



NIVELES SÉRICOS DE ZINC EN LOS NIÑOS NORMOTENSOS, PREHIPERTENSOS E HIPERTENSOS DE EDAD ESCOLAR

Autores: Jesús Isaías Alfonso Rodríguez¹, Dania Heredia Ruiz², Douglas Fernández Caraballo³, Marianela Ballesteros Hernández⁴, Ángel Mollineda Trujillo⁵

1 Master, Profesor Auxiliar, Investigador Auxiliar y Profesor Consultante. Bioquímica, Unidad de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Ciencias Médicas de VC, jesusar@infomed.sld.cu.

2 Laboratorio Clínico, Master, Doctor en Ciencia, Profesor Auxiliar e Investigador Auxiliar. Unidad de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Ciencias Médicas de VC.

3 Bioquímica, Master, Doctor en Ciencia, Profesor Auxiliar e Investigador Auxiliar. Unidad de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Ciencias Médicas de VC.

4 Fisiología, Master, profesor Auxiliar e Investigador Auxiliar. Unidad de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Ciencias Médicas de VC.

5 Técnico, Facultad de Ciencias Agropecuaria, Universidad Central de las Villas.

RESUMEN

Introducción: En la actualidad la elevada tensión sanguínea en la infancia es un problema de salud pública a nivel mundial. Existen micronutrientes que se relacionan con enfermedades cardiovasculares entre los que se encuentran el zinc. **Objetivo:** Evaluar el comportamiento como antioxidante de las

concentraciones séricas de zinc en niños normotensos, prehipertensos e hipertensos según sexo, color de la piel y la edad. **Métodos:** El estudio se identificó como descriptivo transversal. En el mismo participaron 478 niños entre las edades de 8 y 11 años. La determinación del zinc se realizó en una muestra de plasma en un espectrofotómetro de absorción atómica. Se utilizó el test de Student y el de Mann-Whinney, para un nivel de significación $p < 0,05$.

Resultados: Hubo una tendencia a la disminución de la concentración de zinc en los niños prehipertensos e hipertensos en todos los grupos estudiados. La disminución de la concentración del zinc se hace significativa sólo en los niños prehipertensos del grupo total de los mismos y del sexo femenino al compararlos con los normotensos. **Conclusiones:** En los niños prehipertensos fue donde se encontraron las mayores disminuciones de la concentración de zinc



Palabras claves

Prehipertensos; hipertensos; zinc; sexo; color de la piel; estrés oxidativo y antioxidante

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA) es considerada el principal factor de riesgo en el mundo, causando un estimado de 7,5 millones de muertes por años. Se prevé que el número de adultos con HTA en el 2025 pueda incrementar a 1,56 billones. Lo anterior ratifica la importancia en la prevención, el tratamiento y el control de la HTA. (1) La elevada presión sanguínea en la infancia es un problema de salud pública a nivel mundial y la misma está asociada con daños en órganos blancos. Es muy probable que niños con la presión sanguínea elevada desarrollen aterosclerosis subclínica y mortalidad prematura comparada con aquellos niños que tienen presión sanguínea normal. (2) Debido a lo anterior el diagnóstico inicial y tratamiento de la hipertensión en la infancia puede potencialmente tener un impacto significativo sobre futuros sucesos adversos.

Existen evidencias patobiológicas y epidemiológicas que han sugerido que la HTA en la infancia está asociada con esta enfermedad en la adultez con presencia de eventos cardiovasculares a lo largo de toda la vida. (3)

Se estima que entre el 2 % y el 5 % de todos los pacientes pediátricos tienen valores de presión sanguínea que dan criterio para el diagnóstico de HTA. Diferentes estudios reportan cifras cerca del 10 % de prevalencia de hipertensión en la infancia. En los mismos se encontró que cerca de un 20 % de los adolescentes tenían criterio para el diagnóstico de pre hipertensión o hipertensión, lo que sugiere que la prevalencia puede ser aún mayor que el estimado actual. (4) Es por ello que desde hace 40 años se ha recomendado la medición de la presión sanguínea en la infancia como un examen de rutina médica sin embargo es ignorada en muchas ocasiones por diferentes causas. (5) Entre los principales factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares (ECV) se encuentran obesidad, diabetes y condiciones hiperglicémicas, hipertensión, alteraciones metabólicas, tabaquismo y envejecimientos entre otras. Todos estos factores tienen en común que en el mecanismo fisiopatológico de ellos está presente el estrés oxidativo (EO). (6)



