

ARSENICISMO CRONICO EN EL NORTE GRANDE*

por:
MARVIN J. ALLISON,
LEONARDO FIGUEROA,
BLAGO RAZMILIC Y MARILUZ GONZALEZ



RESUMEN

El presente trabajo está referido a problemas de envenenamiento crónico por arsénico en 2 grupos poblacionales de norte de Chile. Un grupo del siglo XVI y el otro correspondiente a la década del 80 del presente siglo. Ambas poblaciones presentaron esencialmente el mismo tipo de enfermedades. Los resultados se compararán con información obtenida de grupos poblacionales de otras partes del mundo donde existe contaminación natural de las aguas con arsénico.

De acuerdo al estudio se observa en los pobladores de ambos grupos el desarrollo de una tolerancia al arsénico entre los 20 y 40 años de edad. Pero después de esta edad se manifiesta el arsenismo, ocasionando la muerte a causa de diferentes patologías.

ABSTRACT

This is a study of the problem of chronic arsenic poisoning in two populations of Northern Chile, one from the 16th century and the other from the 1980's. Both populations presented with essentially the same types of disease and this was compared to populations from other parts of the world where natural contamination of the surface waters occurs due to the element arsenic. The inhabitants in both groups seemed to develop a tolerance to arsenic during the ages from 20 to 40, but the disease then advanced to produce severe manifestations of the disease that would eventually result in death from many different pathologies including malignant tumors.

Se ha escrito mucho sobre la contaminación del medio ambiente causada por la urbanización e industria dejándonos con un futuro no muy prometedor; como asimismo se ha escrito relativamente poco con respecto a la contaminación natural ocurrida antes de la llegada del hombre al planeta; un elemento muy importante producido por esta contaminación es el arsénico. Este elemento fue encontrado en concentraciones muy altas en áreas de actividad volcánica, como ejemplo podemos mencionar Nueva Zelandia donde el arsénico es más de 10.000 partes por millón en el suelo, contaminando el agua dulce alcanzando concentraciones de más de 1.000. En los Estados Unidos alcanza niveles entre 3.000-5.000 p.p.m. en aguas de la superficie. Hay dos formas comunes de óxido de arsénico en la naturaleza, pentavalente y trivalente, siendo éste último el más tóxico para el hombre. Este elemento siempre ha sido una espada de doble filo ya que para la mayoría de los animales no es tóxico, sin embargo puede resultar fatal para el humano. El hombre lo utilizó como medicina por lo menos 2.500 años siendo muy eficaz para el tratamiento de amebas, la sífilis, como insecticida y fungicida hasta 1940, año en que fue vedado. Desafortunadamente, ya había contaminado todas las tierras agrícolas de Europa y América. En Austria la gente de la región de Carpathia todavía acostumbra a comer arsénico metálico mezclado con manteca y usado como mantequilla en el pan. También es usado para aliviar el soroche, para estimular el apetito, y obtener el tono rosado en sus mejillas considerado por ellos como un símbolo de buena salud.

La primera región de Chile es otra área del mundo donde hay volcanes activos que arrojan arsénico, contaminando el medio ambiente de algunos valles de la región norte. Las lluvias del verano y la nieve que cae en el invierno llevan el arsénico a los ríos cortos que penetran los valles de la costa. En los altos del valle de Camarones

donde empieza el río hay una concentración de 0.45 p.p.m., pero en la desembocadura del río, en el Pacífico es 1,09. Cien kilómetros al norte, en el valle de Azapa alcanza 0.88 p.p.m.. La gente que vive en estos valles acostumbra a tomar agua del río a pesar que hay manantiales con límites muy bajos de arsénico como 0,012-0,039 p.p.m.. Los camarones Cryphiops caementarius del río del valle de Camarones tienen 2.08 p.p.m., las verduras 0.30, la carne de cordero 0.17, y la leche 0.058. Con esta información se puede estimar la dosis diaria de arsénico ingerido por los habitantes de los valles norteños. En Camarones alcanzó 2,512 miligramos, Lluta 0,91 miligramos y Azapa 0.23 miligramos. En Antofagasta, una ciudad del norte con casi 300,000 habitantes, se calculó que la dosis diaria de arsénico que la gente consumió a través del agua potable fue de 2,5 miligramos.

