

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **CONCENTRACIÓN DE METALES EN MUESTRAS DE ÓRGANOS**

En los apartados siguientes se muestran los resultados obtenidos para cada metal en los distintos órganos objeto de este estudio y la comparación con los resultados presentados por otros autores.

#### **1.-ARSÉNICO**

El límite de detección del arsénico es de 0,05  $\mu\text{g/g}$ . Sólo lo detectamos en algunas de las muestras de los individuos estudiados, como son: seis de hígado, dos en pulmón, tres en riñón y un caso en hueso. En cuanto a cerebro no se detecta arsénico en ninguna de sus muestras. Por ello, no se realizó estudio estadístico sobre este metal.

La falta de detección o los valores tan bajos pueden guardar relación con la escasa incorporación por la alimentación, ya que con la excepción de las especies marinas, las concentraciones de arsénico en los alimentos son generalmente muy bajas.

**2.-CADMIO**

Este metal, en cambio, se detectó en todos los órganos. En la **Tabla 1** se resumen las concentraciones del metal en cada uno para el conjunto de participantes; los resultados se expresan en microgramos de metal por gramo de órgano.

**Tabla 1.** Concentración de cadmio ( $\mu\text{g/g}$ ) en los distintos órganos.

Órgano	Media $\pm$ desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Mediana
Hígado	1,10 $\pm$ 0,76	0,07	3,23	0,91
Pulmón	0,21 $\pm$ 0,30	0,02	1,50	0,09
Riñón	15,98 $\pm$ 13,91	3,47	71,24	12,63
Cerebro	0,027 $\pm$ 0,007	0,02	0,05	0,02
Hueso	0,04 $\pm$ 0,01	0,019	0,11	0,04

En la **Tabla 2** se presentan los parámetros centrales y de dispersión de las concentraciones de cadmio en cada órgano, al separar a los participantes por sexos. Según las variancias fueran iguales o no, los parámetros escogidos son, respectivamente, la media y la desviación estándar o bien la mediana y la variación intercuartílica. En el caso de la clasificación por sexos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones de cadmio en hígado y en pulmón. Eso significa, por ejemplo, que los hombres tienen, de media, entre 0,09 y 0,85  $\mu\text{g}$  más de cadmio por gramo de hígado que las mujeres. En riñón, la concentración de Cd tiende a ser más elevada en mujeres que en hombres, siendo en hueso y cerebro similar en ambos sexos.

Los resultados de la comparación se muestran también en la **Figura 2.1**.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 2.** Concentraciones tisulares de cadmio ( $\mu\text{g/g}$ ) en hombres y mujeres.

Órgano	Sexo	Media $\pm$ desviación estándar	Igualdad de variancias	Mediana y variación intercuartílica		Intervalo de confianza de la diferencia
Hígado	Hombres	1,23 $\pm$ 0,78	Sí	-		0,09 - 0,85
	Mujeres	0,76 $\pm$ 0,63		-		
Pulmón	Hombres	-	No	0,13	0,049-0,30	0,02 - 0,27
	Mujeres	-		0,044	0,032-0,085	
Riñón	Hombres	15,49 $\pm$ 13,13	Sí	-		N.S.
	Mujeres	17,38 $\pm$ 16,21		-		
Cerebro	Hombres	0,03 $\pm$ 0,009	Sí	-		N.S.
	Mujeres	0,02 $\pm$ 0,008		-		
Hueso	Hombres	0,04 $\pm$ 0,018	Sí	-		N.S.
	Mujeres	0,04 $\pm$ 0,020		-		

N.S.: No significativo.

**Figura 2.1.** Concentraciones de cadmio en los distintos órganos según el sexo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por lo que respecta a la separación de los participantes según el hábito tabáquico, se han encontrado diferencias significativas de las concentraciones de cadmio en todos los órganos analizados, salvo en riñón (**Tabla 3** y **Figura 2.2**).

**Tabla 3.** Concentraciones tisulares de cadmio ( $\mu\text{g/g}$ ) en fumadores y no fumadores.

Órgano	Hábito tabáquico	Media $\pm$ desviación estándar	Igualdad de variancias	Mediana y variación intercuartílica		Intervalo de confianza de la diferencia
Hígado	Fumador	1,33 $\pm$ 0,76	Sí	-		0,08 - 0,75
	No Fumador	0,91 $\pm$ 0,71		-		
Pulmón	Fumador	0,29 $\pm$ 0,33	Sí	-		0,01 - 0,28
	No Fumador	0,15 $\pm$ 0,26		-		
Riñón	Fumador	17,9 $\pm$ 14,0	Sí	-		N.S.
	No Fumador	14,3 $\pm$ 13,7		-		
Cerebro	Fumador	0,03 $\pm$ 0,009	Sí	-		0,0006-0,008
	No Fumador	0,02 $\pm$ 0,007		-		
Hueso	Fumador	-	No	0,047	0,044-0,055	0,004-0,02
	No Fumador	-		0,045	0,031-0,048	

N.S.: No significativo.

Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre individuos con alcoholismo crónico o sin él (**Tabla 4** y **Figura 2.3**) ni entre las áreas de residencia establecidas, observándose unas concentraciones más altas de Cd en pulmón y riñón en los sujetos residentes en el área número 3. (**Tabla 5** y **Figura 2.4**).

**Figura 2.2.** Concentraciones de cadmio en los distintos órganos para fumadores y no fumadores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por último, se ha detectado una ligera acumulación hepática de cadmio con la edad ( $r= 0,23$ ,  $p= 0,043$ ) (**Figura 2.5**).

**Tabla 4.** Concentraciones tisulares de cadmio ( $\mu\text{g/g}$ ) en sujetos según el hábito alcohólico.

Órgano	Alcoholism o	Media $\pm$ desviación estándar	Igualdad de variancia s	Mediana y variación intercuartílica		Intervalo de confianza de la diferencia
Hígado	Sí	$0,93 \pm 0,76$	Sí	-		N.S.
	No	$1,15 \pm 0,76$		-		
Pulmón	Sí	-	No	0,11	0,049-0,57	N.S.
	No	-		0,085	0,041-0,23	
Riñón	Sí	$18,2 \pm 17,2$	Sí	-		N.S.
	No	$15,2 \pm 12,7$		-		
Cerebro	Sí	-	No	0,024	0,023-0,038	N.S.
	No	-		0,024	0,022-0,034	
Hueso	Sí	$0,047 \pm 0,023$	Sí	-		N.S.
	No	$0,047 \pm 0,017$		-		

N.S.: No significativo.

**Figura 2.3.** Comparación entre la concentración de cadmio en los distintos órganos según el hábito alcohólico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 5.** Concentraciones tisulares de cadmio ( $\mu\text{g/g}$ ) en sujetos según el área de residencia.

Órgano	Zona de residencia	Media $\pm$ desviación estándar	Igualdad de variancias	Mediana y variación intercuartílica	Intervalo de confianza de la diferencia
Hígado	1	1,15 $\pm$ 0,83	Sí	-	N.S.
	2	1,04 $\pm$ 0,75		-	
	3	1,00 $\pm$ 0,59		-	
Pulmón	1	0,18 $\pm$ 0,22	Sí	-	N.S.
	2	0,23 $\pm$ 0,35		-	
	3	0,27 $\pm$ 0,41		-	
Riñón	1	15,0 $\pm$ 12,0	Sí	-	N.S.
	2	14,1 $\pm$ 16,7		-	
	3	19,9 $\pm$ 15,7		-	
Cerebro	1	0,02 $\pm$ 0,009	Sí	-	N.S.
	2	0,02 $\pm$ 0,008		-	
	3	0,03 $\pm$ 0,009		-	
Hueso	1	0,04 $\pm$ 0,015	Sí	-	N.S.
	2	0,05 $\pm$ 0,023		-	
	3	0,05 $\pm$ 0,021		-	

N.S.: No significativo.

**Figura 2.4.** Concentración de cadmio en los distintos órganos según la zona de residencia.

## **Cadmio**

**Hígado**

**Pulmón**

**Riñón**

**Figura 2.5.** Concentración de cadmio en hígado, pulmón y riñón según la edad.

De los tejidos objeto del presente estudio, los valores más elevados de cadmio se han presentado en corteza renal. El hígado, como segundo órgano diana de almacenamiento de cadmio, presenta concentraciones inferiores, y en último término, la acumulación de cadmio en pulmón, cerebro y hueso presenta unos valores aún más bajos.

La concentración de cadmio en córtex renal es inferior a la encontrada por López-Artigues y cols. (1995) en nuestro país. Estos autores determinaron Cd, Cu, Hg y Mn en corteza renal procedentes de cadáveres autopsiados de 77 habitantes de la ciudad de Sevilla. El objetivo del estudio era el de estudiar la interrelación de estos metales y evaluar la posible influencia de los factores sexo, edad y drogas de abuso en la concentración de los mencionados metales. De esta manera, la causa de la muerte de esos individuos era en un 43 % por drogas de abuso, oscilando las edades de los mismos entre 1,5 y 80 años. Sin embargo, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la acumulación de estos metales entre adictos y no consumidores de drogas.

Así mismo, nuestros valores son inferiores a los de otros países como Suecia (Elinder y cols., 1976), Canadá (Subramanian y cols., 1985) y Estados Unidos (Saltzman y cols., 1990).

Las mayores concentraciones de cadmio en córtex renal se encuentran en estudios realizados en Japón. Esta diferencia podría relacionarse con la mayor ingestión de cadmio procedente de la dieta en este país asiático, que a su vez guarda relación con la importante presencia de cadmio en el arroz de estas poblaciones, tal como mencionan Watanabe y cols. (1996). Dichos autores también establecen como causa del aumento del cadmio en el arroz la contaminación por fuentes naturales y antropogénicas.