Touyz et al. (7) plantean que el EO ha sido causa asociada al incremento de la presión sanguínea en varios modelos experimentales de hipertensión con incremento de biomarcadores en plasma entre los que se destacan sustancias reactiva del ácido tiobarbitúrico, isoprostanos F_{2α}, H₂O₂ y un aumento de la actividad de las enzimas NAHPH oxidas y la xantina oxidasa. Algo similar se señala al encontrar que en pacientes hipertensos existe una fuerte asociación entre presión sanguínea y el incremento de biomarcadores de EO como el malonaldehído, los isoprostanos F₂, glutatión oxidado y la oxidación de ADN a través de 8-oxo-dG. (8) Por otro lado Pinheiro y Oliveira (9) reafirman que la HTA humana está asociada con una reducción de la actividad de enzimas antioxidantes (EAO) e incremento de las especies reactivas del oxígeno (ERO) guiando a un EO.

Existen muchos micronutrientes que realizan una variedad de funciones específicas en el organismo entre las que se encuentran la catalítica, estructural y regulatorias. De ellos hay varios que se relacionan con ECV entre los que se encuentran el zinc y cobre. El desbalance en la concentración interna de estos elementos trazas pueden incidir en las ECV como la HTA. Existen evidencias experimentales de que estos elementos están asociados con este tipo de enfermedades. (10)

Los elementos trazas en la dieta parecen tener un papel clave en la prevención de ECV a través de su función antioxidativas. Darroudi et al. (11) han mostrado que existe una asociación entre deficiencia de micronutrientes e incremento de la presión sanguínea. Tamkinath y Syveda (12) han mostrado la participación de elementos como el zinc, magnesio y el cobre entre otros en el desarrollo del proceso hipertensivo.

El zinc es un elemento esencial y el segundo catión divalente más abundante en el cuerpo. Este micronutriente tiene entre otros un papel importante como agente antioxidante y antiinflamatorio. (13)

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de las concentraciones séricas de zinc en niños normotensos, pre-hipertensos e hipertensos según sexo, edad, y color de la piel.



MATERIAL Y MÉTODO

El estudio formó parte del Proyecto PROCDEC ejecutado por las Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara y el Sectorial Provincial de Salud de Villa Clara, el cual desarrolló una pesquisa integral para la detección temprana de niños pre-hipertensos e hipertensos con intervención, en cuatro Escuelas Primarias del municipio de Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

El estudio se clasificó como descriptivo transversal en el cual participaron especialistas de múltiples disciplina entre las que sobresalieron, pediatras, cardiólogos, bioquímicos, fisiólogos, endocrinólogos, médicos generales integrales, psicólogos entre otros.

La muestra a criterio de los autores la conformaron 478 niños entre las edades de 8 y 11 años, procedentes de cuatro Escuelas Primarias del municipio de Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Se seleccionó este intervalo de edad debido que al término de la enseñanza primaria y comenzar la enseñanza secundaria los niños se dispersan y asisten a diferentes secundarias, lo que hace muy difícil localizarlos para realizar la intervención con los niños que se detectaron como prehipertensos e hipertensos.

Los niños fueron clasificados atendiendo a su presión arterial, sexo, color de la piel y edad. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los padres involucrados en el estudio, una vez que se explicó en qué consistía el estudio, su importancia y el beneficio personal y familiar.

Se incluyen niños en edades comprendidas entre 8 y 11 años cuyos padres o tutores estuvieron de acuerdo que participaran en la investigación y que las muestras de sangre no mostraran ninguna alteración.

Se excluyeron de la muestra los niños que mostraron algún tipo de discapacidad, con padres que no estuvieran de acuerdo que sus hijos participaran en el estudio o con hemolisis en las muestras de sangre.

La presión arterial se midió en 8 momentos, para lograr su clasificación en normotensos, prehipertensos o hipertensos, donde se utilizaron brazaletes del tamaño adecuado a la circunferencia del brazo, de tal forma que la bolsa neumática interna abarcó más del 50 % de la circunferencia del brazo, medida



en el punto medio entre el acromion y el olecranon. El estetoscopio utilizado fue de tamaño pediátrico.

