro frente de trabajo.

III.— Objetivos

- 3.1. Determinar concentraciones de arsénico en el aire de la fundición de cobre.
- 3.2. Determinar concentraciones de arsénico atmosférico de la población.
- 3.3. Determinar presencia de signos o síntomas clínicos de arsenicismo y cantidad de arsénico en cabellos, uñas y orina de un grupo de trabajadores de la fundición de cobre.

(1) Ingenieros (E) Químicos; Laboratorio Contaminación Atmosférica, Departamento Salud Ocupacional, Instituto Salud Pública de Chile.

(2) Ingeniero (E) Minas; Unidad de Terreno, Departamento Salud Ocupacional, Instituto Salud Pública de Chile.

(3) Médico Epidemiólogo; Depto. Programas sobre el Ambiente, M. Salud.

- 3.4. Determinar presencia de signos o síntomas clínicos de arsenicismo y cantidad de arsénico en cabellos, uñas y orina de un grupo de trabajadores que realicen su faena en otro frente, carente del riego de arsénico en aire.

IV.— Definición de Términos

- 4.1. Arsénico en aire de ambiente de trabajo.
Concentración ambiental máxima permisible = 0,4 mg/m³ para 2 horas = 0,002 mg/m³ para 15'.
- 4.2. Arsénico atmosférico.
Valor recomendable = 0,010 mg/m³ para 24 horas.
- 4.3. Arsénico en cabellos.
Valor normal = hasta 0,10 mg/100 gr.
Límite máximo permisible (exposición crónica) = hasta 0,50 mg/100 gr.
- 4.4. Arsénico en uñas.
Valor normal = hasta 0,50 mg/100 gr.
Límite máximo permisible (exposición crónica) = hasta 1 mg/100 gr.
- 4.5. Arsénico en orina.
Valor normal = hasta 0,10 mg/lts.
Límite máximo permisible (exposición crónica) = hasta 1 mg/lts.

V.— Material y Método

5.1. *Universo.*

El trabajo en descripción se realizó con la autorización y cooperación de la División Chuquicamata de CODELCO - CHILE.

El universo para las muestras ambientales lo constituyeron el aire de la fundición de cobre y el aire atmosférico de la población de Chuquicamata.

El universo para el estudio clínico lo constituyó una muestra de 200 trabajadores; 100 de los cuales realizan faenas en la fundición de cobre y los 100 restantes trabajan en cualquier otro frente, carente de arsénico ambiental. A los trabajadores que constituyen las muestras se les exigió como condición indispensable, el haber trabajado un período mínimo de 10 años en su actual puesto de trabajo.

5.2. *Método*

Se realizó un estudio de caso y control ciñéndose a las etapas del método científico.

Las muestras de aire atmosférico y las de ambiente de trabajo, al igual que las de cabellos, uñas y orina, fueron procesadas en el Laboratorio de Higiene Industrial del Depto. de Salud Ocupacional del I.S.P., empleándose para ello la determinación de la concentración de arsénico mediante el método del dietil ditio carbonato de plata. Las muestras de aire de ambiente de trabajo fueron tomadas a la altura respiratoria de los trabajadores en estudio; algunas como muestras puntuales de 15 minutos de duración, y otras como muestras continuas durante toda la jornada laboral. Las muestras de aire atmosférico fueron tomadas en forma continua, por espacios de 24 horas, y el aparato captador de ellas se instaló en el lugar más adecuado ubicado en el centro comercial de la población. Las muestras de cabellos y uñas fueron tomadas previo lavado riguroso de ambos fanerios y las muestras de orina corresponden a la primera micción matinal.

VI.— Resultados

6.1. Determinación de arsénico ambiental en fundición y planta de cal.

6.1.1. Al comparar las concentraciones obtenidas en cada punto de muestreo con el CAMP aceptado para 15 minutos de exposición se observa lo siguiente:

6.1.1.1. El 100% de las muestras está sobre la concentración ambiental máxima permisible (CAMP).

6.1.1.2. Las concentraciones mayores se encuentran dentro de la fundición.

6.1.1.3. El punto más conflictivo se encontraría en el 3.er piso de la fundición en la plataforma de carga de reverberos, cuyas concentraciones alcanzan un valor promedio de 0,640 mg/m³ y donde se encontró también el valor más elevado de todas las muestras siendo éste de 2,119 mg/m³.

