



REGIÓN DE MURCIA

Control Biológico de la Exposición Laboral a Estireno

C.Prado¹, I. Ibarra², J.F. Periago^{1,3}, A. Luna³

¹ Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia

² Universidad Politécnica de Cartagena. Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica

³ Universidad de Murcia. Unidad de Medicina Legal

INTRODUCCIÓN

■ El estireno es un neurotóxico que afecta a los sistemas nerviosos central y periférico. El IARC clasifica al estireno como posible carcinógeno (1).

■ La principal vía de entrada es la inhalatoria (2).

■ La mayor parte se metaboliza y excreta en orina como ácido mandélico (MA) 85% y ácido fenilglicólico (PGA) 10% (3), utilizándose ambos metabolitos para el control biológico de la exposición.

■ Cerca de un 3% se elimina a través de los pulmones (4,5) y una pequeña cantidad de estireno (<1%) se elimina en orina o sudor (6).

■ Se ha propuesto que los niveles de estireno en aire exhalado (7,8) o en orina (6,9,10) podrían ser buenos indicadores biológicos de la exposición.

OBJETIVOS

- Estudiar los diferentes indicadores biológicos de estireno en una población laboralmente expuesta
- Conocer que indicadores de los estudiados podrían ser más adecuados para el control biológico
- Proponer valores límite biológicos para estireno sin metabolizar en aire exhalado y en orina

EXPERIMENTAL

Población laboral expuesta

En el estudio han participado 105 personas expuestas laboralmente a estireno pertenecientes a 18 empresas de la región de Murcia.

Toma de muestras

Muestras ambientales

La concentración ambiental a la que estaba expuesto cada trabajador se ha determinado utilizando monitores pasivos por difusión 3M-3500.

Muestras de orina

Se recogieron muestras de orina de cada individuo al inicio y al final de la jornada de trabajo. Para cada muestra se midió la concentración de creatinina.

Ácidos Mandélico y Fenilglicólico en orina

Las alícuotas de orina se acidifican hasta pH=1 con clorhídrico concentrado, se filtran, y se determinan los ácidos presentes por HPLC en fase reversa utilizando una columna C-18, y un detector de ultravioleta-visible de diodos Array a 225 y 254 nm.

Estireno en orina

Se empleó un sistema de purga y trampa descrito en la Figura 1. El análisis se realizó mediante desorción térmica y cromatografía de gases.