Para la obtención del diagnóstico, se utilizaron las tablas de percentiles de talla y presión arterial que consideran la edad y el sexo. Se consideraron hipertensos aquellos niños que reportaron cifras de presión arterial por encima del 95 percentil, pre-hipertenso los que tuvieron un percentil entre 90 y 95 y normotensos aquellos con menos del 90 percentil. (14)

Para la extracción de la muestra a cada niño se le extrajo 10 cc de sangre con jeringuilla desechable en la condición de ayuno total de 12 horas mínimo y dieta normo calórica y normo lipídica en la última comida, con previo consentimiento y participación de sus padres o tutores.

La determinación del zinc se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica marca PYE UNICAM SP9, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UCLV. Este método consiste en la medición de las especies atómicas por su absorción a una longitud de onda particular. La especie atómica se logra por atomización de la muestra y son distintos los procedimientos utilizados para esto. En este caso se aplicó la técnica de atomización más usada que es la de absorción atómica con llama, que nebuliza la muestra y luego la disemina en forma de aerosol dentro de una llama de aire acetileno.

Para la determinación del zinc se utilizó una solución de cloruro de lantano al 0,1 %. Para ello se utilizó una curva patrón. Todas las determinaciones se realizaron según los procedimientos normalizados de operación (PNO) establecidos. (15) El equipo realiza tres lecturas de cada muestra y determina el valor medio. Los reactivos utilizados fueron de alta calidad, pertenecientes a la firma MERCK y SIGMA.

Para conocer si la muestra cumplió con la distribución normal se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($n \geq 100$) y de Shapiro-Wilk ($n \leq 100$). Si la distribución de la muestra es normal se utilizará el test de Student, si no cumple esta condición se utilizará los test no paramétrico Kruskal-Wallis y de Mann-Whinney, para conocer si existe diferencia significativa para un nivel de significación de $p < 0,05$ Todos los test que se utilizaran pertenecen al paquete estadístico de SPSS 21.0.



RESULTADOS

En la Tabla 1 se observa que los niños prehipertensos presentan una disminución significativa de la concentración de zinc en comparación con los niños normotensos. Se observa también una disminución en los niños hipertensos pero sin significación.

Tabla1 Concentración de zinc según la clasificación de la presión arterial

Presión arterial	N	Zn ($\mu\text{g/ml}$)
Normotensos	293	1,153 \pm 0,29
Prehipertensos	151	1,121 \pm 0,29* p=0,027
Hipertensos	34	1,143 \pm 0,26 p=0,588
Total	478	1,142 \pm 0,29

En relación al sexo de los niños no se encontró diferencia significativa en las concentraciones de zinc (femenino 1,146 \pm 0,29 $\mu\text{g/ml}$ y masculino 1,139 \pm 0,29 $\mu\text{g/ml}$)

Al analizar el comportamiento de las concentraciones del zinc según el sexo y la presión arterial de los niños, sólo se encontró que los niños prehipertensos del sexo femenino tienen una disminución significativa en relación a los normotensos. En ambos sexos se constata una tendencia a la disminución de las concentraciones del zinc (Tabla 2).

Tabla 2 Concentración de zinc según el sexo de los niños y la presión arterial

Presión arterial	Femenino		Masculino	
	N	Zn ($\mu\text{g/ml}$)	N	Zn ($\mu\text{g/ml}$)
Normotensos	147	1,167 \pm 0,30	141	1,141 \pm 0,28
Prehipertensos	85	1,110 \pm 0,26* p=0,009	66	1,136 \pm 0,31 p=0,617
Hipertensos	23	1,148 \pm 0,27 p=0,439	11	1,133 \pm 0,25 p=0,826
Total	255	1,146 \pm 0,29	218	1,139 \pm 0,29



En la determinación de las concentraciones de zinc en cuanto al color de la piel de los niños, no se encontró diferencia significativa, el valor más bajo estuvo en los niños de piel no blanca (piel blanca $1,148 \pm 0,29 \mu\text{g/ml}$ y piel no blanca $1,113 \mu\text{g/ml} \pm 0,26 \mu\text{g/ml}$)

En la Tabla 3 se representan los resultados de las concentraciones de zinc de los niños según el color de su piel y la presión arterial donde se observa que hay una disminución en los niños prehipertensos e hipertensos de piel blanca pero sin significación e igual resultados aparece en los niños de piel no blanca con excepción del grupo hipertenso donde se observa un aumento de la concentración de zinc respecto a los normotensos.

