

Selenio en suero y plasma: epidemiología y valores de referencia

Jaime Carmona-Fonseca¹

Forma de citar

Carmona-Fonseca J. Selenio en suero y plasma: epidemiología y valores de referencia. Rev Panam Salud Publica. 2010;28(5):388–98.

RESUMEN

Objetivo. Revisar y analizar literatura sobre valores de selenio (Se) en suero y plasma humanos; describir algunas variaciones; obtener “valores de referencia” para los países de Europa y América Latina, y proporcionar un marco informativo para estudios futuros sobre el tema.

Métodos. Se buscó información sobre niveles séricos o plasmáticos de Se en personas declaradas “sanas” en la literatura científica. Se revisaron las bases LILACS, SciELO, PubMed, Medline. Se buscó información de cualquier fecha (hasta enero de 2010) e idioma disponibles. Se calcularon promedio aritmético y desviación estándar ponderados.

Resultados. En la búsqueda para Europa se hallaron 161 informes publicados entre 1972 y 2009, con participación de 49 869 adultos sanos, 28 países y 8 regiones. El Se sérico/plasmático varió entre 48,2 y 124,00 µg/L. Los valores ponderados continentales fueron 85,19 ± 14,58 (intervalo de confianza [IC] de 95% para promedio: 85,124–85,256). Los promedios por país, región y técnica de medición fueron estadísticamente diferentes, con diferencias significativas entre sexos y edades. Veintitrés de los estudios fueron en menores de 19 años de 10 países europeos. Los valores ponderados fueron 74,21 ± 9,50 µg/L (IC95% 73,95–74,46). Sobre América Latina hubo solo 11 datos. El Se sérico/plasmático fue 91,51 ± 18,78 µg/L en adultos; 93,25 ± 39,20 en menores de 15 años, y 130 ± 30 en recién nacidos menores de 25 horas.

Conclusiones. Los valores de Se sérico/plasmático mostraron diferencia estadísticamente significativa por sexo y edad en Europa, fueron más altos en adultos y niños latinoamericanos que en europeos, pero los datos latinoamericanos se basan en pocas personas. La influencia de la técnica de medición de Se en suero/plasma se considera crítica. En América Latina se requieren estudios poblacionales adecuadamente planificados y diseñados para generar valores de referencia autóctonos sobre Se en suero/plasma.

Palabras clave

Selenio; suero; plasma; valores de referencia; Europa; América Latina.

El selenio (Se) es un elemento no metal, en estado natural sólido y muy escaso en la corteza terrestre, cuya concentración en humanos es determinada principalmente por los alimentos ingeridos y está regida por factores geoquímicos,

geológicos y temporales (1–4). Ingresa a la cadena alimentaria, principalmente como selenometionina y selenocisteína, mediante el consumo de productos animales y vegetales (5, 6). Es esencial para casi todas las formas de vida conocidas y tiene múltiples funciones, como por ejemplo: 1) es parte integral del sitio activo de las enzimas antioxidantes funcionalmente activas (selenoenzimas: glutatión peroxidasa y tiorredoxin-reductasa), 2) induce apoptosis por mecanismo no

conocido, 3) estimula el sistema inmunológico, 4) interviene en el funcionamiento de la glándula tiroides, 5) modula la expresión de genes que codifican las selenoproteínas, 6) interviene para producir energía mitocondrial junto con la vitamina E, 7) estimula la producción de prostaglandinas y ubiquinona (coenzima Q10) y 8) contribuye a la fertilidad (1, 7–11). El Se eritrocitario es mayor que el plasmático y el sérico (relación 2:1), y estos dos últimos son similares (12, 13).

¹ Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina, Grupo Salud y Comunidad. Medellín, Colombia. La correspondencia debe dirigirse a Jaime Carmona-Fonseca, jaimecarmonaf@hotmail.com

Los valores de referencia para el Se fluctúan mucho según lugar, tiempo, tejido usado (sangre, suero, plasma, eritrocitos, orina), técnica de medición y otras variables. En este sentido, no está definitivamente establecida la influencia que ejercen variables como sexo, edad, etnia, consumo de tabaco o alcohol (sin que exista compromiso hepático), alimentos y calidad del agua consumida, condiciones laborales, sociales y ambientales, dieta, contenido dietario de vitamina E, estaciones del año y exposición a mercurio inorgánico, entre otras.

En Europa, donde generalmente el suelo es pobre en Se, se ha notificado que los niveles de Se en suero/plasma oscilan entre 60 y 100 µg/L, es decir “normales” según fuentes que califican como “bajos” los valores inferiores a 59,24 µg/L (< 0,75 µmol/L). Sin embargo, otros estudios indican que en Europa el Se sérico/plasmático en adultos, medido por espectrofotometría de absorción atómica (EAA), varía de 50 a 150 µg/L (13–16). Cabe señalar asimismo que, si bien en Europa hay numerosos trabajos dedicados al Se en suero/plasma de humanos aparentemente sanos y a los “valores de referencia”, no resulta fácil obtener información sobre cuáles son los valores de referencia o los valores en poblaciones sanas de determinados países o subregiones.

Estados Unidos, Europa y Japón han realizado desde hace muchos años un intenso trabajo investigativo sobre el estado del Se en humanos, su contenido en la dieta, en el suelo y en las aguas de consumo, así como sobre su relación con un gran número de enfermedades. Esta actividad también abarca los campos de la veterinaria y la zootecnia. En América Latina en cambio —al igual que en África y Asia, excepto Japón— los esfuerzos de investigación han sido mínimos y existen muy pocos informes sobre la presencia de selenio (Se) en líquidos y tejidos humanos.

El presente trabajo tuvo como objetivo revisar y analizar literatura sobre valores de Se en suero y plasma para describir sus variaciones en términos epidemiológicos, obtener “valores de referencia” para los países de Europa y América Latina y proporcionar un marco informativo para estudios futuros sobre el tema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se buscó información sobre niveles séricos o plasmáticos de Se en grupos de

personas declaradas como “sanas” en los artículos, sin importar el procedimiento mediante el cual dicha condición fue establecida. LILACS², SciELO³ y PubMed Medline fueron las bases de datos biomédicos de donde se obtuvo la mayor parte de la información, aunque en mucha menor medida también se consultaron las bases Free Medical Journals, Intermedicina, Embase y Toxnet.

En Lilacs se usó “selenio” como palabra clave única y en las otras bases se usaron “selenium” asociada a “serum” o “plasma”, “reference values” o “healthy”, y el nombre en inglés de cada país (p. ej. “selenium, serum, healthy, Spain”). También se buscó con “selenium” y “serum” o “plasma”, “children”, “healthy” y el país (p. ej. “selenium, serum, children, healthy, Spain”).

La búsqueda se hizo con el nombre de cada uno de los países de Europa y de América Latina, uno por uno, se limitó a información sobre humanos y abarcó cualquier fecha (hasta enero 2010) y todos los idiomas disponibles en esas bases de datos. Se aceptaron datos provenientes de estudios cuyo objetivo fue definir “valores en personas sanas” o establecer “valores de referencia”, así como también datos de estudios en “grupos de control” conformados por sujetos sanos.

Análisis estadístico

En cada informe se indagó el número total de sujetos estudiados y el número según edad, sexo y ciudad o país de residencia, así como la técnica de medición aplicada. Se buscaron valores promedio, desviación estándar, intervalo bruto (menor y mayor valor observado) e intervalo de confianza.

El promedio aritmético ponderado de cada país (XpPaís) se calculó a partir de los promedios aritméticos (X1, X2 . . . Xi) y los tamaños de grupo o muestra (n) aportados por cada estudio para determinado país (n1, n2 . . . ni), así:

$$XpPaís = \frac{\sum [(X1 \times n1) + (X2 \times n2) + \dots + (Xi \times ni)]}{\sum (n1 + n2 + \dots + ni)} \quad [Ecuación 1]^4$$

El promedio aritmético ponderado de cada región (XpReg) se calculó a partir de los promedios aritméticos (XpPaís1, XpPaís2 . . . XpPaís28) y los tamaños de grupo (muestra) aportados por cada estudio para los países de cierta región (nPaís1, nPaís2 . . . nPaís28):

$$XpReg = \frac{\sum [(XpPaís1 \times nPaís1) + (XpPaís2 \times nPaís2) + \dots + (XpPaís28 \times nPaís28)]}{\sum (nPaís1, nPaís2 \dots nPaís28)} \quad [Ecuación 2]$$

El promedio aritmético ponderado del continente europeo (XpCon) se calculó a partir de los promedios aritméticos (X1, X2 . . . Xi) y los tamaños de grupo (muestra) aportados por la totalidad de estudios para el continente (n1, n2 . . . ni):

$$XpCon = \frac{\sum [(X1 \times n1) + (X2 \times n2) + \dots + (Xi \times ni)]}{\sum (n1 + n2 + \dots + ni)} \quad [Ecuación 3]$$

La desviación estándar ponderada (DEp) se calculó según lo indicado para la desviación estándar acumulada (pooled standard deviation), así:

$$DEp = \sqrt{\frac{[(n1 - 1)DE_1^2 + (n2 - 1)DE_2^2 + \dots + (ni - 1)DE_i^2]}{\sum ni - fc}} \quad [Ecuación 4]$$

donde “√” indica raíz cuadrada, (n1, n2 . . . ni) indica el tamaño muestral de cada informe, (DE₁², DE₂² . . . DE_i²) indica la desviación estándar al cuadrado referida por cada informe, y “fc” indica el factor de corrección “fc” correspondiente al número de estudios en cada país, región o continente.

