ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

JUNTA DE ANDALUCIA

osman
Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

ESTUDIO SOBRE LA EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA RÍA DE HUELVA Y DEL CAMPO DE GIBRALTAR A ARSENICO Y METALES PESADOS PRESENTES EN EL MEDIO AMBIENTE DE LA ZONA

Antecedentes

JUNTA DE ANDALUCIA

osman
Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

- Ría de Huelva (RH) y Campo de Gibraltar (CG): ***zonas industriales***
- ***Extensos estudios ambientales (CSIC y otros):***
  - *Diagnóstico Ambiental y Sanitario de la RH (CSIC)*
  - *Estudio ambientales en el CG (CSIC)*

  *D*iferentes contaminantes peligrosos:*As,Cd,Cr,Ni(cancerígenos) y* Cu
- ***Diagnóstico Sanitario (EASP):***
  - Estudio comparativo mortalidad entre capitales (exceso en RH)
  - Concentración As, Cd, Cr, Ni y Cu en orina de 1089 RH y 1081 capitales andaluzas (2003-2004)
  - Exposición en 432 (CG y barriadas) y 1534 capitales andaluzas (2005-2006)
- **Los resultados en ambas zonas recomendaban repetir los estudios de evaluación de la exposición de la población pasados unos años** como forma de "vigilar" la exposición de la población a posibles fuentes contaminantes

Objetivo General

Determinar los ***niveles de exposición a arsénico, cadmio, cromo, cobre, níquel, y mercurio****, de los y las residentes de los municipios de la Ría de Huelva y del Campo de Gibraltar, y los factores asociados, en comparación con los habitantes del resto de capitales de provincia de Andalucía, utilizando las concentraciones de estos compuestos en la orina como indicador biológico de exposición.

Metodología I

Diseño

Estudio analítico transversal.

Ámbito Geográfico:

Comunidad Autónoma de Andalucía

Población de estudio:

Población residente (> de 1 año) en la Ria de Huelva, el Campo de Gibraltar, y las capitales andaluzas.

- **Ria de Huelva**: Huelva, Aljaraque, Gibraleón, Moguer, Niebla, Palos de la Frontera, Punta Umbría y San Juan del Puerto.
- **Campo de Gibraltar**: Algeciras, La Línea, San Roque, Los Barrios, Castellar de la Frontera, Jimena de la Frontera y Tarifa. Dentro del Campo de Gibraltar, las barriadas de Campamento (San Roque), Puente Mayorga (San Roque) y Palmones (Los Barrios).
- **Capitales andaluzas**: Sevilla, Málaga, Granada, Almería, Cádiz, Jaén y Córdoba.

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

Metodología II

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

Tipo de muestreo y unidades muestrales:

- Muestreo aleatorio estratificado por secciones censales y cuotas de sexo y edad.
- Las unidades muestrales la componen individuos de ambos sexos y con edades comprendidas entre los 18 y los 69 años.

Se entiende como secciones censales la subdivisión que hace el INE junto con los Ayuntamientos de los municipios y distritos municipales, actualizado a 1 de enero de 2011/12.

Tamaños muestrales:

Los tamaños muestrales para los tres dominios serían (para asegurar un error muestral máximo del 5% y con un nivel de confianza del 95%):

- Ría de Huelva: 384 residentes.
- Campo de Gibraltar: 432 residentes
- Resto de capitales: 392 residentes

Total= 1.208 participantes

La distribución en cada una de las muestras será proporcional al tamaño poblacional de los municipios de cada zona, y, dentro de cada municipio, al sexo y a los grupos de edad.

Metodología III

Recogida de Información:

1. **Primera visita:**

- entrevista mediante ***cuestionario*** que incluye sociodemográficas, estado de salud, hábitos, ocupaciones, exposición a sustancias químicas, etc.
- Se le deja ***bote de orina*** con instrucciones de rellenar 8 dias después

2. **Segunda visita:** 8 días después

- Se recoge la ***muestra de orina***,
- Entrevista con un ***cuestionario*** reducido sobre dieta, movilidad y eventos semana previa.