Presión arterial	Piel blanca		Piel no blanca	
	N	Zn ($\mu\text{g/ml}$)	N	Zn ($\mu\text{g/ml}$)
Normotensos	239	$1,159 \pm 0,30$	46	$1,126 \pm 0,24$
Prehipertensos	120	$1,131 \pm 0,29$ $p=0,07$	31	$1,084 \pm 0,28$ $p=0,166$
Hipertensos	29	$1,138 \pm 0,26$ $p=0,434$	5	$1,171 \pm 0,29$ $p=0,657$
Total	388	$1,148 \pm 0,29$	82	$1,113 \pm 0,26$

Al revisar la Tabla 4 se observa que no se encontró diferencia significativa en las concentraciones de zinc en los niños normotensos al compararlos con los prehipertensos e hipertensos según la presión arterial y las diferentes edades estudiadas. Se observa una tendencia a la disminución de las concentraciones de zinc en todos los grupos siendo más marcada en los niños prehipertensos con la única excepción de los niños hipertensos de 10 años de edad.

Tabla 4 Concentración de zinc según la edad de los niños y la presión arterial

Presión arterial	8 años		9 años		10 años		11 años	
	N	Zn ($\mu\text{g/ml}$)	N	Zn ($\mu\text{g/ml}$)	N	Zn ($\mu\text{g/ml}$)	N	Zn ($\mu\text{g/ml}$)
Normotensos	51	$1,182 \pm 0,36$	70	$1,333 \pm 0,29$	120	$1,129 \pm 0,27$	45	$1,190 \pm 0,22$
Prehipertensos	40	$1,136 \pm 0,27$ $p=0,484$	43	$1,129 \pm 0,32$ $p=0,409$	60	$1,097 \pm 0,28$ $p=0,084$	8	$1,179 \pm 0,20$ $p=0,095$
Hipertensos	12	$1,140 \pm 0,30$ $p=0,612$	12	$1,129 \pm 0,27$ $p=0,623$	9	$1,139 \pm 0,26$ $p=0,967$	1	-
Total	103	$1,159 \pm 0,32$	125	$1,143 \pm 0,29$	189	$1,120 \pm 0,28$	54	$1,179 \pm 0,22$



DISCUSIÓN

El zinc es uno de los elementos trazas más común en el cuerpo humano y presenta un participación importante en el crecimiento y desarrollo al actuar como factor de señalización. (16) Este microelemento tiene varias funciones entre las que se sobresalen ser cofactor de más de 300 enzimas, además es esencial en el sitio activo de la superóxido dismutasa (SOD) una importante enzima que cataliza la dismutación del superóxido. (17)

En el grupo general de niños representado en la Tabla 1 se observa que los infantes prehipertensos presentaron una disminución significativa de la concentración de zinc. Este resultado coincide con lo presentado por Nevarez et al. (18) lo que hallaron que en los individuos prehipertensos entre 20 y 60 años de edad tenían una deficiencia de zinc al realizar un estudio caso-control en prehipertensos aparentemente sano. En los resultados también se reporta una disminución de la concentración de zinc en niños hipertensos, pero sin significación. Lo anterior está acorde parcialmente con los resultados de un estudio realizado por Fatima y Anees (19) al estudiar el comportamiento del zinc en pacientes con HTA esencial, en el que se encontró una disminución altamente significativa de las concentraciones de zinc al compararlo con individuos normotensos.

Por otro lado Choi et al. (20) encuentran que existe una correlación negativa entre la presión sanguínea arterial y el contenido de zinc en el suero en pacientes que padecían de presión arterial primaria. Estos mismo autores señalan que no es sorprendente que el zinc participe en la regulación del proceso aterosclerótico y que la deficiencia de este puede ser un factor de riesgo para esta enfermedad. Se han encontrado resultados contradictorios en individuos hipertensos debidos que presentan niveles más altos de zinc que los normotensos y otros estudios donde no se ha encontrado ningunas diferencia significativa entre las concentraciones de zinc y los hipertensos. (21)

En ambos sexo se encontró que existía una disminución de la concentración del zinc en los niños prehipertensos e hipertensos al referirse a los valores de los normotensos. La disminución sólo fue significativa en las niñas prehipertensas. En una investigación de Somayeh et al. (22) donde estudiaba el nivel del zinc en el plasma de individuos normotensos e hipertensos se reporta una disminución



significativa del zinc en ambos sexos, siendo sólo significativa en las mujeres hipertensas.