Cuando el informe revisado no presentó alguno de estos valores, se hizo su estimación a partir de otra información disponible en el artículo. Así, por ejemplo: a) si no se daba el dato de la mediana ni del promedio sino que se informaba el intervalo de confianza o el rango de los datos, pero se decía (en el texto o en un gráfico estadístico) que la distribución de los datos de Se en suero/plasma había sido gaussiana, se obtuvo el punto medio del intervalo (marca de clase) y se tomó como promedio; b) si no se indicaba el promedio pero se decía que la distribución de los datos de Se en suero/ plasma había sido gaussiana, se adoptaba para el promedio el mismo valor de la mediana; c) si no se indicaba el valor de la desviación

² Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS).

³ Scientific Electronic Library Online (SciELO), incluidas SciELO Public Health, SciELO Colombia y SciELO Brasil.

⁴ En todas las ecuaciones el símbolo “/” indica división y el símbolo “Σ” indica sumatoria.

estándar, se supuso que era equivalente a 10% del valor del promedio. Este valor de 10% se adoptó observando cuánto valía la desviación estándar con respecto al promedio en los informes que sí daban cuenta de ambas medidas, los cuales eran la mayoría.

Con los datos ponderados para cada país se construyó una base de datos en Excel, incluyéndose 28 registros correspondientes a sendos países. Cada registro tenía las variables nombre del país, número total de personas (la suma de los sujetos informados por el grupo de estudios de cada país), el promedio ponderado, la desviación estándar ponderada y la varianza ponderada. En forma similar, se construyó una base con los siete registros correspondientes a las siete regiones europeas (definidas para este trabajo). Cada registro contenía las variables nombre de región, número total de personas (suma de las personas de los países de cada región), el promedio ponderado, la desviación estándar ponderada y la varianza ponderada.

Para comparar los promedios ponderados entre hombres y mujeres, entre adultos y niños, entre Europa y América Latina se procedió de manera similar a la anterior: se obtuvieron el total de personas de cada sexo, o grupo de edad o continente, y los correspondientes valores ponderados para el promedio, la desviación estándar y la varianza.

Las comparaciones fueron realizadas aplicando las siguientes pruebas estadísticas:

- Prueba no paramétrica de Kruskal & Wallis (K-W) para comparar promedios ponderados entre estudios, entre países y entre regiones. No se usó la prueba de Fisher (F) porque no podía asegurarse la distribución gaussiana de los datos ni la homocedasticidad de las varianzas en todos los estudios.
- Prueba de Fisher (F) para comparar promedios ponderados entre Europa y América Latina, entre regiones europeas, entre hombres y mujeres, entre grupos de edad, entre períodos y entre técnicas de medición de Se.
- Prueba ji-cuadrado para analizar la distribución de frecuencias en función de dos variables cualitativas (p. ej. técnica de medición y período de la medición).
- Coeficiente no paramétrico rho de Spearman y su correspondiente prueba de significación para las corre-

laciones lineales entre variables cuantitativas (p. ej. concentración de Se y edad).

El análisis estadístico, realizado con el programa SPSS 10,0, se hizo utilizando siempre un intervalo de confianza (IC) de 95%, por lo que la decisión sobre significación estadística se tomó siempre con un valor de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Selenio en suero o plasma en Europa

Selenio sérico/plasmático en adultos sanos por país y región. Se obtuvieron datos de 161 estudios llevados a cabo en Europa en el periodo 1972–2009, en los que participaron 49 869 sujetos adultos aparentemente sanos, pertenecientes a 28 países y ocho regiones europeas. Cuatro por ciento (6/161) de los estudios analizados fueron publicados en el periodo 1972–1980, 24% (40/161) en 1981–1990, 55% (89/161) en 1991–2000 y 17% (28/161) en 2001–2009. El número de estudios por país osciló entre uno y 13.

Los tamaños de los grupos estudiados, por su parte, variaron entre 11 y 7 423 personas sanas, con un promedio de 310 personas y una mediana de 100 por estudio y percentil 75 de 228 personas/estudio. Solo 12% de los estudios (19/161) trabajaron con 500 ó más personas. Hubo 1 781 personas/país y 6 234 personas/región. La curva de valores de Se en suero/plasma, en Europa, fue gaussiana, con muy leve asimetría positiva (cola derecha) y notoria curtosis. Los niveles variaron entre ($\mu\text{g/L}$) 22,46 y 196,0 en los 161 informes originales y entre 48,2 y 124,0 en los promedios ponderados por país. Los promedios ponderados mostraron diferencias intensamente significativas entre países ($P[\text{K-W}] = 0,000000$; $g1 = 27$), así como entre las regiones de cada país ($P[\text{K-W}] = 0,000000$; $g1 = 5$) y entre las ocho grandes regiones ($P[\text{K-W}] = 0,000000$; $g1 = 7$) (3, 17–114) (cuadro 1).

De los trabajos que estudiaron el Se en adultos europeos, apenas 25% especificaron el número de hombres y 26% el de mujeres, mientras que 48% simplemente señalaron que habían evaluado a personas de ambos sexos (48%) y otros no se refirieron a esta variable. En los hombres ($n = 8 607$) se hallaron valores de $85,07 \pm 24,78$ y, en las mujeres ($n = 8 963$), de $91,97 \pm 20,29$ ($P[\text{F}] = 0,000000$). La edad

de los examinados varió intensamente entre los estudios, desde 16 años hasta 85 y más. En el grupo de 16 a 65 años ($n = 29 304$) el Se fue de $84,5 \pm 17,8$ y en el grupo de 60 y más ($n = 4 421$), de $88,6 \pm 5,2$ ($P[\text{F}] = 0,000000$).

Se identificaron cinco técnicas de medición, pero las tres más frecuentes fueron la espectrometría de absorción atómica (EAA), en 64% de los estudios, la espectrofluorimetría en 19% y el análisis de activación por neutrones (AAN) en 12%. El uso de las técnicas varió según la región ($P[\text{X}^2] = 0,142$) y el tiempo ($P[\text{X}^2] = 0,019$). Todos los estudios que usaron AAN se hicieron antes de 1991, 74% de los que usaron EAA fueron posteriores a 1991, 87% de los que usaron espectrofluorimetría se hicieron entre 1981 y 1990, y todos los que usaron Pixe (Particle-induced X-ray emission spectrometry) o ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometer) fueron publicados en 1991–2000. La técnica de medición influyó no significativamente en el nivel medido de Se en suero/plasma ($P[\text{K-W}] = 0,087$): AAN $93,0 \pm 20,2$ ($n = 785$ personas); espectrofluorimetría $84,4 \pm 15,4$ ($n = 1 060$); EAA $78,3 \pm 29,5$ ($n = 15 856$); Pixe/ICP-MS $80,96 \pm 16,51$ (2 666 personas).

Selenio sérico/plasmático en menores de 19 años sanos por país y región. La revisión incluyó 23 estudios realizados en menores de 19 años de 10 países europeos, entre 1977 y 2004, y que involucraron a 5 296 personas. Los valores de Se en suero/plasma variaron entre 47,39 y 145,0 $\mu\text{g/L}$, con valores ponderados de 48,43 a 87,04 por país y de 60,03 a 81,95 $\mu\text{g/L}$ por región europea (23, 50, 52, 73–74, 108, 115–131) (cuadro 2). Para Europa, los valores ponderados fueron un poco menores que los calculados para adultos europeos en esta revisión, pero la diferencia fue altamente significativa ($P[\text{F}] = 0,000000$; n niños = 5 296 y n adultos = 42 103).

Relación entre edad y selenio sérico/plasmático

La relación cuantitativa entre la edad de las personas y el nivel de Se en suero/plasma se analizó de dos maneras: a) mediante la comparación de los promedios de Se mostrados por tres grupos de edad (niños < 19 años; adultos 19–65 años; ancianos > 65 años), es decir con un análisis de varianza; b) mediante

CUADRO 1. Valores ponderados de selenio sérico/plasmático en adultos, por país y región de Europa, varios años

Región	País	No. de casos	Promedio (µg/L)	Desviación estándar
Este		1 973	124	13,4
	Rusia este	1 973	124	13,4
Báltica		3 058	78,20	10,4
	Rusia oeste	1 478	69,8	7,5
	Rusia total	556	103,1	13,0
	Estonia	404	75,0	9,4
	Lituania	100	90,0	13,9
	Letonia	68	73,46	9,2
Escandinava	Polonia	452	75,8	14,1
		3 675	91,53	15,1
	Finlandia	2 150	76,5	14,9
	Noruega	1 317	117,2	15,7
Países Bajos	Suecia	208	84,1	12,6
		4 961	93,35	14,2
	Dinamarca	3 489	89,2	14,4
Centro	Holanda	611	108,0	13,6
	Bélgica	861	91,6	11,8
		3 278	60,62	12,4
	Eslovaquia	704	66,6	14,0
Oeste	República Checa	1 865	58,3	11,6
	Hungría	509	57,8	12,1
	Austria	200	68,6	16,1
		20 426	87,07	15,1
Sureste	Alemania	952	80,5	20,5
	Suiza	2 777	96,0	12,8
	Francia	15 410	86,7	15,1
	Irlanda	425	81,4	16,2
	Reino Unido	862	75,1	14,5
		9 314	79,38	15,2
Suroeste	Italia	5 726	88,4	11,2
	Yugoeslavia	1 608	51,3	16,6
	Serbia	607	48,2	14,2
	Eslovenia	100	68,0	12,9
	Grecia	876	81,6	26,8
	Turquía	397	108,4	23,4
		3 184	71,93	16,2
	España	2 677	74,7	16,0
	Portugal	507	90,0	16,0

Fuente: se presenta la información por país (R indica datos aportados personalmente por Raymen en 2007). Alemania (17–21), R; Austria (22, 23), R; Bélgica (19, 24–30), Dinamarca (31–36), R; Eslovaquia (37, 38); Eslovenia (22); España (19, 39–47), R; Estonia (48); Finlandia (49–52), R; Francia (19, 53–56), R; Grecia (19, 57–60), R; Holanda (19, 61, 62), R; Hungría (63–66); Irlanda (67, 68), R; Italia (69–75), R; Letonia (76); Lituania (77); Noruega (34–35, 78–84), R; Polonia (85–89); Portugal (19, 90–93); Reino Unido (19, 94), R; R. Checa (95–97); Rusia este (3, 77, 98, 99), Rusia oeste (3, 100, 101), Rusia total (102), Suecia (19, 51), R; Serbia (103), R; Suiza (104–106), R; Turquía (107–112); Yugoeslavia (113, 114), R.