Metodología IV

Variables individuales

- Edad
- Sexo
- Nivel educativo/clase social
- Ocupación
- Enfermedades crónicas
- Consumo de fármacos
- Tabaquismo
- Consumo de alcohol
- Consumo de pescado y mariscos
- Consumo de legumbres
- Consumo de frutos secos
- Movilidad (transporte, etc)

Variables ecológicas

- Fuerza y dirección de los vientos
- Cercanía a focos industriales
- Nivel socioeeconómico de la sección censal de residencia
- Variables de tráfico
- Otras

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

Análisis

La metodología estadística consistirá en:

- Elaboración de un **análisis descriptivo** para el total de la muestra y para cada metal, así como para las tres submuestras (Ría de Huelva, Campo de Gibraltar y Resto de Andalucía).
- Realización de un análisis multivariante con las variables de nivel individual: Se hará una **regresión múltiple** (para la media geométrica) y una **regresión logística** (para el P90).
- Realización de análisis multivariante con las variables de **nivel ecológico**
- **Análisis combinado (en su caso)**

Porcentaje de muestras por encima del LOQ

	Ría Huelva		Campo Gibraltar		Resto Andalucía		Total		p-val*
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Cadmio	**382**	**94,3**	**453**	**97,6**	**309**	**96**	**1144**	**96,1**	**0,044**
Cromo	380	93,8	436	94	312	96,9	1128	94,7	**0,122**
Cobre	403	99,5	448	96,6	311	96,6	1162	97,6	**0,008**
Mercurio	10	2,5	44	9,5	14	4,3	68	5,7	**<0,001**
Níquel	**395**	**97,5**	**446**	**96,1**	**315**	**97,8**	**1156**	**97,1**	**0,299**

*p-valor para comparación entre las tres áreas de estudio

Debido al bajo porcentaje de muestras por encima del LOQ para el Mercurio, se decidió excluir este metal de los análisis siguientes.

Comparación por áreas 2004-2006-2015

	Ría de Huelva		Campo de Gibraltar		Barriadas		Resto de Andalucía	
	MG15	MG04	MG15	MG06	MG15	MG06	MG15	MG04
Cd (µg/g creat)	0,31	0,46	0,23	0,42	0,20	0,95	0,27	0,55
Cr (µg/g creat)	0,65	0,41	0,56	0,35	0,45	0,34	0,94	0,41
Cu (µg/g creat)	4,90	9,20	4,25	ND	3,30	ND	3,15	9,21
Ni (µg/g creat)	0,86	1,30	1,47	0,74	1,65	0,74	1,11	1,56

Valores referencia: Ni<6; Cd(1-4); Cu<80; Cr<2

Comparación por Barriadas (2004-2006) y 2015

Medias Geométricas, µg/gr creatinina

JUNTA DE ANDALUCIA

osman
Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

	Campo de Gibraltar		Campamento		Palmones		Puente Mayorga		Resto de Andalucía	
	15	06	15	06	15	06	15	06	15	06
Cd	0,23	0,42	0,27	0,81	0,17	0,88	0,21	1,18	0,27	0,55
Cr	0,56	0,35	0,39	0,36	0,57	0,36	0,50	0,33	0,94	0,41
Cu	4,25	ND	2,00	ND	3,36	ND	3,94	ND	3,15	9,21
Ni	1,47	0,74	1,18	0,73	1,99	0,67	1,36	0,82	1,11	1,56

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

Discusión

Metal	Comentario	Conclusión
Cadmio	Niveles medios de Cd inferiores a los hallados en los dos estudios anteriores realizados en la Ría de Huelva, Campo de Gibraltar y resto de capitales andaluzas.	La diferencia observada podría atribuirse a una reducción generalizada de la exposición a este metal en la población andaluza (incluidas las zonas de la RH y CG durante la última década), y/o a cambios en las técnicas analíticas.
Cobre	Niveles medios de Cu significativamente más bajos que en el estudio anterior en RH y capitales andaluzas.	En comparación con estudios en otros países, los niveles medios son considerablemente inferiores, mientras que los valores correspondientes al percentil 95 son muy similares. No existe en la actualidad ningún valor de referencia propuesto para este metal en población general.