Zhaoying et al. (21) en un estudio de metaanálisis encontraron que pacientes hipertensos masculinos presentaron disminución significativa de la concentración de zinc con relación al grupo control. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos con la diferencia que la disminución no fue significativa. Farzin et al. (23) realizaron un estudio de caso control sobre el estado de antioxidantes sérico que incluía entre otros micronutriente el zinc en niños con leucemia mieloide crónica donde se reporta un decrecimiento significativo en los niveles de zinc en suero en los pacientes del sexo femenino cuando se compara con los del sexo masculino, esta diferencia relacionada con el género puede ser debido al desbalance hormonal que está presente en esta patología.

En el trabajo de Shen et al. (24) se plantea que existe diferencia significativa en la prevalencia de hipertensión en cuanto al sexo y la raza y que la misma prevalece en la infancia y que los niños de color de piel negra muestran un mayor ritmo de cambio que los niños blancos hacia la hipertensión. Como se observa en la Tabla 3 hay una disminución más marcada en la concentración de zinc en los niños normotensos y prehipertenso de color de piel no blanca y en los hipertensos sólo en los de piel blanca. Estos resultados estarían de acuerdo con los planteados por Shen et al. (24) pero con la adición del comportamiento de las concentraciones de zinc, en cuanto que los resultados menos favorables se encuentran en los niños normotensos y prehipertensos de piel no blanca. En este análisis puede haber influido la menor cantidad de niños de color de piel no blanca que se encontraron en el pesquiasaje realizado.

Cuando se hace un análisis de todos los parámetros estudiados los autores observaron que en todos los niños prehipertensos las concentraciones de zinc están disminuidas con relación a los normotensos lo que incluye a los dos resultados más significativos el grupo total de niños y el sexo femenino con disminución significativa. También es llamativo que en la mayoría de los casos la concentración de zinc en los niños prehipertensos es menor que en los hipertensos.

Otro aspecto importante que se observa en los resultados es que las concentraciones de zinc en todos los grupos de niños estudiados están por



encima del valor normal que es de $0,70 \mu\text{g/ml}$ según lo publicado por Carrero et al. (25) en su trabajo Zinc sérico en edad escolar.

La hipertensión en unión a la dislipidemia, tabaquismo y la diabetes mellitus son factores de riesgo bien conocidos para las ECV. Muchos de los factores anteriores son conocidos que pueden causar EO e inducir inflamación. (20)

Al zinc se le atribuye varias funciones entre las más importante la de agentes anti-estrés oxidativo debido a su acción antioxidante y la antiinflamatoria. (13) Existen varios eventos moleculares que justifican su acción antioxidante. El zinc no es un metal activo redox por lo que la función antioxidante del mismo es a través de mecanismos indirectos. (26) Así tenemos que en las células de organismos mamíferos el hierro y el cobre favorecen la formación de especies reactivas del oxígeno (ERO) y especie reactiva del nitrógeno (ERN), estos últimos tienen la capacidad de oxidar componente celulares como los de la bicapa lipídica. En relación a esto último el zinc compite con el hierro y el cobre por las cargas negativas en la bicapa lipídica y con esta acción se protege a la membrana celular de la peroxidación lipídica. Por otra parte el zinc es capaz de interactuar con los grupos tiol o sulfidrilos en las proteínas y los péptidos reduciendo la reactividad de los mismos. Lo anterior evita la formación de enlaces disulfuros intramolecular y con ello se pone de manifiesto la acción antioxidante con lo que se protege a estas moléculas de la oxidación. Además el zinc acelera la síntesis de las metalotioneinas una familia de proteínas ricas en cisteína las que son abundantes en el citosol y con ello la presencia de muchos grupos tiol los que actúan como recogedores directos de sustancias oxidantes. (20) (16) Por otro lado el zinc protege a la célula del EO dado que incrementa la biosíntesis del glutatión, principal AO no enzimático el cual es responsable de mantener un estado redox adecuado, además de ser cofactor de la glutatión peroxidasa enzima perteneciente a la primera línea de defensa antioxidante. Otra acción del zinc es que actúa como cofactor de la enzima superóxido dismutasa, principal enzima antioxidante que también pertenece al grupo de la primera línea de defensa antioxidantes de la célula. (18)



CONCLUSIONES

Podemos concluir que la principal disminución en la concentración de zinc se encuentra en los niños prehipertensos siendo significativa la misma en el grupo total de los niños y en el grupo del sexo femenino. En los niños hipertensos también se encontró como tendencia la disminución de la concentración del zinc.