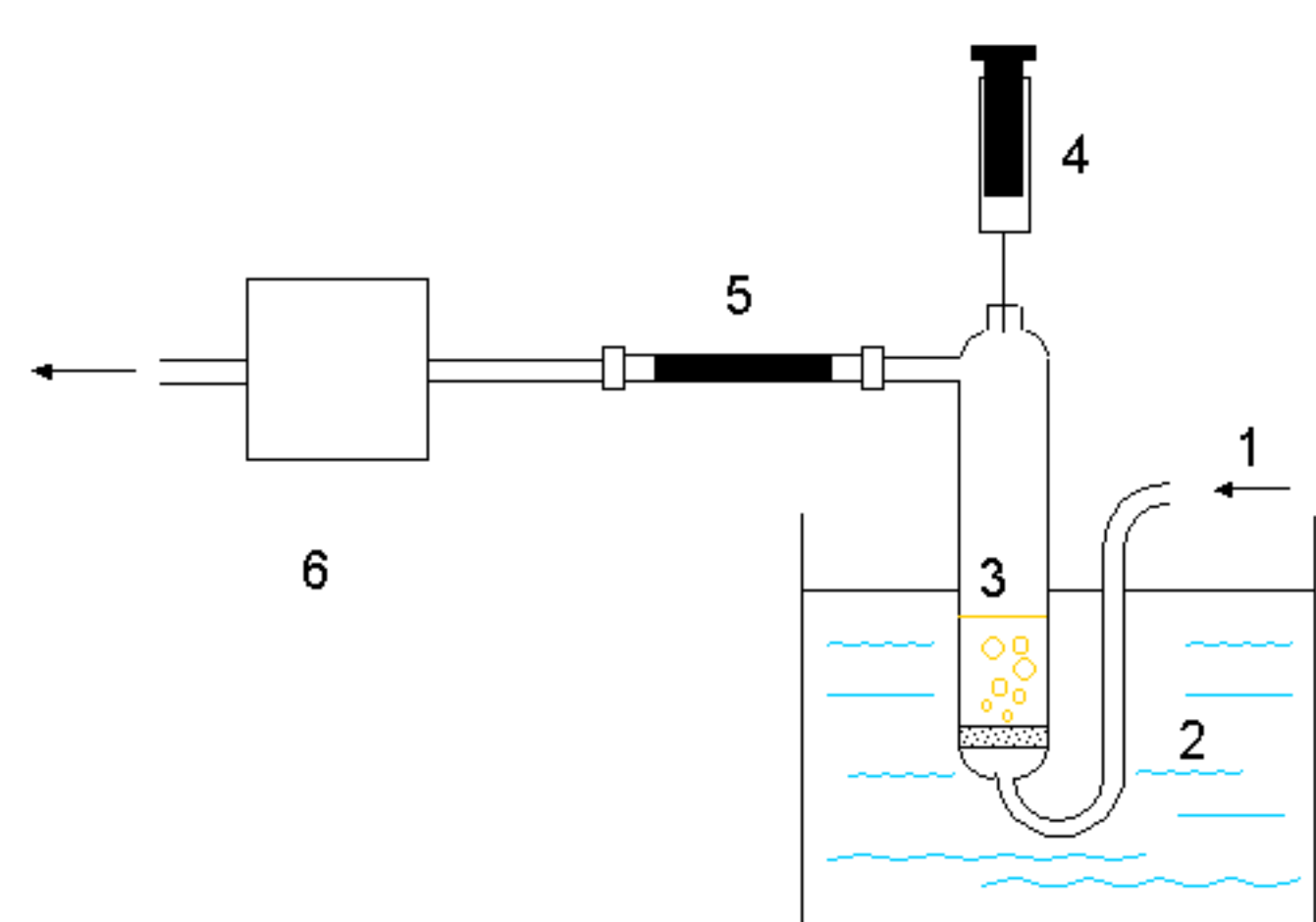


Figura 1. Esquema del sistema de purga y trampa utilizado: (1) entrada de gas de purga; (2) Baño termostático; (3) muestra de orina; (4) jeringa para adicionar las muestras de orina; (5) tubo relleno de adsorbente; (6) flujómetro digital.

- Muestra: 10 ml orina y 1,5 ml de metanol
- Purga: He 45 ml/min, 11 min
- Temperatura del baño: 27°C
- Adsorbente: 150 mg de Tenax TA 20-40 mesh empaquetado en tubos para desorción térmica

Muestras de aire exhalado

Se tomaron muestras de aire exhalado al final de la jornada. El sistema de captación de aire exhalado se muestra en la figura 2. El estireno presente en la fracción final del aire exhalado se recoge en un tubo para el sistema de desorción térmica ATD50 relleno con 150 mg de Tenax TA y se analiza por cromatografía de gases.