Discusión y Conclusiones

Metal	Comentario	Conclusión
Níquel	Niveles medios de Ni inferiores a los hallados en los dos estudios anteriores realizados en la Ría de Huelva y resto de capitales andaluzas. Media geométrica hallada en el CG más alta que en el estudio anterior	Niveles bajos. La técnica analítica utilizada tiene una sensibilidad mucho mayor que la empleada en el anterior. Y valores algo más elevados que los de años anteriores
Cromo*	En comparación con los dos estudios realizados anteriormente en la Ría de Huelva, Campo de Gibraltar y resto de capitales andaluzas, los niveles actuales de Cr son más elevados	La técnica analítica utilizada tiene una sensibilidad mucho mayor que la empleada en el anterior, por lo que nuevamente es difícil interpretar las diferencias entre ambos estudios. Estudio anterior solo un 27% tuvo Cromo detectable.
Mercurio	Al igual que en otros países de nuestro entorno, las concentraciones en orina son extremadamente bajas, y no detectables para una mayoría de la muestra	

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

JUNTA DE ANDALUCIA

osman
Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

ARSÉNICO

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

Resultados Arsénico (fase I)

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

Especie	Media geométrica	P50	P75	P95
As (III)	1,6	1,4	3,3	**15,3**
As (V)	**(88% muestras < LOQ)**			
DMA+MMA	7,5	7,4	15,4	**58,1**
As inorgánico*	11,8	10,5	20,1	**71,7**
Arsenobetaína	42,2	44,6	131	**591**
Arsenocolina	**(79% muestras < LOQ)**			

El Laboratorio no presenta los resultados del AS Total

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

Resultados Arsénico (fase I) DISTRIBUCION AREAS

As inorgánico*	Medias Geométricas
Resto de Andalucía	19,18
Ría de Huelva	7,19
Campo Gibraltar	10,24
Almería	53,66
Cádiz	7,06
Córdoba	44,02
Granada	47,28
Jaen	27,91
Málaga	12,94
Sevilla	10,63

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

Valores de especies de Arsénico (1/3)

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

En conjunto, estos resultados de las especies de Arsénico, son llamativos por varias razones:

1º. La distribución de los datos no se corresponden con las concentraciones obtenidas en el **estudio anterior**

2º. En comparación con los valores de las poblaciones generales de otros países similares al nuestro los niveles de este estudio son **excesivamente elevados.**

3º. Hay más de 60 casos con concentraciones **superiores a los 100 µg/L**., niveles que sólo se encuentran en poblaciones muy expuestas a arsénico inorgánico (de las más expuestas del mundo) a través del agua de pozo en Chile y Bangladesh.

4º. Por otro lado, los niveles de algunas de nuestras muestras superan con creces incluso los **límites ocupacionales**.

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

Valores de especies de Arsénico (2/3)

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

5º. En cuanto a las especies de As orgánico como la arsenobetaína, los niveles de referencia de **nuestras muestras superan entre 10 y 15 veces los observados** en estudios poblacionales de biomonitorización como el NHANES de EEUU. [51] Además, no hemos hallado ninguna asociación entre éstos casos y el consumo reciente de pescado y marisco referido en el diario de dieta del estudio.

6º. La **distribución de los niveles de Arsénico en las áreas de estudio** es contraria a las hipótesis relativas a la distribución de la exposición ambiental a Arsénico en Andalucía. Los niveles de referencia (el percentil 95) de nuestro estudio en la Ría de Huelva son los menores de las tres áreas a estudio. Los niveles en el Campo de Gibraltar son un poco superiores a los de la Ría. Y los niveles del resto de capitales de Andalucía son entre tres y cuatro veces superiores a los de RH y CG. Estas diferencias, en un territorio sin exposiciones elevadas por causas naturales, ni con actividad industrial generalizada, excepto en RH y CG, de por sí son improbables.

7º. **El laboratorio no calcula el As TOTAL**

Valores de especies de Arsénico (3/3)

7º. Tampoco hemos hallado **ningún patrón** relacionado con el alto número de muestras con niveles anormalmente elevados, como por ejemplo el *municipio de residencia, la fecha de la muestra de orina, o el orden en el que las muestras fueron enviadas al laboratorio*.