Por varios años con la ayuda del arqueólogo Percy Dauelsberg hicimos excavaciones de tumbas precolombinas y coloniales en la desembocadura del río del valle de Camarones. Las momias estudiadas fueron identificadas como Incas por la ropa que algunas de ellas vestían, pero su economía marítima, sus artefactos de pesca y caza de lobos, eran típicamente costeña. Incluso uno de ellos, tal vez un cacique vestía ropa inca, con un típico tocado costeño hecho con plumas de aves marinas y decorado con bigotes de lobo de mar. Como asimismo se encontraron cuatro cráneos de lobo de mar. Sus arpones, sogas y flotadores eran hechos de la vejiga de lobo. Quizás su vestimenta fue un regalo de administradores Incaicos o pago por productos costeños que posiblemente incluyó cobre o bronce. Aparte de cosas utilitarias se encontraron dos pequeñas estatuas talladas en madera. Una de ellas representaba a una mujer cargando un lobo de mar y otra muy interesante puesto que también representaba a una mujer; pero con un tocado de hombre.

Hemos estudiado 32 individuos de este lugar:

2 niñas	- 15 meses	a 3 años
9 niños	- 15 meses	a 14 años
5 mujeres	- 15 años	a 40 años
10 hombres	- " "	" 40 "
1 mujer	- mayor de 40 años	
5 hombres	- " "	" "

El individuo mayor tenía 60 años y era un pseudohermafrodita con escroto y testículos, pero en lugar de un pene tuvo una vagina ciega sin útero ni ovarios. Fue enterrado con una lliclla de mujer en los hombros, la cual contenía un equipo de pesca y caza de hombre. Todas las mujeres adultas tuvieron muy pocas cicatrices de partos indicando esto pocos embarazos. Tal vez debido a que todas las adultas tenían evidencia de arsenicismo crónico, con un alto contenido de arsénico en sus cuerpos, como asimismo lesiones en los órganos y piel causadas por este elemento. Con respecto a los niños; 5 de ellos tuvieron altas cantidades de arsénico en sus cuerpos mostrando no evidencias de enfermedad clínica, el resto de ellos, sólo con lesiones en la piel.

Existe una dosis específica para producir lesiones o problemas clínicos calculado en gramos %:

- 2.6 gramos aparecen lesiones en la piel (en México)
- 2.9 gramos aparecen lesiones en la piel (Camarones)
- 12-18 gramos serias dermatolesiones (en México), incluyendo úlceras
- 43 gramos lesiones precancerosas (en México)

El tiempo necesario para alcanzar estos niveles varía según la dosis consumida; en Camarones el mínimo era de 2 años. En un estudio realizado en México se llegó a la conclusión que el tiempo mínimo era de 8 años y más de 25 años para producir cáncer.

La gente moderna empieza sus problemas clínicos con síntomas vagos, ya sean quejas abdominales, dolores de las extremidades y artralgias. Se origina una dermatitis; la piel se torna seca y comienza a descamarse. También hay cambios de color dando la apariencia sucia con manchas negras, blancas o pardas. Algunas veces ocasiona la caída del cabello; el hígado y bazo se agrandan. Se producen lesiones locales en órganos incluyendo el corazón, que con los años puede producir infartos o volverse cancerosos. Desgraciadamente en las momias no se puede ver las lesiones tempranas, por esta razón fué necesario empezar con la presencia de las lesiones de la piel. La tabla 1 demuestra los tipos de lesiones encontradas en la piel y uñas:

Tabla 1 Distribución y Severidad de Lesiones de la Piel y Uñas

Ubicación	No.+	Severa	Moderada	Leve
Torax/abdómen	27	8	16	3
Brazos	8	0	6	3
Piernas	12	1	6	5
Manos	3	0	2	1
Pies	3	1	2	0
Tobillos	1	0	0	1
Cabeza	5	1	3	1
Uñas	11		- -	-

Las lesiones de la piel eran las más comunes (83.9%) y consistían en elevaciones con pigmento excesivo, en algunos casos casi negro; en otros, elevaciones con una falta completa de pigmento o sea blancas. Con el tiempo estas lesiones se vuelven gruesas y callosas, con probabilidades en el futuro de formar úlceras en las palmas de las manos y plantas de los pies, existiendo el riesgo de cáncer. El arsénico produce una lesión en las uñas en forma de líneas blancas que la cruzan. El número 11 de la Tabla 1 (arriba) representa el número de individuos con estas líneas. No todas las momias tuvieron sus órganos completo, sin embargo hubo 19 con pulmones de las cuales 7 tuvieron lesiones (36.8%), 19 con hígados; tres de los cuales tuvieron lesiones (22.7%), y 19 riñones pero sólo uno con lesiones (5.3%). Corazón, intestino y diafragma tuvieron 1 con lesiones a pesar de haber 11, 23 y 19 momias con estos órganos. Podemos ver que hay una selectividad en los órganos del cuerpo involucrado con el arsenicismo crónico de la piel y pulmón, sitios de preferencia. En estudios realizados en Alemania se encontró una predilección por la piel y pulmón por el desarrollo del cáncer en campesinos expuestos a arsénico usado como un fungicida. Entre las momias Chilenas hubo un solo individuo con cáncer en la piel.

Se realizaron estudios químicos para medir la cantidad de arsénico en las uñas, cabello y huesos (costillas) de niños, adultos entre 16 y 39 años, y adultos mayores de 40, mostraron lo siguiente:

Tabla 2 Concentración de Arsénico Mgs/gm

Tejido	Niños	Joven Adultos	Adultos Viejos
Uñas	24.2	10.1	19.7
Cabello	9.5	6.9	19.1
Costilla	3.6	2.8	6.7

Notamos una disminución en la cantidad de arsénico por gramo de tejido en personas entre los 16-39 años de edad, como también se puede observar que está asociado con menos patología. En edad avanzada se produce una subida con relación a la cantidad de arsénico que se encuentra en el cuerpo, ligado con un aumento en el número y severidad de las lesiones. Es difícil explicar estas observaciones, puesto que los niños pueden ingerir más arsénico por peso que los adultos; pero la reducción de arsénico en el cuerpo durante los 16 - 39 años de edad con una disminución en patología sugiere que había una resistencia desarrollada. Durante la edad media muchos reyes tuvieron la idea que comiendo pequeñas cantidades de éste elemento tan tóxico los protegería contra el envenenamiento. ¿Habrán tenido razón? De todas maneras llegando a la edad geriátrica ocurren cambios radicales en el cuerpo y se pierde la resistencia contra el arsénico dejando como consecuencia una enfermedad severa que resulta fatal.

Estudiamos los habitantes del valle de Camarones de los siglos 15 y 16 ya que nos interesaba ver las reacciones de los habitantes modernos del valle, puesto que ellos también preferían beber agua del río, en lugar, de agua de manantiales que contenían bajas cantidades de arsénico. Aunque no sabemos la cantidad arsenical del agua en el río durante los siglos pasados, hemos medido la cantidad en el río actual. Los campesinos vivieron esparcidos por el valle en pequeños caseríos y trabajaron sus tierras para el cultivo de verduras, además, de poseer algunos animales como carneros y vacas. Suplementaron sus comidas con camarones del río y pescado del mar vecino. Se examinaron un total de 101 personas incluyendo niños, adolescentes y adultos en los valles de Camarones, Lluta y Azapa. En el examen médico se observaron 8 patologías que fueron:

1. Lesiones unguiales
2. Hiperqueratosis palmo-plantar
3. Melanodermia
4. Leucodermia
5. Viceromegalia
6. Alteraciones septum nasal
7. Hiperhidrosis
8. Leucoplasia

Estos fueron recopilados con las variables de sexo, edad, tiempo de residencia en los valles, y su gusto personal en donde bebían agua potable que llegó a ser la fuente principal del arsénico.