6.1.2. Al comparar las concentraciones promedios puntuales de los puntos muestreados con el CAMP para 8 horas de exposición (0,40 mg/m³) se encuentra que el único punto que sobrepasa este CAMP es el de la plataforma de carga de hornos de re-

verbero (0,64 mg/m³), siendo este valor de 1,6 veces mayor que el CAMP.

6.1.3. La concentración promedio del muestreo continuo (8 hrs.), efectuada en la plataforma de carga de hornos de reverbero da un valor de 0,64 mg/m³, siendo este valor de 1,6 veces mayor que el CAMP.

6.1.4. El valor de la concentración ambiental encontrado en el muestreo puntual efectuado en la plataforma de carga de hornos de reverberos es idéntico al valor encontrado en el muestreo continuo efectuado en el mismo punto.

6.2. Determinación de concentraciones de arsénico atmosférico en zona residencial.

Analizado el resultado de las muestras y otros factores se observa lo siguiente:

6.2.1. El 100% de los valores se encuentran bajo el criterio recomendado de 10×10^{-3} mg/m³ As.

6.2.2. Un rol importante en la difusión de contaminante proveniente de las chimeneas de la fundición, juegan la dirección y la velocidad del viento. El penacho de humo emitido por la fundición se dirige en forma predominante al N.O., hacia la cordillera de Los Andes, no poblado.

Los días que el viento tiene dirección S.E., dirección en que se encontraba la zona residencial de Chuquicamata, son alrededor de 5 al mes. Debido a que la velocidad del viento es elevada (x 24 n.p.h.), los contaminantes se difunden con facilidad, con todo lo cual no cabe esperar problemas de contaminación atmosférica por As. en Chuquicamata.

6.3. Determinación de la presencia de signos o síntomas clínicos de arsenicismo y de cantidad de arsénico en cabellos, uñas y orina de 102 trabajadores de la fundición y planta de cal, y 103 de la mina.

TABLA 1

DISTRIBUCION DE SIGNOS O SINTOMAS CLINICOS SUGERENTES DE ARSENICISMO EN 102 TRABAJADORES DE LA FUNDICION Y PLANTA DE CAL Y EN 103 DE LA MINA CHUQUICAMATA, JUNIO 1978

Signos o Síntomas	Fundición y P. cal		Mina	
	Nº	%	Nº	%
Epistaxis	2	1,9	1	0,9
Rinorrea Mucosa	2	1,9	—	—
Obstrucción Nasal	6	5,9	1	0,9
Dolor Faringeo	25	24,5	5	4,8
Tos, Desgarro	2	1,9	1	0,9
Epífora	67	65,7	9	8,7
Dolor Conjuntival	18	17,6	3	2,9
Prurito	27	26,4	—	—
Cambio coloración y/o Temp. en Dedos	1	1,0	—	—
Dolor Abdominal	2	1,9	2	1,9
Diarrea	2	1,9	—	—
Insomnio	—	—	2	1,9
Debilidad Muscular	2	1,9	7	6,8
Calambres Musculares	6	5,9	11	10,7
Dolor Extremidades	2	1,9	7	6,8
Parestesias	1	1,0	—	—
Enrojecimiento Bordes Palpebrales	19	18,6	4	3,9
Ojo Rojo	5	4,9	1	0,9
Mucosa Nasal Roja	3	2,9	—	—
Placas Leucomelanodérmicas	33	32,4	42	40,8
Faringe Roja	6	5,9	—	—
Estertores Bronquiales	4	3,9	4	3,9
Roncos	—	—	4	3,9
Total de Trabajadores	102	—	103	—

En ninguno de los trabajadores examinados se puede plantear el diagnóstico de intoxicación por arsénico de origen laboral dada la inexistencia de signos o síntomas cardinales, tales como zonas de dermatitis, ulceración y/o edema de mucosa nasal, alteraciones respiratorias, neurológicas, digestivas o circulatorias. Llama la atención la mayor proporción de signo sintomatología de tipo irritativo (epifora, prurito, dolor faríngeo, dolor conjuntival, enrojecimiento bordes palpebrales) existentes en los trabaja-

dores de la fundición, hallazgo explicable por la presencia de otros agentes irritantes tales como el anhídrido sulfuroso. Las placas leucomelanodérmicas, signos clásicos de hidroarsenicismo, se presenta en proporciones semejantes, en ambos grupos de trabajadores. Es necesario destacar que este signo aparece en una alta proporción, debido a que la población estudiada se encuentra en la II Región del país, donde existe una contaminación arsenical antigua de los abastos de agua.