Con todo ello, la EASP elabora un informe científico, que se envía al laboratorio, solicitando los resultados del Arsénico Total y la revisión de los resultados de las especies de arsénico

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

RESULTADOS ARSENICO

LABORATORIO A

Recoge y transporta a Barcelona todas las muestras de los congeladores situados en los municipios participantes

LABORATORIO A (Multinacional norteamericana): *Cadmio, Cromo, Cobre, Níquel, Mercurio*

LABORATORIO B (Spin off Universidad de Barcelona): *Arsénico Total, y especies de arsénico*

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

RESULTADOS

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

LABORATORIO A (Multinacional norteamericana): *Cadmio, Cromo, Cobre, Níquel, Mercurio*

Valores de *Cadmio, Cromo*, Cobre, Níquel, Mercurio, consistentes con estudios anteriores, y/o con literatura científica*

LABORATORIO B (Spin off Universidad de Barcelona): *Arsénico Total, y especies de arsénico*

- No envía resultados de **Arsénico Total**
- **Especies** con resultados “no esperados”

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

Valores de especies de Arsénico

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

- A la vista de las dudas con respecto a la validez de los resultados para el Arsénico Total, y los compuestos de arsénico, la EASP solicitó al grupo de investigación de ***Análisis Medioambiental y Bioanálisis de la Universidad de Huelva, el reanálisis de las muestras de orina depositadas en el Biobanco de Granada, para determinar el Arsénico Total.***
- La Universidad de Huelva emitió un informe concluyendo que las ***muestras habían sufrido procesos de descongelado y congelado***, lo que podría haber afectado a la calidad de las mismas;
- Además, se informa que los valores de arsénico total resultan ser elevados, y que sería aconsejable ***complementar este estudio*** con otro que permita evaluar la toxicidad real de este elemento en Andalucía.
- Además, los resultados para el Arsénico Total que se obtuvieron en este reanálisis, son más altos a los comunicados inicialmente por el LABORATORIO de análisis, apuntando un posible ***deterioro irreversible de las muestras de orina***.

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

Otras evidencias relevantes

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

- ***El informe sobre el estado de las muestras de orina que hizo el Biobanco de Granada,*** y donde se explicita el mal estado de las muestras de orina que le fueron reenviadas desde el LABORATORIO justificando las dudas acerca de la calidad de la conservación y/o mantenimiento de las mismas, en el LABORATORIO de análisis.
- Es por todo lo anterior, que se concluye que ***las determinaciones de Arsénico no son fiables.*** Consecuentemente, y conjuntamente con la Consejería de Salud, se decidió repetir la toma de muestras de orina, para hacer las determinaciones adecuadas de los niveles de arsénico y sus especies.
- El laboratorio de Barcelona no contesta a los requerimientos.

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

Conclusión

En base a:

- Los resultados
- El informe sobre el estado de las muestras de orina que hizo el Biobanco de Granada,
- El informe de la Universidad de Huelva sobre el deterioro de las muestras de orina
- Los resultados del reanálisis de la Universidad de Huelva (diferentes)
- Falta de interlocución con el Laboratorio

Conclusión:

- Es por todo lo anterior, que se concluye que las determinaciones de Arsénico no son fiables. Consecuentemente, y conjuntamente con la Consejería de Salud, se decidió repetir la toma de muestras de orina, para hacer las determinaciones adecuadas de los niveles de arsénico y sus especies.

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

FIN DE LA FASE I

1. Valores de metales: Cd, Cr, Cu, Ni, Hg
2. Se descartan los resultados del As

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

FASE II

JUNTA DE ANDALUCIA

osman
Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

- NO CONTEMPLADA EN EL DISEÑO DEL ESTUDIO
- OBJETIVO PRINCIPAL: CONOCER LAS CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO TOTAL Y ESPECIES EN ORINA
- A TRAVÉS DE LOS CENTROS DE SALUD

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

FASE II: METODOLOGÍA

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

1. Base de datos a **Salud Responde (SR):** direcciones del cuestionario, direcciones de la BDU, direcciones de los centros
2. SR: hasta 5 llamadas para informar a sujetos
3. **Cartas a sujetos** con niveles altos y a todos solicitud de repetición de arsénico
4. La carta incluye carta, carta para el médico, bote de orina, e instrucciones para recoger la orina (varios envios, incluyendo mensajería específica)
5. **Informamos** a médicos, centros, distritos
6. **Los centros organizan la toma de muestras**
7. La orina la llevan a su centro de salud
8. Centros de salud envían orinas a **Biobancos d**e cada capital
9. Biobancos envían a **Huelva y de ahí al laboratorio**

Resultados del proceso

Tabla 10. Resultados del proceso de identificación de sujetos en la segunda fase		
Estado	Nº Personas	%
Sujetos en la primera fase del estudio	1208	100,00
Sin información identificativa	98	8,11
No localizados	262	21,69
Otras incidencias (No tramitadas telefónicas, cartas no recibidas, etc.)	227	6,14
Rechazan seguir en el estudio	195	19,31
Citas programadas	328	32,28