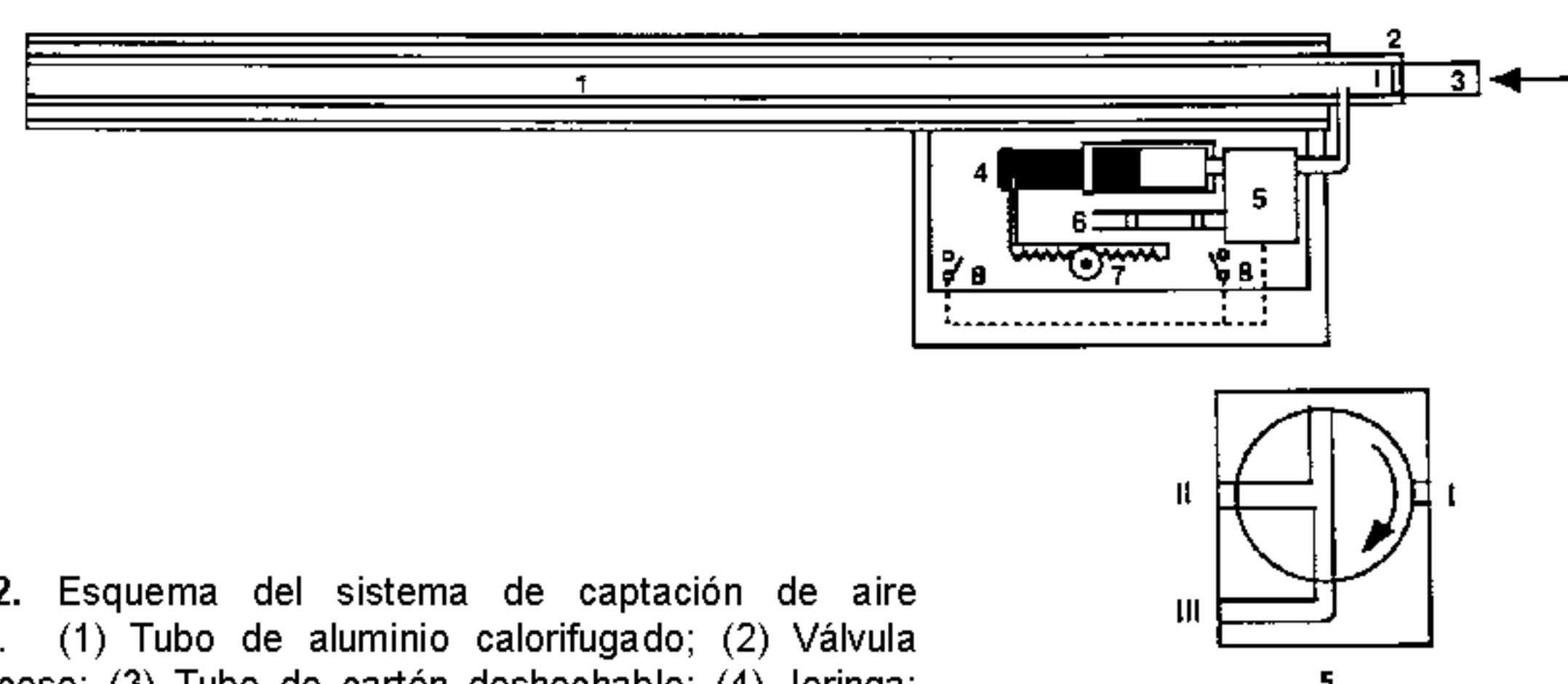


Figura 2. Esquema del sistema de captación de aire exhalado. (1) Tubo de aluminio calorifugado; (2) Válvula antirretroceso; (3) Tubo de cartón desechable; (4) Jeringa; (5) Válvula de tres vías; (6) Tubo adsorbente; (7) Motor; (8) Interruptores finales de carrera.

RESULTADOS

● En la Tabla 2 se muestra la información sobre número de muestras, media aritmética, desviación estándar, rango y media geométrica de los distintos parámetros medidos.

Tabla 2. Número de muestras, concentración media, desviación estándar y rango de los distintos parámetros

Parámetro medido	Media aritmética		Rango	Media geométrica
	N	(desviación estándar)		
Dosis externa (g.min.m ⁻³)	105	19.2 (20.7)	0.2-126.2	9.7
Estireno en aire exhalado (mg.m ⁻³)	98	3.9 (3.5)	0.1-15.5	2.2
Estireno en orina (ng/ml)	97	29.5 (26.4)	2.3-119.6	19.8
Ácido mandélico en orina (mg/g creat)	72	236 (232)	12-1289	150
Ácido fenilglicólico en orina (mg/g creat)	91	136 (99)	2-448	94
MA+PGA en orina (mg/g creat)	92	302 (257)	2-1289	198

● En la figura 3 se representa la correlación obtenida entre los distintos indicadores biológicos y la dosis de estireno recibida como variable independiente.