Nota: abarca datos de 161 estudios realizados en distintos países europeos, que incluyen a 49 869 personas. La forma de calcular los promedios y desviaciones estándar ponderados se ha descrito en el título "Análisis estadístico" [Para Europa: promedio ponderado general, 85,19; desviación estándar ponderada, 14,57; error estándar del promedio ponderado, 0,066; coeficiente de variación, 17,11%; intervalo de confianza de 95% para el promedio ponderado, 85,124 a 85,256].

el análisis de correlación lineal, explorando el cambio en el nivel de Se en función de la edad.

Se encontró que los niveles de Se tenían diferencia altamente significativa según el grupo etario (53 informes: 8 en niños, 40 en adultos, 5 en ancianos; solo 4 informes trabajaron 2 ó 3 grupos de edad) ($P[F] = 0,000\ 000$): niños $88,3 \pm 25,8$ ($n = 2\ 294$); adultos $85,8 \pm 24,7$ ($n = 23\ 413$); ancianos $83,3 \pm 11,0$ ($n = 4\ 421$).

Se analizó la correlación lineal entre la edad de las personas adultas y su nivel de Se: el coeficiente rho de Spearman in-

dicó una baja correlación positiva ($\rho = 0,118$), sin que hubiese asociación estadísticamente significativa ($P = 0,409$). En los menores de 19 años, las variables edad-nivel de Se mostraron también baja correlación positiva ($\rho = 0,0110$), igualmente no significativa ($P = 0,959$), aunque en la región oeste la correlación fue moderada ($\rho = 0,5930$) pero no significativa ($P = 0,092$), mientras que en la región sureste hubo correlación baja y negativa ($\rho = -0,042$), no significativa ($P = 0,915$), resultados que ratifican la importancia que tiene la zona geográfica en

el valor de Se. En resumen, los datos analizados no mostraron correlación lineal estadísticamente significativa entre edad y Se, ni en adultos ni en niños.

Selenio en suero en América Latina

La búsqueda en Lilacs (18 junio de 2009) con "selenio" y "humanos" arrojó 6 referencias, pero solo una trata sobre valores de Se en las personas: en la leche materna de mujeres desnutridas y sus hijos en Brasil (132). Una búsqueda en Pubmed (18 junio de 2010) con "selenium, human, país", donde "país" fue el nombre en inglés de cada país latinoamericano, obtuvo 12 estudios, publicados en 33 años (1978 a 2010); de ningún país hubo datos representativos, sino que siempre se trató de uno o unos pocos lugares y grupos humanos específicos (133–145); los datos sobre esta región se limitaron a tres referencias sobre Se en sangre total y en cabello (133–145) (cuadros 3 y 4).

En América Latina los valores ponderados de Se sérico de adultos y niños no tuvieron diferencias significativas ($P = 0,551538$), pero sí existieron entre esos dos grupos y los neonatos ($P = 0,000000$).

Síntesis

Los resultados de la revisión bibliográfica sobre Se en suero o plasma se pueden resumir como sigue:

- En adultos, los valores ponderados de Se en suero/plasma en Europa ($85,19 \pm 14,58$; $n = 49\ 869$) difieren significativamente de los de América Latina ($91,51 \pm 18,78$; $n = 403$) ($P = 0,000000$).
- En niños y jóvenes, los valores ponderados de Se en suero/plasma en menores de 19 años de Europa ($74,21 \pm 9,50$; $n = 5\ 296$) difieren significativamente de los de menores de 15 años de América Latina ($93,25 \pm 39,20$; $n = 72$) ($P = 0,000000$).
- En Europa, los valores ponderados de Se en suero/plasma en adultos ($85,19 \pm 14,58$; $n = 49\ 869$) difieren significativamente de los de menores de 19 años ($74,21 \pm 9,50$; $n = 5\ 296$) ($P = 0,000000$).
- En América Latina, los valores ponderados de Se en suero/plasma en adultos ($91,51 \pm 18,78$; $n = 403$) no difieren significativamente de los de menores de 15 años ($93,25 \pm 39,20$; $n = 72$) ($P = 0,443483$).

CUADRO 2. Valores ponderados de selenio sérico/plasmático en menores de 19 años, según país y región de Europa, varios años

Región/País	Referencia	No. de casos		Promedio (µg/L)		Desviación estándar	
		Estudio	Región/País	Estudio	Región/País	Estudio	Región/País
Centro			962		61,9		8,089
Eslovaquia	119	891	891	60,03	60,03		7,8
Eslovenia	120	71	71	85,31	85,31	11,09	11,09
Escandinava			145		66,88		8,715
Finlandia	54	119	145	68,72	66,88	8,93	8,72
	56	26		58,45		7,6	
Oeste			1 628		70,35		0,497
	27	58		48		13	
Austria	121	109	232	47,39	48,43	6,16	8,49
	122		65	50,55	6,57		
Inglaterra	123	70	70	74,25	74,25	9,65	9,65
Francia	124	118	304	62,4	65,3	8,11	8,49
	125	186		67,14		8,73	
	126	120	1 022	65,56	76,56	8,52	9,97
Alemania	127	844		77,41		10,06	
	128	58		86,89		11,3	
Países Bajos			28		60,03		7,8
Bélgica	129	28	28	60,03	60,03	7,8	7,8
Sureste			2 533		81,95		10,035
Italia	78	187	2 248	80	81,3	9,6	9,68
	130	627		82,4		10,5	
	77	1 217		80,5		9	
	131	217		83,73		10,88	
	132	80		89,26		11,6	
	133	25		145		21,9	
Turquía	112	76	88,1	87,04	12,4	12,53	
	134	43		74,36		10,75	
	135	61		68		9,5	
Europa		5 296	5 296	74,21 ± 9,50; IC95% ^a 73,95 a 74,46			

Fuente: cálculos del autor con base en los datos de las referencias citadas.

Nota: en la sección de Análisis estadístico se describe la manera como se calcularon los promedios y desviaciones típicas ponderados.

^a Intervalo de confianza de 95% calculado con error estándar del promedio de 0,130.

DISCUSIÓN

Los niveles de Se en suero/plasma de Europa calculados en esta revisión mostraron notoria variación entre países y regiones, lo que concuerda con lo ya observado por otros autores (12, 146–148). El promedio ponderado latinoamericano para adultos resultó mayor que el europeo y también dentro de América Latina hubo variaciones notorias. Estos valores de Se en suero/plasma de Europa y América Latina son bajos comparados con los hallados en Estados Unidos en 2007, que fueron de 125,7 µg/L para adultos de 20 y más años (n = 8 876; muestra nacional; valor ajustado por etnia, sexo, edad e índice de masa corporal), y en Canadá, de 125,9 ± 13,00 µg/L (datos ponderados de cuatro estudios; n total = 539 personas adultas sanas) (149–152).

Los promedios ponderados de los países europeos resultaron bajos (p. ej. en Hungría, República Checa, Rusia occi-

dental y la ex Yugoslavia [<70 µg/L]) o altos (p. ej. Noruega, Portugal, Rusia oriental, Suiza y Turquía [≥ 90 µg/L]). Algo similar se encontró en los pocos estudios en adultos latinoamericanos, pues los niveles de Se fueron bajos, como en Perú a gran altura sobre el nivel del mar (59 µg/L) y en Brasil (73 µg/L), o bien altos, como en Chile (113 µg/L) y Perú a baja altura (117 µg/L). Esto indica que, incluso cuando los promedios ponderados de Europa y América Latina son muy cercanos (85 µg/L y 90 µg/L, respectivamente), pensar en un valor de referencia único para ambos continentes podría tener importantes limitaciones.

En consecuencia, parece necesario lograr valores de referencia propios para cada país y aun para regiones dentro de un país, como bien lo ilustra el caso del gran territorio de Rusia, donde en el oeste se encontraron valores tan bajos como 70 µg/L, mientras en el este se llegó a 124 µg/L. El análisis de los datos de otros países europeos por regiones

mostró un comportamiento similar, con gran variación regional.