TABLA 2

CONTENIDO DE ARSENICO DE LAS MUESTRAS BIOLÓGICAS EN 102 TRABAJADORES DE LA FUNDICION Y PLANTA DE CAL Y 103 TRABAJADORES DE LA MINA DE LA DIVISION CHUQUICAMATA DE CODELCO - CHILE, CHUQUICAMATA, JUNIO, 1978

Tipo de Muestra Biológica	Fundición y P. Cal						Mina					
	Valores Normales		Valores en Rango de Límite Máximo Permisible (L.M.P.)		Valores Patológicos		Valores Normales		Valores en Rango de Límite Máximo Permisible (L.M.P.)		Valores Patológicos	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Cabellos	—	—	2	2	100	98	8	8	58	56	37	36
Uñas	—	—	—	—	102	100	9	9	26	25	58	56
Orina	55	54	45	44	—	—	78	76	24	23	—	—

La Tabla Nº 2 muestra que la población trabajadora de la fundición y de la mina presentan niveles diferentes de los índices biológicos de exposición de arsénico. Los valores encontrados en cabellos y uñas de trabajadores de la fundición son evidentemente más altos, dado que el 100% de ellos está en un nivel patológico y sólo un 36%

de los cabellos y un 56% de las uñas de los trabajadores de la mina alcanza tal nivel. No se encontraron valores patológicos en la orina de ambos grupos, sin embargo, la proporción de ellos en el rango de máximo permisible, es el doble en los trabajadores de la fundición.

TABLA 3

VALORES PROMEDIOS DE CONTENIDO DE ARSENICO EN MUESTRAS DE ORINA, CABELLOS Y UÑAS DE 102 TRABAJADORES DE LA FUNDICION Y PLANTA DE CAL Y 103 TRABAJADORES DE LA MINA. CHUQUICAMATA, JUNIO, 1978

Tipo de Muestra Biológica	Fundición y Planta de Cal	Mina	Diferencia Estadística
Orina	0,109 mg/lts.	0,077 mg/lts.	P 0,01
Cabellos	4,487 mg/100 gr.	0,750 mg/100 gr.	P 0,01
Uñas	8,951 mg/100 gr.	1,367 mg/100 gr.	P 0,01

La Tabla Nº 3 detalla las cantidades promedio de As. en orina, cabellos y uñas en ambos grupos y reafirma la observación de mayor alteración en trabajadores de la fundición.

De acuerdo a los niveles de arsénico encontrados en los índices biológicos de los grupos de la fundición y de la mina se trató de determinar la influencia de factores extralaborales (edad, domicilio, tiempo de permanencia en él) y factores laborales (lugar de trabajo, puesto de trabajo, tiempo de desempeño en él). La edad promedio de los trabajadores de la fundición es de 41 años y la de los de la mina alcanza a 45 años. Un 52% de los trabajadores de la fundición declara domicilio en Calama, con un promedio de permanencia de 20 años y un 48% vive en Chuquicamata con un promedio de permanencia de 18 años. Los trabajadores de la mina declaran en un 70% vivir en Chuquicamata con un promedio de residencia de 26 años, y el 30% restante vive en Calama con un promedio de residencia de 22 años. El factor domicilio es útil para la interpretación de la posible influencia del hidroarsenicismo. En relación a este aspecto, los estudios habituales que realiza la sección Higiene Ambiental de la División Chuquicamata revelan que en el año 1977, un 42% de las muestras de agua fueron no aceptables, según el crite-

rio de la Organización Mundial de la Salud respecto a contenido de arsénico en agua. Aplicando el criterio del Instituto Nacional de Normalización dicha proporción de no aceptabilidad desciende a un 9,9%. Los habitantes de la ciudad de Calama aunque reciben en sus domicilios aguas con alto contenido de arsénico, disponen para la bebida de agua con bajo contenido, repartida diariamente mediante camiones cisternas.