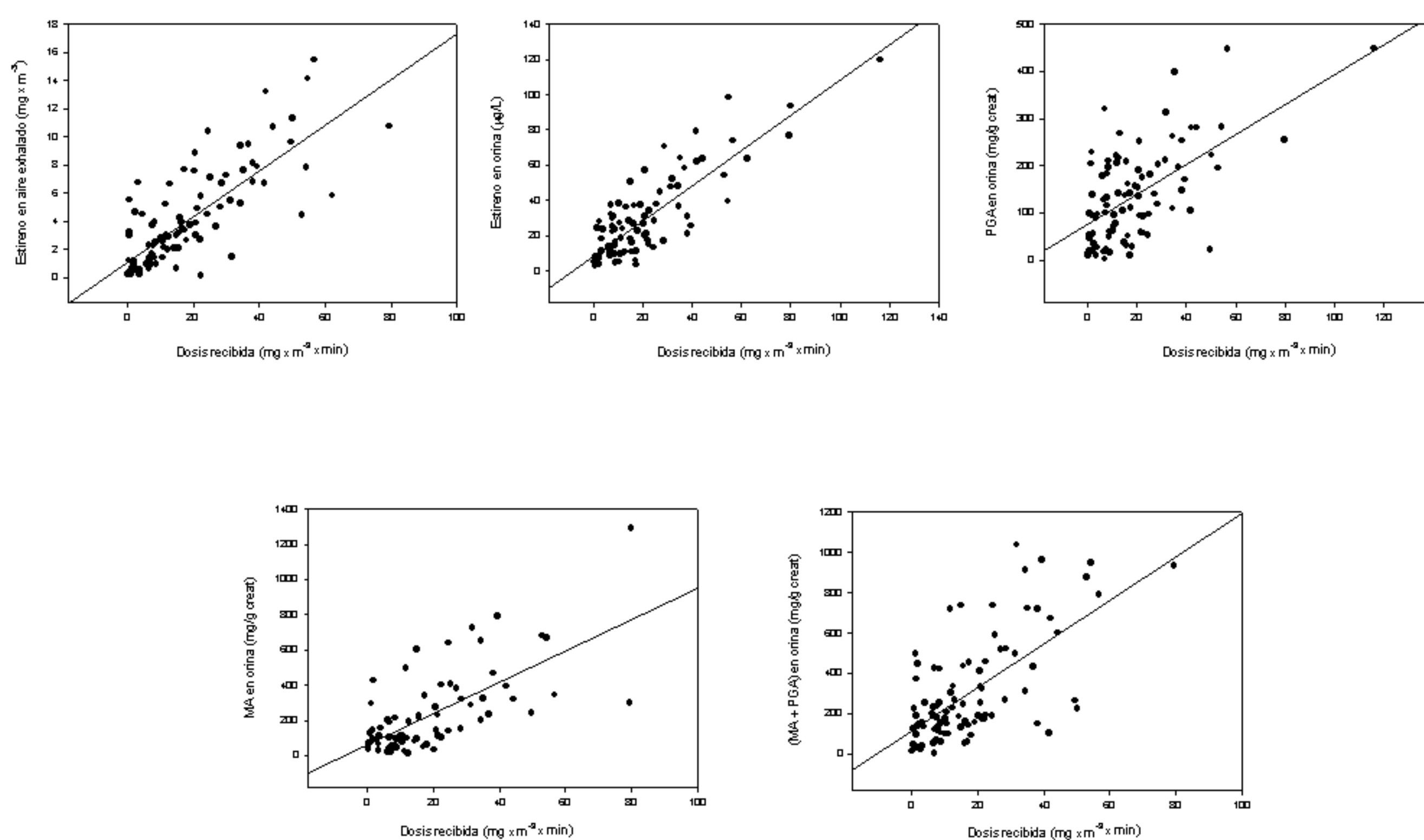


Figura 3. Correlación lineal entre la dosis externa recibida y los distintos indicadores biológicos

● Las correlaciones obtenidas entre las variables estudiadas son lineales, las ecuaciones de las rectas de regresión se recogen en la Tabla 3.