Hay hiposelenemia sérica si hay menos de 58,4 µg/L (<0,74 µMol/L), que es moderada si hay de 24,0 a 43,4 µg/L (0,30 a 0,55 µMol/L), e intensa si es menor de 24,0 µg/L (<0,30 µMol/L) (153). El nivel para definir hiposelenemia dado por estos autores (<58,4 µg/L) concuerda con algunas propuestas, pero no con otras, que elevan ese umbral hasta 80 µg/L (154). Se ha llamado la atención sobre las grandes diferencias entre los datos publicados sobre elementos trazas en los líquidos y tejidos corporales, afirmándose además que había pruebas crecientes que sugerían que tales variaciones no obedecían solo a factores biológicos (sexo, edad, dieta, condiciones fisiológicas), exposición ambiental, circunstancias geográficas o razones similares, sino que también podrían relacionarse de manera importante con inexactitudes técnicas y con la recolección y manipulación inadecuadas de las muestras (155–156). Asi-

CUADRO 3. Selenio sérico en adultos sanos para algunos países de América Latina, varios años

Lugar (año)	Grupos estudiados	Promedio (µg/L)	DE	Referencia
Brasil (2003)	Hombres y mujeres, blancos y no blancos	73,18	9,9	(136)
Sao Paulo, Brasil (2001)	Hombres y mujeres	96	19	(139)
Perú (1983)	Residen a gran altura ^a Residen a baja altura ^b	59 117	16 18	(133)
Bolivia (1995)	Residen a gran altura Hombres Mujeres Residen a baja altura Hombres Mujeres	95 87,3 84,2 82,3	12,2 13,3 20,8 22,7	(138)
Mérida, Venezuela (1990)	Hombres y mujeres	86,5	24,25	(134)
Chile (2000)	Mujeres No gestantes Gestantes sanas Gestantes con CIE	112,9 85,3 74,27	26,8 19,7 9,5	(143)
Montevideo, Uruguay (2009)	Hombres y mujeres	72,8	13,1	(160)
América Latina	NA	90,50	18,51	

Fuente: elaboración del autor a partir de las referencias citadas.

Nota: Abreviaturas. DE: desviación estándar; CIE: colestasis intrahepática del embarazo; NA: datos no aplicables.

^a Zonas ubicadas a 300 metros o más por sobre el nivel del mar.

^b Zonas ubicadas a menos de 300 metros por sobre el nivel del mar.

CUADRO 4. Selenio sérico en niños de Argentina, Ecuador y Venezuela, varios años

País (año)	Datos demográficos/ clínicos	Promedio (µg/L)	Desviación estándar	Referencia
Argentina (2005)	1 mes–12 años	60	12	(137)
Ecuador (2003)	Sanos (n = 30) Con marasmo (n = 31) Con kwashiorkor (n = 22)	140 72 29	(. . .) ^a (. . .) (. . .)	(144)
Venezuela (1995)	Neonatos (< 25 horas)	130	30	(142)

Fuente: elaborado por el autor con base en las referencias 137, 142 y 144.

^a (. . .): sin datos.

mismo, con las técnicas más modernas, los valores informados tienden a disminuir y a tener distribución normal (gausiana) (156).

Aunque el presente análisis no halló diferencia estadísticamente significativa entre las técnicas de medición del Se en suero/plasma ($P[K-W] = 0,087$), no puede ignorarse la importancia de esta variable. Todo lo anterior obliga a analizar críticamente el asunto de escoger una u otra técnica de medición para avanzar en los estudios de medición del Se en suero/plasma, así como a interpretar con rigor y cautela el significado de los

datos que se obtienen, sobre todo en el momento de hacer comparaciones con lo hallado en otros lugares y quizás con otras técnicas.

Vale señalar que las personas que tienen valores “bajos” de Se en suero/plasma (p. ej. 60–65 µg/L) no pueden clasificarse como “enfermas” o en estado de “anormalidad” por ese único hallazgo. Se sabe que el nivel de Se en sangre necesario para obtener una expresión completa o saturación de la actividad de la enzima GSH-Px es aproximadamente de 95–100 µg/L de sangre total, valor similar a los 90 µg/L de sangre total refe-

ridos por otros autores (157). También se dice que el nivel de Se en eritrocitos requerido para obtener una actividad de GSH-Px en meseta es 140 µg/L de eritrocitos (158). Teóricamente, un nivel de Se en eritrocitos de 140 µg/L corresponde a 70 µg/L en suero/plasma, si la relación 2:1 entre el Se eritrocitario y el sérico/plasmático es real y general. En esas condiciones, un valor de 60–65 µg/L no sería muy bajo.

De igual manera, se ha informado que cuando las selenoproteínas plasmáticas alcanzan un nivel de meseta, contienen 70–90 µg/L (0,8–1,1 µMol/L) de Se (159), de tal forma que ese valor puede considerarse como la concentración ideal de Se en el plasma y el suero. Los promedios ponderados de Europa (85 µg/L) y América Latina (90 µg/L) estarían, entonces, en este “rango ideal”.

Hay que hacer hincapié en la necesidad de considerar, además del lugar y la técnica de medición, otras variables que influyen en el nivel sérico/plasmático de Se, por ejemplo el sexo y la edad que, como se mostró, en Europa determinaron diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones de Se. Esto hace más complejo el problema de lograr valores de referencia para un país.

La presente revisión tiene fortalezas considerables, como la gran cantidad de datos recopilados y la diversidad de países, regiones y técnicas analizados, que permitieron examinar el papel del sexo y la edad en los niveles de Se en suero/plasma, algo que resultaba confuso a partir de los informes individuales. Al mismo tiempo, hay que mencionar la escasez de datos para América Latina, tanto en términos de número de estudios como de cantidad de sujetos evaluados. Entre las debilidades de este estudio figuran el no haber podido profundizar el análisis en función de estratos más específicos, como los definidos por edad y sexo, ni evaluar el papel de otras variables epidemiológicas (p. ej. hábito de fumar y consumo de alcohol, dieta y ejercicio físico) debido a la ausencia de dicha información en los trabajos revisados —no por deficiencia sino porque sus objetivos eran otros.

Es de esperar que los datos obtenidos contribuyan a adquirir un conocimiento más claro y preciso acerca de la variación del Se sérico/plasmático humano en los países y regiones europeos, así como la influencia de la edad y el sexo en esos niveles. Adicionalmente, ofrecen las bases

para conocer la variación de estas concentraciones en los países latinoamericanos y orientar futuras evaluaciones de Se en poblaciones de países o regiones de países que carecen de esa información. Los niveles de Se sérico/plasmático en sujetos sanos servirán como punto de comparación para interpretar el estado de Se en diferentes estados de salud-enfermedad.

De manera sucinta, se concluye que:

- Los valores de Se sérico/plasmático mostraron diferencias estadísticamente significativas según el sexo y la edad, en Europa, y fueron más altos en adultos y niños latinoamericanos que en europeos —con la salvedad de que los datos de América Latina se basan en muestras muy pequeñas.
- La influencia de la técnica de medición de Se en suero/plasma se considera crítica, aunque en esta revisión tal influencia no resultó estadísticamente significativa.
- En América Latina se requieren estudios poblacionales adecuadamente planificados y diseñados que permitan generar valores de referencia sobre Se en suero/plasma autóctonos.

Por último, con base en los hallazgos del presente estudio, se ofrecen las siguientes recomendaciones para trabajos de investigación futuros sobre Se en suero/plasma de humanos:

- Considerar las variables críticas identificadas (variación regional, técnica de medición, sexo y edad) y otras que son de interés y cuyo papel en el estado de Se no está bien definido, como la actividad física, la dieta, el hábito de fumar y el consumo de alcohol, así como el estado hormonal (prepubertad, pubertad, adultez, gestación, menopausia).
- No emplear los datos presentados en el presente estudio de resumen de información como guía para definir es-

tados de salud o enfermedad, pues tales diagnósticos requieren valores de referencia autóctonos.

- Evaluar los contenidos de Se en las dietas típicas de los países y sus regiones, porque el Se entra a la cadena alimentaria al consumir vegetales y productos de origen animal, los que a su vez expresan el contenido de Se del suelo o de adiciones que se hacen a este o a los alimentos.

Agradecimiento. El autor agradece a Margaret Rayman, profesora de Medicina Nutricional en la Universidad de Surrey, Reino Unido, su gentil aporte de abundante y valiosa información sobre estudios realizados en diferentes fechas y sitios de Europa. Este trabajo fue financiado por la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia) y en el año 2010 contó con el apoyo de la Estrategia de Sostenibilidad Universidad de Antioquia 2009–2010.