Resultados Fase II (N=202)

Área de estudio	N	Especie de arsénico													
		As total		AsIII		AsV		DMA		MMA		AsB		Inorgánico	
		MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Resto Andalucía	38	60,8	611,9	0,4	0,4	0,6	5,8	3,9	89,9	0,1	2,46	49,9	594,4	6,96	93,1
Campo Gibraltar	74	70,4	533,3	0,4	0,4	0,5	1,5	5,3	64,8	0,1	4,18	46,1	523,2	8,20	65,7
Ría de Huelva	88	72,6	324,6	0,4	0,4	0,5	0,5	3,1	30,7	0,1	0,10	55,2	310,7	6,03	31,6

Resultados Fase II (N=202)

Área de estudio (Diferencias No Significativas)	N	Especie de arsénico (mcg/L)			
		As total		Inorgánico	
		MG	P95	MG	P95
Resto Andalucía	38	60,8	611,9	6,96	93,1
Campo Gibraltar	74	70,4	533,3	8,20	65,7
Ría de Huelva	88	72,6	324,6	6,03	31,6

As total: MG: 0,89-14,1 (Canada-Bélgica); P95:7,4-228 (Francia-Bélgica

As Inorgánico: MG: 3,75-15,5 (Francia-Italia);) P95: 10,58-156 (Francia-Italia)

Lacasaña: As total: MG 9,46; P95:12,9; As Inorgánico: MG: 2,63; P95:3,92)

Comparativa de Resultados ARSENICO (mcgr/L)

MED GEOM	ARIZA NOV (n=202)	ARIZA JUN (n=1208)	BARCELONA (n=1.208)	ORIGINAL BARCELONA (n=1.208)	2002 (n=2.107)
SUMA DE INORG	6,9-8,2-6,0		7,1	9,29	
AS TOT	60,8-70,4-72,6	60,66	29,5	??	1,27-1,14

Elemento As	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla
Media (µg/L)	163,75	126,28	141,02	101,06	204,70	143,91	138,03	242,31
MIN (µg/L)	8,99	<LD	<LD	4,83	<LD	<LD	<LD	<LD
MAX (µg/L)	860,50	2388,50	986,00	638,00	3369,00	1095,50	1712,00	5855,00
Mediana (µg/L)	46,00	66,60	80,90	43,42	66,10	58,65	30,58	48,75

Comparativa de Resultados ARSENICO (mcgr/L)

Elemento As	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla
Media (µg/L)	163,75	126,28	141,02	101,06	204,70	143,91	138,03	242,31
MIN (µg/L)	8,99	<LD	<LD	4,83	<LD	<LD	<LD	<LD
MAX (µg/L)	860,50	2388,50	986,00	638,00	3369,00	1095,50	1712,00	5855,00
Mediana (µg/L)	46,00	66,60	80,90	43,42	66,10	58,65	30,58	48,75

Conclusiones

Los ***valores de As Total*** son elevados, pero estos no se consideran tóxicos para la salud

Los ***valores de As inorgánico***:

- Están en el rango de los países del entorno
- Son más altos de lo esperado
- Son más altos en núcleos urbanos no relacionados con las zonas industriales de RH y CG

El ***As inorgánico*** es cancerígeno (tipo I-IARC), y factor de riego en las enfermedades cardiovasculares

Discusión

Estudios publicados sobre Andalucía:

- Carga de arsénico inorgánico en PMs
- Suelos con As (Instituto Geol. Minero)
- As en aguas superficiales
- As en especies de moluscos y pescados (CSIC)
- Capitales con niveles de contaminación atmosférica muy altos
- Mayores productores de arroz de España

Recomendaciones

1. Evaluar fuentes: alimentaria, aguas, aire
2. Estrategias de reducción de la exposición
3. Biomonitorización
4. Tecnologías: laboratorios
5. Vigilancia continua de salud y de exposiciones ambientales en zonas industrializadas

ESCUELA ANDALUZA DE SALUD PÚBLICA

JUNTA DE ANDALUCIA

osman Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía

Gracias: profesionales de los distritos sanitarios, biobancos, salud responde, delegaciones, EASP, etc

Area Sanitaria Campo Gibraltar