● La medida del compuesto sin metabolizar en los fluidos biológicos (aire exhalado y orina) conduce a mejores resultado que la de los metabolitos.

● Las ecuaciones lineales obtenidas permiten proponer los siguientes índices biológicos

- ✗ para estireno en orina 48 µg/l
- ✗ para estireno en aire exhalado 7 mg/m³

Tabla 3. Rectas de regresión y coeficientes de correlación obtenidos

Parámetros correlacionados	N	Recta de regresión	R
Dosis ^a vs estireno aire exhalado ^b	97	EAE=1,058+0,163dosis	0,787
Dosis vs estireno en orina ^d	96	EO=7,971+1,080dosis	0,828
Dosis vs PGA en orina	90	^e PGA=76,8+3,16dosis	0,601
Dosis vs MA en orina	71	^e MA=63,6+8,80dosis	0,670
Dosis vs MA+PGA en orina	92	^e MA+PGA=113,7+10,78dosis	0,651

^a g.min.m⁻³; ^b mg.m⁻³ en aire exhalado final; ^cmg.m⁻³ en aire exhalado final menos inicial

^d ng/ml; ^e mg/g creatinina.

Todos los valores biológicos son de final de jornada; EAE (Estireno en aire exhalado), EO (estireno en orina), PGA (Ácido fenilglicólico), MA (Ácido mandélico)

BIBLIOGRAFÍA

1. I.A.R.C. Monographs, International Agency for research on Cancer, Lion France. 1987, vols 1 to 42, suppl.7, p.345
2. BIOLOGICAL MONITORING OF CHEMICAL EXPOSURE IN THE WORKPLACE. Cap 4: Selected solvents pags 195-202. World Health Organization. Geneva 1996
3. TOXICOLOGICAL PROFILE FOR STYRENE. U.S. Department of Health and Human Services. TP-91/25 (1992)
4. FERNANDEZ, J. y J.R. CAPEROS. Exposition au styrène. I. Etude Experimentale de l'Absorption et de l'Excretion Pulmonaire chez des Sujets Humains. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 40: 1-12 1977;
5. ENGSTRÖM, J., BJURSTRÖM, R., ASTRAND, I. and ÖVRUM, P. Uptake, distribution and elimination of styrene in man. *Scand. J. Work environ. & health* 4 (1978) 315-323.
6. PEZZAGNO G., GHITTORI S., IMBRIANI M., CAPODAGLIO E. Urinary elimination of styrene in experimental and occupational exposure. *Scand J Work Environ Health*: 11 (1985), 371-379
7. ONG H.Y., LEE B.L., NG T.P. and TERAMOTO K. Biological Monitoring of Exposure to Low Concentrations of styrene. *American Journal of Industrial Medicine* 25:719-730 1994;
8. RAPPAPORT SM, KURE E, PETREAS M, TING D, WOODLEE J. A field method for measuring solvent vapors in exhaled air- application to styrene exposure. *Scand J Work Environ Health*: 17, 195-204. 1991;
9. GOBBA F., GALASSI C., GHITTORI S., IMBRIANI M., PUGLIESE F., CAVALLERI A. Urinary styrene in the biological monitoring of styrene exposure. *Scand J Work Environ Health* 1993; 19: 175-82;
10. GOBBA F., GHITTORI S., IMBRIANI M., MAESTRI L., CAPODAGLIO E., CAVALLERI A. The urinary excretion of solvents and gases for the biological monitoring of occupational exposure: a review. *The Science of the Total Environment* 199 (1997) 3-12.)