REFERENCIAS

- Coppes Z. Selenio en la nutrición y el cáncer. *Revista Asociación de Química y Farmacia del Uruguay*. 1999; 24 (en línea). Hallado en: http://www.aqfu.org.uy/revistas_1999/abril/selenio_nutricion_cancer.htm. Acceso: 11 noviembre 2006.
- Matamoros-Veloz A. Distribución espacial de selenio en suelos y su comportamiento geoquímico local al oriente de los municipios de Útica y Villeta. Bogotá: Colombia, Ministerio de Minas y Energía, Ingeominas, Subdirección de Georreconocimiento, Proyecto Compilación y Levantamiento de la Información Geoquímica; 2001. Hallado en: <http://productos.ingeo Minas.gov.co/productos/OFICIAL/georecon/geoquimi/edatalle/pdf/utica/memoria.pdf>. Distribucion. Acceso: 11 noviembre 2006.
- Golubkina NA, Alfthan GV. The human Se status in 27 regions of Russia. *J Trace Elem Med Biol*. 1999;13(1–2):15–20.
- Steinnes E. Soils and geomedicine. *Environ Geochem Health*. 2009;31(5):523–35.
- Burk R, Levander O. Selenio. In: Shils M, editor. *Nutrición en Salud y Enfermedad*. 9 ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2002. Pp. 305–318.
- Sunde R. Selenio. In: Stipanuk M, editor. *Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition*. Philadelphia: Saunders; 2000. Pp. 782–809.
- Angulo-Castañeda NY. Intoxicación por selenio. In: Córdoba-Palacio D, editor. *Toxicología*. 5 ed. Bogotá: El Manual Moderno; 2006. Pp. 353–6.
- Jaramillo S, Villa N, Pineda A, Gallego A, Tabares P, Ceballos A. Actividad sanguínea de superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa en novillas a pastoreo. *Pesq Agropec Bras Brasília*. 2005;40(11):1115–21.
- Moghadaszadeh B, Beggs A. Selenoproteins and their impact on human health through diverse physiological pathways. *Physiology (Bethesda)*. 2006;21(5):307–15.
- Lu J, Holmgren A. Selenoproteins. *J Biol Chem*. 2009;284(2):723–7.
- Duntas L. Selenium and inflammation: underlying anti-inflammatory mechanisms. *Horm Metab Res*. 2009;41(6):443–7.
- Rayman M. The importance of selenium to human health. *Lancet*. 2000;356(9225):233–41.
- Repeto M, Repeto M. Tabla de concentraciones de xenobióticos en fluidos biológicos humanos como referencia para el diagnóstico toxicológico (actualización 2005). En: Repeto M, ed. *Ampliación de Toxicología de Posgrado. Área de Toxicología*. CD-Rom. Sevilla: Universidad de Sevilla. Hallado en: <http://www.us.es/toxicologia/buscatox.htm>. Acceso: 15 enero 2007.
- España, Principado de Asturias, Servicio de Salud; Hospital Universitario Central de Asturias (Oviedo), Servicio de Bioquímica Clínica. *Biblioteca de pruebas*. Hallado en: <http://www.hca.es/html/websdepartam/Cartera%20Laboratorios//biblioteca%20pruebas%20bioqimica.pdf>. Acceso: 20 julio 2007.
- Valori Normali in Laboratorio. Hallado en: http://www.carloanibaldi.com/terapia/valori_normali.htm. Acceso: 20 enero 2007.
- Lauwerys R, Hoet P. *Industrial Chemical Exposure: Guidelines for Biological Monitoring*. Boca Raton (USA): Lewis; 1993.
- Meissner D. Reference values for blood and serum Se in the Dresden area [en alemán; resumen en Pubmed]. *Med Klin (Munich)*. 1997;92 Suppl 3(Suppl 3):41–2.
- Rükgauer M, Klein J, Kruse-Jarres J. Reference values for the trace elements cooper, manganese, selenium, and zinc in the serum/plasma of children, adolescents, and adults. *J Trace Elem Med Biol*. 1997;11(2):92–8.
- Thorling E, Overvad K, Geboers J. Selenium status in Europe—human data. A multicenter study. *Ann Clin Res*. 1986;18(1):3–7.
- Winnefeld K, Dawczynski H, Schirrmeyer W, Adam G, Friedrich U, Hein S. Selenium in serum and whole blood in patients with surgical interventions. *Biol Trace Elem Res*. 1995;50(2):149–55.
- Winnefeld K, Streck S, Treff E, Jütte H, Kroll E, Marx H. [Reference ranges of antioxidant parameters in whole blood (erythrocytes) in a Thüringen region] [en alemán]. *Med Klin (Munich)*. 1999;4(Suppl 3)(Suppl 3):101–2.
- Li F, Rossipal E, Micetic-Turk D. Determination of selenium in serum by FI-HG-AAS and calculation of dietary intake. *Biol Trace Elem Res*. 2000;73(3):201–10.
- Tiran B, Tiran A, Petek W, Rossipal E, Wawschinek O. Selenium status of healthy

- children and adults in Styria (Austria). *Trace Elem Med Biol.* 1992;9(2):75-9.
24. Kellen E, Zeegers M, Buntinx F. Selenium is inversely associated with bladder cancer risk: a report from the Belgian case-control study on bladder cancer. *Int J Urol.* 2006;13(9):1180-4.
 25. Neve J, Vertongen F, Peretz A, Carpentier Y. Valeurs usuelles du sélénium et de la glutathion peroxydase dans une population belge. *Ann Biol Clin.* 1989;47(3):138-43.
 26. Pincemail J, Siquet J, Chapelle J, Cheramy-Bien J, Paulissen G, Chantillon A, et al. [Determination of plasma concentrations of antioxidants, antibodies against oxidized LDL, and homocysteine in a population sample from Liège] [en francés]. *Ann Biol Clin (Paris).* 2000;58(2):177-85.
 27. Van Cauwenbergh R, Robberecht H, Deelstra H. Selenium concentration levels in whole blood of belgian blood bank donors, as determined by direct graphite furnace atomic absorption spectrometry. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1990;4(4):215-24.
 28. Van Cauwenbergh R, Robberecht H, Van Vlaslaer V, Deelstra H. Comparison of the serum selenium content of healthy adults living in the Antwerp region (Belgium) with recent literature data. *J Trace Elem Med Biol.* 2004;18(1):99-112.
 29. Van Gossom A, Nève J. Low selenium status in alcoholic cirrhosis is correlated with aminopyrine breath test. Preliminary effects of selenium supplementation. *Biol Trace Elem Res.* 1995;47(1-3):201-7.
 30. Versieck J, Hoste J, Barbier F, Michels H, De Rudder J. Simultaneous determination of iron, zinc, selenium, rubidium, and cesium in serum and packed blood cells by neutron activation analysis. *Clin Chem.* 1977;23(7):1301-5.
 31. Bro S, Berendtsen H, Nørgaard J, Høst A, Jørgensen P. Serum selenium concentration in maternal and umbilical cord blood. Relation to course and outcome of pregnancy. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1988;2(3):165-9.
 32. Grandjean P, Nielsen G, Jørgensen P, Hørder M. Reference intervals for trace elements in blood: significance of risk factors. *Scand J Clin Lab Invest.* 1992;52(4):321-37.
 33. Lassen K, Hørder M. Selenium status and the effect of organic and inorganic selenium supplementation in a group of elderly people in Denmark. *Scand J Clin Lab Invest.* 1994;54(8):585-90.
 34. Overvad K, Grøn P, Langhoff O, Tarp U, Foldspang A, Thorling E. Selenium in human mammary carcinogenesis: a case-referent study. *Eur J Cancer Prev.* 1991;1(1):27-30.
 35. Overvad K, Wang D, Olsen J, Allen D, Thorling E, Bulbrook R, et al. Selenium in human mammary carcinogenesis: a case-cohort study. *Eur J Cancer.* 1991;27(7):900-2.
 36. Suadicani P, Hein H, Gyntelberg F. Serum selenium concentration and risk of ischaemic heart disease in a prospective cohort study of 3000 males. *Atherosclerosis.* 1992;96(1):33-42.
 37. Brtková A, Magálová T, Babinská K, Béderová A. Serum selenium levels in Slovak population. *Biol Trace Elem Res.* 1994;46(1-2):163-71.
 38. Magálová T, Beno J, Brtková A, Mekinová D, Volkovová K, Staruchová M, et al. [Levels of Cu, Zn, Se and their relation to levels of ceruloplasmin and the activity of antioxidative enzymes] [en eslovaco]. *Bratisl Lek Listy.* 1997;98(1):8-11.
 39. Cabré E, Periago J, Mingorance M, Fernández-Bañares F, Abad A, Esteve M, et al. Factors related to the plasma fatty acid profile in healthy subjects, with special reference to antioxidant micronutrient status: a multivariate analysis. *Am J Clin Nutr.* 1992;55(4):831-7.
 40. Diaz Romero C, Lopez Blanco F, Henriquez Sanchez P, Rodriguez Rodriguez E, Serra Majem L. Serum selenium concentration in a representative sample of the Canarian population. *Sci Total Environ.* 2001;269(1-3):65-73.
 41. Fernández-Bañares F, Dolz C, Mingorance M, Cabré E, Lachica M, Abad-Lacruz A, et al. Low serum selenium concentration in a healthy population resident in Catalunya: a preliminary report. *Eur J Clin Nutr.* 1990;44(3):225-9.
 42. Fernández-Bañares F, Cabré E, Esteve M, Mingorance M, Abad-Lacruz A, Lachica M, et al. Serum selenium and risk of large size colorectal adenomas in a geographical area with a low selenium status. *Am J Gastroenterol.* 2002;97(8):2103-8.
 43. García de Jalón A. Química clínica de elementos traza en nuestra comunidad: el selenio. Valores de selenio sérico en la población normal de Zaragoza. Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Zaragoza. Discurso de ingreso leído por el académico electo en el acto de su recepción solemne celebrado el día 29 de noviembre del año 2001. Hallado en: <http://www.unizar.es/ac/02AcademicosNumerarios/ Discursos/GJalon.pdf>. Acceso: 13 agosto 2010.
 44. Marchante-Gayón J, Sanchez-Ufía E, Sanz-Medel A. Serum and tissue selenium contents related to renal disease and colon cancer as determined by electrothermal atomic absorption spectrometry. *J Trace Elements Med Biol.* 1996;10(4):229-36.
 45. Navarro M, Lopez H, Ruiz M, Gonzalez S, Perez V, Lopez M. Determination of selenium in serum by hydride generation atomic absorption spectrometry for calculation of daily dietary intake. *Sci Total Environ.* 1995;175(3):245-52.
 46. Seijas M. Determinación de selenio en suero por espectrofotometría de absorción atómica. Memoria para optar el grado de doctor en Farmacia [Memoria]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 1992.
 47. Torra M, Rodamilans M, Montero F, Corbella J. Serum selenium concentration of a healthy northwest spanish population. *Biol Trace Elements Res.* 1996;58(1-2):127-33.
 48. Rauhamaa P, Kantola M, Viitak A, Kaasik T, Mussalo-Rauhamaa H. Selenium levels of Estonians. *Eur J Clin Nutr.* 2008;62(9):1075-8.
 49. Virtamo J, Valkeila E, Alfthan G, Punsar S, Huttunen J, Karvonen M. Serum selenium and the risk of coronary heart disease and stroke. *Am J Epidemiol.* 1985;122(2):276-82.
 50. Wang W, Mäkelä A, Näntö V, Mäkelä P, Lagström H. The serum selenium concentrations in children and young adults: a long-term study during the Finnish selenium fertilization programme. *Eur J Clin Nutr.* 1998;52(7):529-35.
 51. Wang W, Heinonen O, Mäkelä A, Mäkelä P, Näntö V, Branth S. Serum selenium, zinc and copper in Swedish and Finnish orienteers. A comparative study. *Analyst.* 1995;120(3):837-40.
 52. Westermarck T, Raunu P, Kirjarinta M, Lappalainen L. Selenium content of whole blood and serum in adults and children of different ages from different parts of Finland. *Acta Pharmacol Toxicol (Copenh).* 1977;40(4):465-75.
 53. Arnaud J, Bertrais S, Roussel A, Arnault N, Ruffieux D, Favier A, et al. Serum selenium determinants in French adults: the SU.VI.MAX study. *Br J Nutr.* 2006;95(2):313-20.
 54. Coudray C, Roussel A, Arnaud J, Favier A. Selenium and antioxidant vitamin and lipido-peroxidation levels in preaging French population. EVA Study Group. *Étude de vieillissement artériel.* *Biol Trace Elem Res.* 1997;57(2):183-90.
 55. Deffuant C, CeLerier P, Boiteau HL, Utoux P, Dreno B. Serum selenium in elanoma and epidemotopic cutaneous T-cell Lymphoma. *Acta Derm Venereol.* 1994;74(2):90-2.
 56. Lecomte E, Herbeth B, Pirollet P, Chancerelle Y, Arnaud J, Musse N, et al. Effect of alcohol consumption on blood antioxidant nutrients and oxidative stress indicators. *Am J Clin Nutr.* 1994;60(2):255-61.
 57. Charalabopoulos K, Kotsalos A, Batistatou A, Charalabopoulos A, Peschos D, Vezyraki P, et al. Serum and tissue selenium levels in gastric cancer patients and correlation with CEA. *Anticancer Res.* 2009;29(8):3465-7.
 58. Charalabopoulos K, Kotsalos A, Batistatou A, Charalabopoulos A, Vezyraki P, Peschos D, et al. Selenium in serum and neoplastic tissue in breast cancer: correlation with CEA. *Br J Cancer.* 2006;95(6):674-6.
 59. Letsiou S, Nomikos T, Panagiotakos D, Pergantis S, Fragopoulou E, Antonopoulou S, et al. Serum total selenium status in Greek adults and its relation to age. The ATTICA study cohort. *Biol Trace Elem Res.* 2009;128(1):8-17.
 60. Van Cauwenbergh R, Robberecht H, Deelstra H, Picramenos D, Kostakopoulos A. Selenium concentration in serum of healthy greek adults. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1994;8(2):99-109.
 61. Bukkens S, de Vos N, Kok F, Schouten E, de Bruijn A, Hofman A. Selenium status and cardiovascular risk factors in healthy Dutch subjects. *J Am Coll Nutr.* 1990;9(2):128-35.
 62. Kok F, de Bruijn A, Hofman A, Vermeeren R, Valkenburg H. Is serum selenium a risk factor for cancer in men only? *Am J Epidemiol.* 1987;125(1):12-6. Erratum en: *Am J Epidemiol* 1987 Sep;126(3):559.
 63. Alfthan G, Bogy G, Aro A, Feher J. The human selenium status in Hungary. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1992;6(4):233-8.
 64. Gondi F, Pantó G, Fehér J, Bogy G, Alfthan G. Selenium in Hungary. The rock-soil-human system. *Biol Trace Elem Res.* 1992;35(3):299-306.
 65. Molnar J, Garamvolgyi Z, Herold M, Adanyi N, Somogyi A, Rigo J. Serum selenium concentrations correlate significantly with inflammatory biomarker high-sensitive CRP