BIBLIOGRAFÍA

1. Li Z, Weijing W, Liu H, Li S, Zhang D. The association of serum zinc and copper with hypertension: A metaanalysis. *J. Trace Elem. Med Biol.* 2019; 53: 41-48.

Disponible en: DOI: [org/10.1016/j.jtemb.2019.01.018](https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2019.01.018)

2. Xi B, Zhang T, Li S, Harville E, Bazzano L, He J, et al. Can Pediatric Hypertension Criteria Be Simplified? *Hypertension.* 2017; 69: 691-696.

Disponible en: DOI: [10.1161/HYPERTENSIONHA.116.08782](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONHA.116.08782)

3. Flynn JT. Stability of Blood Pressure and Diagnosis of Hypertension in Childhood. *Pediatrics.* 2020; 146 (4): e2020018481

Disponible en: DOI: [org/10.1542/peds.2020-018481](https://doi.org/10.1542/peds.2020-018481)

4. Pazin DC, Rosaneli CF, Olandoski M, Netto de Oliveira ER, Baena CP, Figueredo AS, et al. Waist Circumference is Associated with Blood Pressure in Children with Normal Body Mass Index: A Cross-Sectional Analysis of 3,417 School Children. *Arq Bras Cardiol.* 2017; 109 (6): 509-515

Disponible en: DOI: [10.5935/abc.20170162](https://doi.org/10.5935/abc.20170162)

5. Urbina EM, Khoury PR, Bazzano L, Burns TL, Daniels S, Dwyer T, et al. Relation of Blood Pressure in Childhood to Self-Reported Hypertension in Adulthood. *Hypertension.* 2019; 73:1224-1230.

Disponible en: DOI: [10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.12334](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.12334).

6. Scioli MG, Storti G, D'Amico F, Rodríguez Guzmán R, Centofanti F, Doldo E, et al. Oxidative Stress and New Pathogenetic Mechanisms in Endothelial Dysfunction: Potential Diagnostic Biomarkers and Therapeutic Targets. *J. Clin. Med.* 2020; 9(6):2-39.

Disponible en: DOI: [org/10.3390/jcm9061995](https://doi.org/10.3390/jcm9061995)



7. Touyz RM, Rios FR, Alves-Lopes R, Neves KB, Camargo LL, Montezano AC. Oxidative stress – A unifying paradigm in hypertension. *Canadian Journal of Cardiology*. 2020; 36(5): 659-670.
Disponible en: DOI: [org/10.1016/j.cjca.2020.02.081](https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.02.081)
8. Sorriento D, De Luca N, Trimarco B, Laccarino G. The antioxidants therapy: The new insights in the Treatment of hypertension. *Frontiers in Physiology*. 2018; 9: 1-11.
Disponible en: DOI: [10.3389/fphys.2018.00258](https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00258)
9. Pinheiro LC, Oliveira-Paula GH. Sources and Effects of Oxidative Stress in Hypertension. *Current Hypertension Reviews*. 2020; 16: 166-180.
Disponible en: DOI: [10.2174/1573402115666190531071924](https://doi.org/10.2174/1573402115666190531071924)
10. Dueñas Ricaurte J, Ordoñez Araque R, Suarez Varela, MA. Evaluation of zinc levels in biological samples of hypertensive patients in Valladolid, Spain. *Nutr. Clín. Diet. Hosp*. 2020; 40(1):133-140.
Disponible en: DOI: [10.12873/401ordoñez](https://doi.org/10.12873/401ordoñez)
11. Darroudi S, Saberi-Karimian M, Tayefi M, Tayefi B, Khashyarmanesh z Fereydouni N, Moalemzadeh Haghghi H, et al. Association Between Hypertension in Healthy Participants and Zinc and Copper Status: a Population-Based Study. *Biological Trace Elements Research*. 2018.
Disponible en: DOI: [org/10.1007/s12011-018-1518-4](https://doi.org/10.1007/s12011-018-1518-4)
12. Tamkinath F, Syeda A. Serum Levels of Magnesium, Copper, Zinc and Iron in Patients with Essential Hypertension. *Sch Int J Biochem*. 2019; 2(7): 205-208.
Disponible en: DOI: [10.21276/sijb.2019.2.7.3](https://doi.org/10.21276/sijb.2019.2.7.3)
13. Cardozo L, Mafra D. Don't forget the zinc. *Nephrol Dial Transplant*. 2020: 1-5.
Disponible en: DOI: [10.1093/ndt/gfaa045](https://doi.org/10.1093/ndt/gfaa045).
14. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2004; 114 (Supl 2): 555-576
Disponible en: PMID: 15286277
15. Milner BA, Whiteside PJ. Introduction to atomic absorption spectrophotometry. 3ra ed. Cambridge: J. W. Ruddock & Sons Ltd; 1984.