Si comparamos la ingestión diaria de cadmio en la dieta en Japón (44  $\mu\text{g}/\text{día}$  en 1980 y 30  $\mu\text{g}/\text{día}$  en 1990) (Watanabe y cols., 1996) con otras poblaciones como la de Sevilla (López-Artigues y cols., 1993) con valores de 18  $\mu\text{g}/\text{día}$ , y en nuestra área geográfica con 19  $\mu\text{g}/\text{día}$  (Llobet y cols., 1998), la incorporación de

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

---

cadmio al organismo procedente de la ingestión alimenticia ha de ser francamente inferior en nuestro país. En la **Tabla 6** se presentan los resultados de la concentración de cadmio en corteza renal en comparación con los mencionados estudios.

En cuanto a la comparación de nuestros resultados con estudios precedentes en nuestro medio, Schuhmacher y cols. (1993) determinaron plomo y cadmio en tejidos humanos (hígado, corteza renal, hueso, cerebro y pulmón) de cadáveres procedentes de autopsias de 87 individuos residentes en la provincia de Tarragona. Nuestros resultados de los niveles de cadmio en estos tejidos son en líneas generales similares a los encontrados por estos autores. En la **Figura 2.6** se muestra la comparación de la concentración de Cd en los distintos órganos para ambos trabajos.

La concentración de cadmio en corteza renal presenta unos niveles más elevados en la década de los 40-60 años al igual que se ha observado en estudios previos como los de Elinder y cols. (1976), Mai y Alsen-Hinrichs (1997), Schuhmacher y cols. (1993), Spicket y Lazner (1979) y Tiran y cols. (1995), y. Schuhmacher y cols. (1993), al igual que Elinder y cols. (1976), encuentran el citado pico más elevado de la concentración de cadmio en la década de los 40-49 años. A partir de esta década, se objetiva un descenso en el acúmulo de cadmio en el riñón. En cambio se detecta una ligera acumulación de cadmio en hígado con la edad ( $r=0,23$ ,  $p=0,043$ ). El valor más alto encontrado en el presente trabajo en riñón es de 71  $\mu\text{g/g}$ , muy alejado de la concentración de 200  $\mu\text{g/g}$ , a partir de la cual se produce daño renal (WHO, 1992).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 6.** Concentración de cadmio ( $\mu\text{g/g}$ ) en córtex renal según diferentes estudios

Media	Desviación estándar	Referencia	País
94	2	Honda y Nogawa (1987)	Japón
92	2	Kido y cols. (1988)	Japón
90	-	Nogawa y cols. (1986)	Japón
47	24	Sumino y cols. (1975)	Japón
35	26	López-Artigues y cols. (1995)	España (Sevilla)
31	-	Subramanian y cols. (1985)	Canadá
27	-	Saltzman y cols. (1990)	USA
25	-	Piscator y Lind (1972)	Suecia
24	-	Spicket y Lazner (1979)	Australia
22	-	Elinder y cols. (1976)	Suecia
<b>16</b>	<b>14</b>	<b>Presente estudio</b>	<b>Tarragona</b>
16	-	Drasch y cols. (1997)	Alemania
15 (hombres) 7 (mujeres)	9 4	Schuhmacher y cols. (1993)	Tarragona
12	10	Takács y Tatár (1987)	Hungría

**Figura 2.6.** Comparación de la concentración de cadmio por sexos.

H1. M1: Hombre y Mujer, en Schuhmacher y cols. (1993).

H2. M2: Hombre y Mujer, en el presente estudio.

Como segundo órgano diana, en hígado la media de la concentración de cadmio es de 1,10  $\mu\text{g/g}$ , siendo dicha concentración similar a la hallada por Drasch y cols. (1997) o levemente inferior a la publicada en algunos estudios: Saltzman y cols. (1990), Nogawa y cols. (1986) y notablemente menor que en otros: Kido y cols. (1988) y Koizumi y cols. (1994).

La concentración de Cd en riñón presenta valores más elevados en mujeres que en hombres. Ello concuerda con los resultados de Sumino y cols. (1975), pero no con lo observado por López-Artigues y cols. (1995), Piscator y Lind (1972) y Schuhmacher y cols. (1993). En hueso y cerebro las concentraciones son similares en ambos sexos y en cambio, en hígado y pulmón, la concentración es más elevada en hombres que en mujeres, como también describió Saltzman y cols. (1990) con diferencias estadísticamente significativas.

Por lo que respecta al consumo de tabaco, la concentración de cadmio presenta valores más elevados en todos los órganos en fumadores que en no fumadores, con diferencias estadísticamente significativas a excepción del riñón. El motivo puede ser que el contenido de cadmio en el tabaco es elevado, con más de 1  $\mu\text{g}$  por cigarrillo (Elinder y cols., 1976), siendo absorbido cerca de un 70 % por los fumadores. El contenido corporal de cadmio de los fumadores es el doble que en los no fumadores (Blanusa y cols., 1985).