- levels in Hungarian gestational diabetic and healthy pregnant women at mid-pregnancy. *Biol Trace Elem Res.* 2008;121(1):16–22.
66. Szabó G, Bálint S, Nyeste E, Medgyesi I, Tamáskovics A, Podmaniczky G. [Trace element efficiency in healthy subjects based on multi-element analysis of serum and plasma] [en huégaro]. *Orv Hetil.* 1991; 132(8):395–400.
 67. McMaster D, Bell N, Anderson P, Love A. Automated measurement of two indicators of human selenium status, and applicability to population studies. *Clin Chem.* 1990; 36(2):211–6.
 68. Murphy J, Cashman K. Selenium status of Irish adults: evidence of insufficiency. *Ir J Med Sci.* 2002;17(2):81–4.
 69. Bellisola G, Perona G, Galassini S, Moschini G, Guidi G. Plasma selenium and glutathione peroxidase activities in individuals living in the Veneto region of Italy. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1993;7(4): 242–4.
 70. Girelli D, Lupo A, Trevisan M, Olivieri O, Bernich P, Zorzan P, et al. Red blood cell susceptibility to lipid peroxidation, membrane lipid composition, and antioxidant enzymes in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int.* 1992;12(2):205–10.
 71. Girelli D, Olivieri O, Stanzial A, Azzini M, Lupo A, Bernich P, et al. Low platelet glutathione peroxidase activity and serum selenium concentration in patients with chronic renal failure: relations to dialysis treatments, diet and cardiovascular complications. *Clin Sci (Lond).* 1993;84(6):611–7.
 72. Girelli D, Olivieri O, Stanzial A, Guarini P, Trevisan M, Bassi A, et al. Factors affecting the thiobarbituric acid test as index of red blood cell susceptibility to lipid peroxidation: a multivariate analysis. *Clin Chim Acta.* 1994;227(1–2):45–57.
 73. Morisi G, Patriarca M, Marano G, Giampaoli S, Taggi F. Age and sex specific reference serum selenium levels estimated for the Italian population. *Ann Ist Super Sanita.* 1989;25:393–403.
 74. Morisi G, Patriarca M, Menotti A. Improved determination of selenium by Zeeman atomic absorption spectrometry. *Clin Chem.* 1988;34(1):127–30.
 75. Olivieri O, Girelli D, Azzini M, Stanzial A, Russo C, Ferroni M, et al. Low selenium status in the elderly influences thyroid hormones. *Clin Sci (Lond).* 1995;89(6):637–42.
 76. Hagmar L, Persson-Moschos M, Akesson B, Schütz A. Plasma levels of selenium, seleno-protein P and glutathione peroxidase and their correlations to fish intake and serum levels of thyrotropin and thyroid hormones: a study on Latvian fish consumers. *Eur J Clin Nutr.* 1998;52(11):796–800.
 77. Golubkina N, Shagova M, Spirichev V, Alftan J, Laaksonen P, Kumpulainen I, et al. [Selenium intake by the population of Lithuania] [en ruso]. *Vopr Pitan.* 1992(1):35–7.
 78. Bibow K, Meltzer H, Mundal H, Paulsen I, Holm H. Platelet selenium as indicator of wheat selenium intake. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1993;7(3):171–6.
 79. Ringstad J, Aaseth J, Johnsen K, Utsi E, Thomassen Y. High serum selenium concentrations in reindeer breeding Lappish men. *Arctic Med Res.* 1991;50(3):103–6.
 80. Ringstad J, Fønnebo V. The Tromsø Heart Study: serum selenium in a low-risk population for cardiovascular disease and cancer and matched controls. *Ann Clin Res.* 1987; 19(5):351–4.
 81. Ringstad J, Jacobsen B, Thomassen Y. The Tromsø Heart Study: relationships between the concentration of selenium in serum and risk factors for coronary heart disease. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1987; 1(1):27–31.
 82. Ringstad J, Jacobsen B, Thomassen Y, Thelle D. The Tromsø Heart Study: serum selenium and risk of myocardial infarction a nested case-control study. *Epidemiol Community Health.* 1987;41(4):329–32.
 83. Ringstad J, Jacobsen B, Tretli S, Thomassen Y. Serum selenium concentration associated with risk of cancer. *J Clin Pathol.* 1988;41(4): 454–7.
 84. Ringstad J, Knutsen S, Nilssen O, Thomassen Y. A comparative study of serum selenium and vitamin E levels in a population of male risk drinkers and abstainers. A population-based matched-pair study. *Biol Trace Elem Res.* 1993;36(1):65–71.
 85. Dejneka W, Sworzczak K, Obołończak L, Lukasiak J. [Classification of thyroid gland disease on the basis of selenium concentration in serum]. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2007; 58(3):563–7.
 86. Luty-Frackiewicz A, Jethon Z, Januszewska L. Effect of smoking and alcohol consumption on the serum selenium level of Lower Silesian population. *Sci Total Environ.* 2002; 285(1–3):89–95.
 87. Pawłowicz Z, Zachara B, Trafikowska U, Maciag A, Marchaluk E, Nowicki A. Blood selenium concentrations and glutathione peroxidase activities in patients with breast cancer and with advanced gastrointestinal cancer. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1991;5(4):275–7.
 88. Scieszka M, Danch A, Machalski M, Drózd M. Plasma selenium concentration in patients with stomach and colon cancer in the Upper Silesia. *Neoplasma.* 1997;44(6):395–7.
 89. Wasowicz W, Zachara B. Selenium concentrations in the blood and urine of a healthy Polish sub-population. *J Clin Chem Clin Biochem.* 1987;25(7):409–12.
 90. Lopes P, Santos M, Vicente L, Rodrigues M, Pavão M, Nêve J, et al. Trace element status (Se, Cu, Zn) in healthy Portuguese subjects of Lisbon population: a reference study. *Biol Trace Elem Res.* 2004;101(1):1–17.
 91. Pavão M, Cordeiro C, Costa A, Raposo J, Santos M, Nêve J, et al. Comparison of whole-blood glutathione peroxidase activity, levels of serum selenium, and lipid peroxidation in subjects from the fishing and rural communities of “Rabo de Peixe” village, San Miguel Island, the Azores’ Archipelago, Portugal. *Biol Trace Elem Res.* 2003;92(1): 27–40.
 92. Santos M, Oliveira A, Viegas-Crespo A, Vicente L, Barreiros A, Monteiro P, et al. Systemic markers of the redox balance in chronic obstructive pulmonary disease. *Biomarkers.* 2004;9(6):1–9.
 93. Viegas-Crespo A, Pavão M, Paulo O, Santos V, Santos M, Nêve J. Trace element status (Se, Cu, Zn) and serum lipid profile in Portuguese subjects of San Miguel Island from Azores archipelago. *J Trace Elements Med Biol.* 2000;14(1):1–5.
 94. Shortt C, Duthie G, Robertson J, Morrice P, Nicol F, Arthur J. Selenium status of a group of Scottish adults. *Eur J Clin Nutr.* 1997; 51(6):400–4.
 95. Benes B, Spěváčková V, Cejchanová M, Smíd J, Svandová E. Retrospective study of concentration levels of Pb, Cd, Cu and Se in serum of the Czech population in time period 1970–1999. *Cent Eur J Public Health.* 2001;9(4):190–5.
 96. Korunova V, Skodova Z, Dedina J, Valenta Z, Parizek J, Pisa Z, et al. Serum selenium in adult czechoslovak (Central Bohemia) population. *Biol Trace Elements Res.* 1993;37(2–3): 91–9.
 97. Kvícala J, Jiránek V, Němeček J, Cerovská J, Dvoráková M, Bílek R. [Selenium deficiency of west Bohemia population] [en checo]. *Vnitř Lek.* 2006;52(10):873–80.
 98. Golubkina N, Parfenova E, Reshetnik L. [Selenium status in population of Irkutsk region] [en ruso]. *Vopr Pitan.* 1998(4):24–6.
 99. Sen’kevich O, Golubkina N, Kliuchnikova N, Kliuchnikov P, Sirotina Z, Koval’skiĭ Iu G. [The human selenium status in the Far East of Russia] [en ruso]. *Vopr Pitan.* 2008;77(2): 67–71.
 100. Golubkina N, Mal’tsev G, Bogdanov N, Vlaskina S, Alekseeva I, Khotimchenko S. Selenium status of the inhabitants in the Kaluga region] [en ruso]. *Vopr Pitan.* 1995(5):13–6.
 101. Golubkina N, Shagova M, Spirichev V. [Selenium status of different population groups of the Bashkortostan Republic] [en ruso]. *Vopr Pitan.* 1996;4:3–5.
 102. Golubkina N, Alfthan G. Selenium status of pregnant women and newborns in the former Soviet Union. *Biol Trace Elem Res.* 2002; 89(1):13–23.
 103. Maksimović Z, Rsumović M, Jovič V, Kosanović M, Jovanović T. Selenium in soil, grass, and human serum in the Zlatibor mountain area (Serbia): geomedical aspects. *J Environ Pathol Toxicol Oncol.* 1998;17(3–4): 221–7.
 104. Burri J, Haldimann M, Dudler V. Selenium status of the Swiss population: assessment and change over a decade. *J Trace Elem Med Biol.* 2008;22(2):112–9.
 105. Forrer R, Gautschi K, Lutz H. Comparative determination of selenium in the serum of various animal species and humans by means of electrothermal atomic absorption spectrometry. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1991;5(2):101–13.
 106. Haldimann M, Venner TY, Zimmerli B. Determination of selenium in the serum of healthy swiss adults and correlation to dietary intake. *J Trace Elements Med Biol.* 1996;10(1):31–45.
 107. Delilbaşı E, Turan B, Yücel E, Şaşmaz R, Işimer A, Sayal A. Selenium and Behçet’s disease. *Biol Trace Elem Res.* 1991;28(1):21–5.
 108. Hincal F, Başaran N, Yetgin S, Gökmen O. Selenium status in Turkey. II. Serum selenium concentration in healthy residents of different ages in Ankara. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1994;8(1):9–12.
 109. Koşar F, Sahin I, Taşkan H, Küçükbay Z, Güllü H, Taşkan H, et al. Trace element status (Se, Zn, Cu) in heart failure. *Anadolu Kardiyol Derg.* 2006;6(3):216–20.