A la vez se recolectó muestras de orina, cabello y uñas para análisis químico por espectroscopía de absorción atómica.

Tabla 3. Dosis diaria de arsénico ingerido

Beben Agua del Río	
Camarones	2.19
Lluta	0.65
Azapa	0.125

**Tabla 4. Valores de Arsénico en Productos corporales de los tres Valles Mg/Liter
Número de muestras**

Camarones	Orina	Cabello	Uñas
	0.81(18)	11.7(25)	27.3(17)
	0.55(18)	7.8(21)	24.8(18)
	0.22(18)	2.7(9)	7.4(6)
Lluta	0.18(18)	4.8(15)	10.6(14)
	*0.07(18)	2.6(20)	4.2(19)
Azapa	0.03(18)	1.2(8)	3.8(8)

* El pueblo de Poconchile tuvo agua llevada de un manantial vía tuberías al pueblo. Estos resultados con relación a las edades son muy similares a los resultados del siglo 15 y 16. Un 93.6 de los habitantes modernos toman más del límite normal de arsénico y un 76.9% presentan una patología de triada. Se encontró un sólo caso con una lesión precanceroso en un individuo de 67 años que había residido en el valle 50 años.

Tabla 5. Promedio de concentración arsenical por edad

Camarones	1-10	11-20	21-39	>40
Cabello	8.56	10.99	5.32	15.98
Uñas	-	64.30	18.60	24.70
Orina	0.49	0.66	0.50	0.87
Valores Normales -	Orina	0.22mgs/Litro		
	Cabello	1.92mgs/Kilo		
	Uñas	4.00mgs/kilo		

Una vez más se puede apreciar una desminución del arsénico en las muestras de cabello y uñas de individuos entre los 21 y 39 años.

Tabla 6. Porcentaje de Habitantes Modernos con Patología

	Camarones	Lluta	Azapa
Palmar/Plantar Hiperqueratosis	1.8*	0	0
Melanoderma	24.8	0	0
Leukoderma	29.6	6.2	0
Hiperhidrosis	18.4	3.1	22.2
* 1 carcinoma de la piel			

El problema del arsenicismo se encuentra en muchos lugares del mundo. En Taiwan (Tseng et al, 1968) los habitantes bebían agua de arroyos o lagunas porque los pozos superficiales eran salobres y con mal sabor. Esa agua era muy baja en arsénico. En los años 50 el gobierno perforó pozos artesianos con una profundidad de hasta 280 metros con la idea de mejorar la calidad de agua potable y ofrecer agua bacteriológicamente de alta calidad, pero resultó con un alto contenido de arsénico. El uso de esta agua contaminada después de 45 años produjo numerosos casos de arsenicismo:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. Cáncer de la piel | 10.1 casos/ mil habitantes |
| 2. Hiperpigmentación | 183.5 casos/ mil habitantes |
| 3. Hiperkeratosis | 71.0 casos/ mil habitantes |
| * 4. Mal de Pie Negra | 8.9 casos/ mil habitantes |

* Gangrena debido a un desorden vascular periférica.

Este estudio abarcó más de 40,000 mil habitantes de 37 pueblos, y mas de un 10% de la población tuvo cáncer de la piel, un 18.4% tuvo hiperpigmentación, un 7.1% hiperkeratosis, y un 0.9% gangrena en los pies. También la patología más severa en adultos en la edad geriatrica llegando hasta 69 años.