16. Olechnowicz J, Tinkov A, Skalny A, Suliburska J. Zinc status is associated with inflammation, oxidative stress, lipid, and glucose metabolism. *J Physiol Sci* 2018; 68:19–31.

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12576-017-0571-7>

17. Nakatani S, Mori K, Shoji T, Emoto M. Association of Zinc Deficiency with Development of CVD Events in Patients with CKD. *Nutrients*. 2021; 13, 1680.

Disponible en: DOI: 10.3390/nu13051680

18. Nevarez-López SC, Simental-Mendia LE, Guerrero-Romero S, Burciaga-Navas JA. Zinc deficiency is an independent risk factor for prehypertension in healthy subjects. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2021; 91: 25-30.

Disponible en: DOI: [org/10.1024/0300-9831/a000593](https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000593)

19. Fatima T, Anees S. Serum Levels of Magnesium, Copper, Zinc and Iron in Patients with Essential Hypertension. *Sch Int J Biochem*. 2019; 2(7): 205-208.

Disponible en: DOI: 10.21276/sijb.2019.2.7.3

20. Choi S, Liu X, Pan Z. Zinc deficiency and cellular oxidative stress: prognostic implications in cardiovascular diseases. *Acta pharmacologica sinica*. 2018; 39: 1120–1132.

Disponible en DOI: 10.1038/aps.2018.25.

21. Zhaoying L, Weijing W, Hui L, Suyun L, Dongfeng Z. The association of serum zinc and copper with hypertension: A metaanalysis. *J. Trace Elem. Med Biol*. 2019; 53: 41-48.

Disponible en: DOI: [org/10.1016/j.jtemb.2019.01.018](https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2019.01.018)

22. Somayeh A, Vahid N, Mahshid I, Azam B. Plasma zinc levels in normotensive and hypertensive adults: a comparative study in Tehran Heart Center. *Tehran Univ. Med. J*. 2012; 70 (7): 416-422.

Disponible en: ID: emr-16052922.

23. Farsin L, Moassesi ME, Sajadi F, Ahmadi Faghih MA, Wiley J. A case-control study on serum antioxidants status (Se, Zn, and Cu) in children with chronic myeloid leukemia. *Int. Jnl. Lab. Hem*. 2014; 36: e34-e36.

Disponible en: DOI:10.1111/ijlh.12142



Tercer Congreso Virtual de
Ciencias Básicas Biomédicas en Granma.
Manzanillo.



24. Shen W, Zhang T, Li S, Zhang H, Xi B, Shen H, et al. Race and Sex Differences of Long-Term Blood Pressure. Profiles From Childhood and Adult Hypertension. The Bogalusa Heart Study. *Hypertension*. 2017; 70: 66-74
Disponble en: DOI: [org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.09537](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.09537)
25. Carrero González CM, Lastre-Amell G, Oróstegui-Santander MA, Suarez-Villa M, Ruiz Escorcia LL. Zinc sérico en escolares. *Rev. cuban. pediatr.* 2020; 92(1): e659.
Disponble en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubped/cup-2020/cup201b.pdf>
26. Marreiro DD, Cruz KJ, Morais JB, Beserra JB, SeveroJS, Oliveira AR. Zinc and oxidative stress: current mechanisms. 2017; 6pii: E24.
Disponble en: DOI: [10.3390/antiox6020024](https://doi.org/10.3390/antiox6020024)