110. Köse K, Doğan P, Aşçıoğlu M, Erkişik K, Aşçıoğlu O. Oxidative stress and antioxidant defenses in plasma of patients with Behçet's disease. *Tohoku J Exp Med.* 1995; 176(4): 239-48.
111. Köse K, Doğan P, Kardas Y, Saraymen R. Plasma selenium levels in rheumatoid arthritis. *Biol Trace Elem Res.* 1996;53(1-3): 51-6.
112. Odabasi E, Turan M, Aydın A, Akay C, Kutlu M. Magnesium, zinc, copper, manganese, and selenium levels in postmenopausal women with osteoporosis. Can magnesium play a key role in osteoporosis? *Ann Acad Med Singapore.* 2008;37(7):564-7.
113. Backovic D, Marinkovic J, Jorga J, Pavlica M, Maksimovic Z, Nikolic M. Environmental factors, health-related habits, and serum selenium levels in cancer patients and health controls. *Biol Trace Element Res.* 1999;67(1): 55-62.
114. Maksimović Z, Djujić I, Jović V, Rsumović M. Selenium deficiency in Yugoslavia. *Biol Trace Elem Res.* 1992;33(1-3):187-96.
115. Brtkova A, Magalova T, Bederova A, Babinska K, Bartekova S. Serum selenium levels in healthy Slovak children and adolescents. *Biol Trace Elem Res.* 1999;67(1):49-54.
116. Micetic-Turk D, Turk Z, Radolli L. Serum selenium values in healthy children aged 1-18 years in NE Slovenia. *Eur J Clin Nutr.* 1996; 50(3):192-4.
117. Rossipal E, Tiran B. Selenium and glutathione peroxidase levels in healthy infants and children in Austria and the influence of nutrition regimens on these levels. *Nutrition.* 1995;11(5 Suppl):573-5.
118. Tiran B, Tiran A, Rossipal E, Lorenz O. Simple decomposition procedure for determination of selenium in whole blood, serum and urine by hydride generation atomic absorption spectroscopy. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1993;7(4):211-6.
119. Thomas A, Miller V, Shenkin A, Fell G, Taylor F. Selenium and glutathione peroxidase status in paediatric health and gastrointestinal disease. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1994;19(2):213-9.
120. Chakar A, Mokni R, Chappuis P, Mahu J, Walravens P, Bleiberg-Daniel F, et al. Selenium status of healthy immigrant Parisian preschool children. *Biol Trace Elem Res.* 1993;36(1):25-33.
121. Malvy D, Arnaud J, Burtschy B, Richard M, Favier A, Houot O, et al. Reference values for serum zinc and selenium of French healthy children. *Eur J Epidemiol.* 1993;9(2): 155-61.
122. Ryan-Harshman M, Aldoore W. The relevance of selenium to immunity, cancer, and infectious/inflammatory diseases. *Can J Diet Pract Res.* 2005;66(2):98-102.
123. Muntau A, Streiter M, Kappler M, Röschinger W, Schmid I, Rehnert A, et al. Age-related reference values for serum Se concentrations in infants and children. *Clin Chem.* 2002;48(3):555-60.
124. Lombeck I, Kasperek K, Harbisch H, Feinendegen L, Bremer H. The selenium state of healthy children. I. Serum selenium concentration at different ages: activity of glutathione peroxidase of erythrocytes at different ages; selenium content of food of infants. *Eur J Pediatr.* 1977;125(1):81-8.
125. Verlinden M, Van Sprundel M, Van der Auwera J, Eylembosch W. The selenium status of Belgian population groups. II. Newborns, children, and the aged. *Biol Trace Elem Res.* 1983;5(2):103-13.
126. Spagnolo A, Morisi G, Marano G, Righetti G, Maietta A, Menotti A. Serum selenium and precursors of cardiovascular risk factors in adolescents. *Eur J Epidemiol.* 1991;7(6): 654-7.
127. Marano G, Spagnolo A, Morisi G, Menotti A. Changes of serum selenium and serum cholesterol in children during sexual maturation. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1991;5(1):59-61.
128. Hincal F, Yetgin S, Ataceri N. Hincal F, Yetgin S, Ataceri N. Selenium status in Turkey. I. Serum selenium levels in infants and children in Ankara. *Biol Trace Elem Res.* 1989;20(1-2):161-7.
129. Gurkan F, Atamer Y, Ece A, Kocyigit Y, Tuzun H, Mete M. Relationship among serum selenium levels, lipid peroxidation, and acute bronchiolitis in infancy. *Biol Trace Elem Res.* 2004;100(2):97-104.
130. Olmez A, Yaşın S, Yurdakök K, Cofkun T. Serum selenium levels in acute gastroenteritis of possible viral origin. *J Trop Pediatr.* 2004;20(2):78-81.
131. Mengübaş K, Diab N, Gökmen G, Ataman O, A. C, Cin S. Selenium status of healthy Turkish children. *Biol Trace Elem Res.* 1996; 54(2):163-72.
132. Queiroz S, Nobrega F. Estudo da composicao do selenio no leite de nutrizas adultas de alto e baixo niveis economicos. *J Pediatr (Rio de J).* 1990;66:232-7.
133. Agostoni A, Gerli GC, Beretta L, Palazzini G, Buso GP, Hu XS, et al. Erythrocyte antioxidant enzymes and selenium serum levels in an Andean population. *Clin Chim Acta.* 1983;133(2):153-7.
134. Burguera JL, Burguera M, Galignani M, Alarcon OM, Burguera JA. Blood serum selenium in the province of Merida, Venezuela, related to sex, cancer incidence and soil selenium content. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis.* 1990;4(2):73-7.
135. Burk R, Pearson W, Wood R, Viteri F. Blood selenium levels and in vitro red cells uptake of 75-Se in kwashiorkor. *Am J Clin Nutr.* 1967;20(7):723-6.
136. da Cunha S, Filho FM, Antelo DS, de Souza MM. da Cunha S, Filho FM, Antelo DS, de Souza MM. Serum sample levels of selenium and copper in healthy volunteers living in Rio de Janeiro city. *Sci Total Environ* 2003;301:51-4.
137. Felio MS, Piñeiro A, López C, Slobodianik NH. Valores de referencia de cobre, zinc y selenio en niños. *Acta Bioquím Clín Latinoam.* 2005;39(4):459-62.
138. Imai H, Kashiwazaki H, Suzuki T, Kabuto M, Himeno S, Watanabe C, et al. Selenium levels and glutathione peroxidase activities in blood in an andean high-altitude population. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 1995; 41(3):349-61. Erratum in: *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 1995;41(5):following.
139. Karita K, Hamada G, Tsugane S. Comparison of Se status between Japanese living in Tokyo and Japanese Brazilians in Sao Paulo, Brazil. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2001; 10(3):197-9.
140. Lemire M, Mergler D, Fillion M, Passos C, Guimaraes J, Davidson R, et al. Elevated blood selenium levels in the Brazilian Amazon. *Sci Total Environ.* 2006;366(1):101-11.
141. Pinheiro M, Muller R, Sarkis J, Vieira J, Oikawa T, Gomes M, et al. Mercury and selenium concentrations in hair samples of women in fertile age from Amazon riverside communities. *Sci Total Environ.* 2005; 349(1-3):284-8.
142. Pinto E, García L, Negrín R, Brätter P, Negretti V. Niveles séricos de minerales y oligoelementos en recién nacidos sanos menores de un día. *Arch venez pueric pediatr.* 1995;58(1):20-7.
143. Reyes H, Baez M, Gonzalez M, Hernandez I, Palma J, Ribalta J, et al. Selenium, zinc and copper plasma levels in intrahepatic cholestasis of pregnancy, in normal pregnancies and in healthy individuals, in Chile. *J Hepatol.* 2000;32(4):542-9.
144. Sempertegui F, Estrella B, Vallejo W, Tapia L, Herrera D, Moscoso F, et al. Selenium serum concentrations in malnourished Ecuadorian children: a case-control study. *Int J Vitam Nutr Res.* 2003;73(3):181-6.
145. Somarriba O, Golubkina N, Sokolov I. Hair analysis for evaluation of selenium status in Managua population (Nicaragua) [en ruso; resumen en Pubmed]. *Vopr Pitan.* 1998(2): 22-4.
146. Alftan G, Neve J. Reference values for serum selenium in various areas-evaluated according to the TRACY protocol. *J Trace Elem Med Biol.* 1996;10(2):77-87.
147. Rayman M. Food-chain selenium and human health: emphasis on intake. *Br J Nutr.* 2008;100(2):254-68.
148. Rayman M, Infante H, Sargent M. Food-chain selenium and human health: spotlight on speciation. *Br J Nutr.* 2008;100(2):238-53.
149. Lockitch G, Halstead A, Wadsworth L, Quigley G, Reston L, B. J. Age- and sex-specific pediatric reference intervals and correlations for zinc, copper, selenium, iron, vitamins A and E, and related proteins. *Clin Chem.* 1988;34(8):1625-8.
150. Lalonde L, Jean Y, Roberts K, Chapdelaine A, Bleau G. Fluorometry of selenium in serum or urine. *Clin Chem.* 1982;28(1):172-4.
151. Dickson R, Tomlinson R. Selenium in blood and human tissues. *Clin Chim Acta.* 1967; 16(2):311-21.
152. Philibert A, Vanier C, Abdelouahab N, Man Chan H, Mergler D. Fish intake and serum fatty acid profiles from freshwater fish. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(6):1299-307.
153. Bjerre B, von Schenck H, Sörbo B. Hyposelemaemia: patients with gastrointestinal diseases are at risk. *J Intern Med.* 1989;225(2): 85-8.
154. Hughes K, Chua L, Ong C. Serum selenium in the general population of Singapore, 1993 to 1995. *Ann Acad Med Singapore.* 1998; 27(4):520-3.
155. Versieck J. Trace elements in human body fluids and tissues. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 1985;22(2):97-184.
156. Zheng BS. An analysis on the reported values of trace elements in human serum [en chino; resumen en Pubmed] *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi.* 1993;27(4):205-7.
157. Duffield AJ, Thomson CD, Hill KE, Williams S. An estimation of selenium requirements