En el norte de México (Cebrián et al, 1983) se llevó a cabo otro estudio donde examinaron a los habitantes de dos pueblos; San Salvador de Arriba con 998 personas que fueron expuestas a agua potable con arsénico y San Jose del Viñedo con 1488 personas que fue un pueblo control expuestos a agua potable sin arsénico. En San Salvador mostraron las siguientes patologías debido al arsénico:

Hipopigmentación	17.6 %
Hiperpigmentación	12.2 %
Palmo/plantar keratosis	11.2 %
Papular keratosis	5.1 %
Ulceras	1.4 %

El tiempo más corto que hubo patología en México (hipopigmentación) años, 12 años para hiperpigmentación y palmo/plantar keratosis, y 25 años para popular keratosis, lesiones ulcerativas 38 años. La dosis total para hipopigmentación fué estimada a 2 gramos, 3 gramos por hiperpigmentación y 12 gramos por lesiones ulcerativas. Ellos sugirieron que estudios hechos donde hay una sola fuente de agua son mejores porque notaron que hay diferencias en contenido arsénico entre varios pozos de la misma área. También notaron que en su estudio no encontraron las lesiones severas que fueron reportadas en el estudio de Borgoño y Greiber (1971) en Antofagasta.

En Alemania se llevó a cabo un estudio sometido a campesinos que trabajaron en la industria de vino, quienes se envenenaron con arsénico usado como insecticida en viticultura. Diariamente tomaron un trago de vino crudo, hecho de uvas prensadas que contenían entre 3 y 30 miligramos de arsénico. Estos obreros consumieron hasta 53 gramos durante muchos años. La dosis era alta y producía unas patologías severas terminando con la muerte. Puesto que la piel actúa como órgano excretorio de arsénico había un 6.12% de casos con carcinoma basocelular, y un 12.26% con carcinoma epidermoide. Además muchos casos de cirrosis combinado con tumores malignos del hígado, posiblemente agravado por el uso excesivo de alcohol. Dos tercios de los muertos resultaron con cáncer al pulmón. Múltiples tumores fueron encontrados en un 21.47% de los casos. Aunque el arsénico no fue usado después de 1942, los casos siguieron ocurriendo hasta 1977.

Las conclusiones de este estudio son las siguientes:

1. En el Norte Grande de Chile hay problemas de arsenicismo debido a la contaminación de fuentes de agua dulce por previa acción volcánica.

2. El cuerpo humano reacciona diferente al arsénico, ya sea por la edad de la persona, el tiempo del contacto, y/o la dosis. Las personas entre 1 - 16 años y mayor de 40 años son las más susceptibles a reacciones severas. Al parecer las personas entre 20 y 39 años de edad han desarrollado un mecanismo para la eliminación del arsénico resultando en menor patología.

3. Hay agua del subsuelo con un nivel aceptable de arsénico en casi todos los lugares habitables, sin embargo los campesinos prefieren tomar el agua contaminada de los ríos.

4. Desgraciadamente esta enfermedad demora muchos años en presentarse, y cánceres pueden ocurrir después de 25 y 30 años.

Es sumamente importante desarrollar programas de educación para los habitantes donde el agua dulce esta contaminada y enseñarles a usar bombas simples para sacar agua del subsuelo o manantiales.

NOTA:

Este estudio se realizó gracias al financiamiento de un Proyecto Fondecyt y la Dirección de investigación y Desarrollo Científico de la Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

BLIBLIOGRAFIA

BORGOÑO J.M. y Greiber R.
1971

Estudio Epidemiológico del Arsenicismo en la Ciudad de Antofagasta:
Rev. Med. Chil.99, Pgs.702-707

CEBRIAN MARIANO E., Arnulfo Albores, Manuel Aguilar y Enrique Blakely
1983

Chronic Arsenic Poisoning in the North of México: Human Toxicology
- 2 ,Pgs 121-133

LÜCHTRATH H.
1983

The consequences of Chronic Arsenic Poisoning Among Moselle Wine Growers - Cancer Research Clinical Oncology:105 Pgs. 173-182

TSENG W.P., H.M.Chu, S.W.How, J.M.Fong, C.S.Lin and Shu Yeh