El análisis exhaustivo de todos los factores extralaborales citados no permitió sacar diferencias ni conclusiones. Sin embargo, el estudio de los factores laborales muestra cierta relación entre alteración de índices biológicos y el puesto de trabajo de hornos en la fundición.

El análisis de las Tablas N.os 4-5-6 permite afirmar que los trabajadores de la sección Hornos presentan cantidades más altas de arsénico que los del resto de la fundición, tanto en orina, cabellos y uñas. Igualmente la distribución porcentual de ellos en el rango de valores los sitúa más cerca de los máximos encontrados.

TABLA 4

DISTRIBUCION DE CANTIDADES DE ARSENICO EN ORINA DE TRABAJADORES DE LOS HORNOS Y DEMAS SECCIONES DE LA FUNDICION (EXCLUIDA PLANTA DE CAL). CHUQUICAMATA, 1978

Cantidades As en Orina (mg/lt.)	Hornos		Resto Fundición	
	Nº	%	Nº	%
Hasta 0.100	6	31,6	38	55,9
0.101 — 1.199	9	47,4	26	38,2
0.200 — 0.299	4	21,0	3	4,4
0.300 — 0.399	—	—	1	1,5
0.400 — 0.499	—	—	—	—
Totales	19	100	68	100

TABLA 5

DISTRIBUCION DE CANTIDADES DE ARSENICO EN CABELLOS DE TRABAJADORES DE LOS HORNOS Y DEMAS SECCIONES DE LA FUNDICION (EXCLUIDA PLANTA DE CAL), CHUQUICAMATA, 1978

Cantidades As en cabellos en (mg/100 gr.)	Hornos		Resto Fundición	
	Nº	%	Nº	%
Hasta 0.10	—	—	—	—
0.11 — 0.25	—	—	—	—
0.26 — 0.50	—	—	—	—
0.51 — 0.75	2	10,5	1	1,4
0.76 — 0.99	—	—	6	8,6
1 — 1.99	1	5,3	6	8,6
2 — 2.99	3	15,6	9	12,8
3 — 3.99	1	5,3	14	20,0
4 — 4.99	1	5,3	13	18,7
5 — 5.99	1	5,3	5	7,1
6 — 6.99	1	5,3	7	10,0
7 — 7.99	2	10,5	2	2,8
8 — 8.99	2	10,5	1	1,4
9 — 9.99	2	10,5	3	4,3
10 — 19.99	1	5,3	3	4,3
20 — 29.99	1	5,3	—	—
30 — 39.99	1	5,3	—	—
Totales	19	100	70	100

TABLA 6

DISTRIBUCION DE CANTIDADES DE ARSENICO EN UÑAS DE TRABAJADORES DE LOS HORNOS Y DEMAS SECCIONES DE LA FUNDICION (EXCLUIDA PLANTA DE CAL), CHUQUICAMATA, 1978

Cantidades As en uñas en (mg/100 gr.)	Hornos		Resto Fundición	
	Nº	%	Nº	%
Hasta 0.50	—	—	—	—
0.51 — 0.75	—	—	—	—
0.76 — 0.99	—	—	—	—
1 — 1.99	—	—	5	7,1
2 — 2.99	1	5,3	6	8,6
3 — 3.99	—	—	4	5,7
4 — 4.99	—	—	10	14,4
5 — 5.99	—	—	6	8,6
6 — 6.99	1	5,3	8	11,4
7 — 7.99	—	—	4	5,7
8 — 8.99	3	15,7	4	5,7
9 — 9.99	3	15,7	4	5,7
10 — 14.99	4	21,1	11	15,7
15 — 19.99	4	21,1	5	7,1
20 — 29.99	2	10,5	3	4,3
30 — 39.99	1	5,3	—	—
Totales	19	100	70	100