- for New Zealanders. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70(5):896–903.
158. Rea H, Thomson C, Campbell D, Robinson M. Relation between erythrocyte selenium concentrations and glutathione peroxidase (EC 1.11.1.9) activities of New Zealand residents and visitors to New Zealand. *Br J Nutr.* 1979;42(2):201–8.
159. Hill KE, Xia Y, Akesson B, Boeglin ME, Burk RF. Selenoprotein P concentration in plasma is an index of selenium status in selenium-deficient and selenium-supplemented Chinese subjects. *J Nutr.* 1996;126(1):138–45.
160. Manzanera W, Biestro A, Galusso F, Torre M, Mañay N, Pittini G, et al. Serum selenium and glutathione peroxidase-3 activity: biomarkers of systemic inflammation in the critically ill? *Intensive Care Med.* 2009;35(5): 882–9.

Manuscrito recibido el 5 de febrero de 2010. Aceptado para publicación, tras revisión, el 26 de julio de 2010.

Selenium in serum and plasma: epidemiology and reference values

ABSTRACT

Objective. To review and analyze the literature on selenium (Se) levels in human serum and plasma; to describe some variations; to obtain reference values for the countries of Europe and Latin America, and to provide an information framework for future studies on the subject.

Methods. Scientific literature was reviewed to gather information on selenium serum or plasma levels in people identified as “healthy.” The LILACS, SciELO, and PubMed Medline databases were consulted. The search for information could be from any date (up to January 2010) and in any language. Weighted arithmetic means and standard deviations were calculated.

Results. For Europe, 161 reports published between 1972 and 2009 were found, covering 49 869 healthy adults, 28 countries, and 8 regions. Serum/plasma Se levels ranged from 48.2 to 124.00 µg/L. Weighted values for Europe were 85.19 ± 14.58 (CI 95% for the weighted average, 85.124–85.256). The averages by country, region, and measurement technique were statistically different, with significant differences associated with sex and age. Twenty-three of the studies involved individuals under 19 years of age in 10 European countries. The weighted values for this population were 74.21 ± 9.50 µg/L (CI 95%, 73.95–74.46). Only 11 studies from Latin America were available. Serum/plasma Se was 91.51 ± 18.78 µg/L in adults; 93.25 ± 39.20 in children under 15; and 130 ± 30 in newborns less than 25 hours old.

Conclusions. Se serum/plasma levels in Europe showed statistically significant differences by sex and age. Se levels were higher in Latin American adults and children than in Europeans, but the Latin American data are based on few people. The technique for measuring Se in serum/plasma appears to have a significant influence. Properly planned and designed population studies should be conducted in Latin America in order to establish regional reference values for Se in serum and plasma.

Key words Selenium; serum; plasma; reference values; Europe; Latin America.