VII.— Comentarios

El arsenicismo laboral es un problema que se ha observado desde hace muchos años en el norte de Chile. Durante las décadas de 1940 y 1950 lo presentaron los trabajadores del mineral de Potrerillos, manifestándose principalmente como una dermatitis, muy frecuente en aquellos que se desempeñaban en la fundición del mineral. En 1954 se estudió esta situación, encontrándose una contaminación aérea muy alta, especialmente en la planta de tostación, donde llegó a niveles de 81,5 mg/m³. En los trabajadores expuestos se encontró melanosis (alteración de la pigmentación) en un 13,7%; dermatitis en un 5,7%; erosión tabique nasal en un 1,6%. La cantidad de arsénico en la orina de los trabajadores expuestos alcanzó a un promedio de 0,316 mg/lit y en el grupo constituido por la población del mineral, llegó a 0,258 mg/lit.

Desde 1930 se había observado que los obreros del salitre presentaban melanosis, hiperqueratosis de manos y pies ("clavos") y una mayor prevalencia de epitelomas. Estas manifestaciones se atribuyeron a la exposición al salitre aunque hubo casos que nunca trabajaron en esas labores. Estudios posteriores realizados en Antofagasta, permitieron interpretar correctamente la etiología de esas manifestaciones dérmicas, como expresión de un hidroarsenicismo endé-

mico debido a la contaminación natural de los abastos de agua con arsénico.

La experiencia nacional actual revela que el problema de hidroarsenicismo disminuirá en la medida que las plantas abatidoras de arsénico en el agua potable, mantengan un alto nivel de eficacia. La misma experiencia revela que las lesiones dérmicas ya adquiridas persisten a veces por mucho tiempo, y que los valores de arsénico en los índices biológicos disminuyen en forma paralela, con el abastecimiento de agua potable con bajos contenidos de arsénico. Para estudiar la situación específica de trabajadores de Chuquicamata se hace necesario ponderar un eventual hidroarsenicismo de base, sobre el cual se agregará la exposición laboral a arsénico. Por otro lado es necesario puntualizar que la ingestión de alimentos marinos es otra fuente de ingestión de arsénico, dado el alto contenido de este elemento en esas especies.

El análisis de los resultados del presente estudio revela la existencia de un leve hidroarsenicismo endémico en la población trabajadora. A esta población se agregan signos discretos, sin manifestaciones clínicas, de un arsenicismo laboral, expresado exclusivamente por alteraciones de los índices biológicos, en los trabajadores de la fundición y, especialmente, en los de los hornos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.— Pathologie du Travail. Intoxications. Encyclopédie medico-chirurgicale. 16002 A-10 10-1972.
- 2.— Encyclopaedie of occupational Health and Safety. International Labour office. Volume 1. 1971.
- 3.— Occupational Diseases. U. S. Department of Health, Education, and Welfare. Revised edition 1977.
- 4.— Occupational Exposure to inorganic Arsenic. U. S. Department of Health Education and Welfare, 1975.
- 5.— FRANK, A.— Patty Industrial Hygiene and Toxicology. Vol. II, 1963.
- 6.— Arsenic in the drinking water of the city of Antofagasta: Epidemiological and clinical study before and after the installation of a treatment plant. Borgoño, J. M.; Vicent, P.; Venturino, H. and Infante, A. Environmental Health Perspectives. Vol. 19, pp. 103-105, 1977.
- 7.— Dermatitis Profesional Arsenical en un Mineral de Cobre. Samuel Abeliuk, Víctor Maturana, Hernán Oyanguren. Revista Médica de Chile. Vol. LXXXV Noviembre 1957, N° 11.
- 8.— Estudio epidemiológico y clínico del Hidroarsenicismo en Antofagasta. Greiber, R.; González, I.; Puga, F.; Heras, E. Publicaciones S. N. S. 1969.
- 9.— Arsenicismo en Antofagasta. González, E. Boletín del Instituto Bacteriológico de Chile. Vol. XII N° 1-2. 1970.
- 10.— Estudio Epidemiológico del Arsenicismo en la ciudad de Antofagasta. Borgoño, J. M. y Greiber, R. Revista Médica de Chile. Vol. 99, Septiembre 1971, N° 9.