Nutrición Hospitalaria

Nutr Hosp. 2015;31(3):1154-1162
ISSN 0212-1611 • CODEN NUHOEQ
S.V.R. 318

Original / *Síndrome metabólico*

# Vitamina D sérica y factores de riesgo metabólico en un grupo de escolares españoles

Alexia De Piero Belmonte[1], Elena Rodríguez-Rodríguez[2,3], Liliana Guadalupe González-Rodríguez[3,4], Rosa María Ortega Anta[3,5] y Ana María López-Sobaler[3,5]

*[1]Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. [2]Sección Departamental de Química Analítica, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria, Madrid, España. [3]Grupo de Investigación VALORNUT-UCM (920030). Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. [4]Departamento de Nutrición Humana y Dietética. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Alfonso X El Sabio. Villanueva de la Cañada, Madrid, España. [5]Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria. Madrid. España.*

**Resumen**

***Objetivo:*** **Analizar la situación nutricional en vitamina D y su relación con diferentes factores de riesgo asociados al síndrome metabólico (SM) en un grupo de escolares españoles.**

***Materiales y métodos:*** **Se ha estudiado un colectivo de 314 escolares con edades comprendidas entre 8 y 13 años, residentes en A Coruña, Barcelona, Madrid, Sevilla y Valencia. Se recogieron datos antropométricos de peso, talla, circunferencias de cintura y cadera y pliegue tricipital, datos de tensión arterial, y en suero se valoraron los niveles de glucosa, triglicéridos, HDL-c y 25-hidroxicolecalciferol (25(OH)D). Teniendo en cuenta el criterio de Cook se ha establecido la presencia de los siguientes factores de riesgo de SM: glucosa ≥100 mg/dL; perímetro de cintura ≥P90; triglicéridos >P90, HDL ≤P10; y presión arterial sistólica o diastólica >P90.**

***Resultados:*** **Los niveles séricos de 25(OH)D medios fueron de 23.0±8.6 ng/mL. Un 47.1% tuvo niveles indicadores de hipovitaminosis (20-30 ng/mL) y el 35% tuvo deficiencia de la vitamina (<20 ng/mL). Comparado con los escolares del primer cuartil, los del segundo tienen un menor riesgo de tener triglicéridos elevados (OR=0.50 [CI=0.25-0.99] y los del tercero, menor riesgo de tener triglicéridos y tensión arterial elevada (0.60[CI=0.42-0.86] y 0.50 [CI=0.32-0.79], respectivamente).**

***Conclusión:*** **La prevalencia de deficiencia de vitamina D es elevada en este colectivo de escolares españoles. Bajos niveles de vitamina D sérica se asocian con un mayor riesgo de presentar triglicéridos y tensión arterial elevada.**

(*Nutr Hosp*. 2015;31:1154-1162)

**DOI:10.3305/nh.2015.31.3.8447**

Palabras clave: *Vitamina D sérica. Síndrome metabólico. Escolares. España.*

**Correspondencia:** Ana María López Sobaler.
Departamento de Nutrición y Bromatología I (Nutrición)
Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.
Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España.
E-mail: asobaler@ucm.es

Recibido: 29-XI-2014.
Aceptado: 17-XII-2014.

## SERUM VITAMIN D AND METABOLIC RISK FACTORS IN A GROUP OF SPANISH SCHOOLCHILDREN

**Abstract**

***Objective:*** **To analyze the vitamin D status and its relationship with metabolic syndrome (MS) risk factors in a group of Spanish schoolchildren.**

***Material and methods:*** **A group of 314 Spanish schoolchildren (8-13 years old) from A Coruña, Barcelona, Madrid, Seville and Valencia were studied. Anthropometric data on weight, height, waist and hip circumferences, and triceps skinfold, as well as blood pressure data were collected. Serum levels of glucose, triglycerides, HDL-c and 25-hydroxycholecalciferol (25 (OH) D) were assessed. Following Cook criterion, the following MS risk factors were defined: glucose ≥100 mg/dL; ≥P90 waist circumference; triglycerides> P90, HDL ≤P10; and systolic and/or diastolic blood pressure > P90.**

***Results:*** **Mean serum 25(OH)D were 23.0±8.6 ng/mL. Forty seven percent of children had hypovitaminosis (20-30 ng/mL) and 35% had vitamin deficiency (<20 ng/mL). Compared to the first tertile, children in the second tertile have a lower risk of elevated triglycerides (OR = 0.50 [CI = 0.25 to 0.99]; those in the the third tertile had lower risk of high blood pressure and triglycerides (0.60 [CI = 0.42 -0.86] and 0.50 [CI = 0.32 to 0.79], respectively).**

***Conclusion:*** **The prevalence of vitamin D deficiency is high in this group of Spanish schoolchildren. Low serum levels of vitamin D are associated with an increased risk of elevated triglycerides and blood pressure.**

(*Nutr Hosp*. 2015;31:1154-1162)

**DOI:10.3305/nh.2015.31.3.8447**

Key words: *Serum vitamin D. Metabolic syndrome. Schoolchildren. Spain.*

## Introducción

La deficiencia de vitamina D es uno de los problemas de salud más común en todo el mundo, su deficiencia suele ser usual en niños debido a una inadecuada ingesta, y una insuficiente exposición solar[1]. Diversos estudios han utilizado la concentración en suero de 25 hidroxicolecalciferol (25(OH)D) como indicador del estado nutricional en vitamina D[2, 3], aunque no hay un claro consenso sobre cuáles son los niveles óptimos de 25(OH)D en suero. Cuando los niveles de calcidiol o 25(OH)D son bajos, aumentan los niveles de paratohormona (PTH) y calcitriol [1,25$(OH)_2$D][4], lo que disminuye la lipólisis en los adipocitos y la oxidación de lípidos en el músculo y en el hígado[1]. Esta situación puede favorecer el aumento del peso corporal y por lo tanto la aparición de sobrepeso/obesidad, diabetes mellitus y síndrome metabólico[5], y enfermedades cardiovasculares[6]. Aunque diversos estudios han evaluado la asociación entre el estado de vitamina D y síndrome metabólico (SM), las conclusiones hasta el momento no son consistentes[7-10].

El objetivo del presente trabajo es analizar la situación nutricional en vitamina D, valorando los niveles séricos de 25(OH)D en un grupo de escolares españoles, y su relación con diversos factores de riesgo asociados al síndrome metabólico.

## Material y métodos

### *Sujetos*

La muestra del presente estudio pertenece a una más amplia, de conveniencia, de 505 niños y niñas españoles, de 8 a 13 años de edad, estudiantes de Educación Primaria (EP) de colegios públicos de 5 localidades españolas (A Coruña, Barcelona, Madrid, Sevilla y Valencia). En cada una de las ciudades se seleccionaron 2 centros públicos de EP, localizados en las zonas residenciales con el fin de que el nivel socioeconómico de los escolares fuera similar. Este estudio se ofertó a los escolares de los niveles de 4º a 6º curso, y consistió en el estudio de valoración de la situación nutricional, mediante el estudio de la dieta, valoración bioquímica de muestras sanguíneas y estudio de la composición corporal mediante antropometría. Los escolares participantes debían de cumplir los siguientes criterios de inclusión: edad comprendida entre 8 y 13 años de edad, estar libres de enfermedades (endocrinas, metabólicas) y no estar tomando habitualmente fármacos que pudieran modificar la ingesta o utilización de los nutrientes. Se solicitó el consentimiento escrito de los padres o tutores legales de los escolares para participar en el estudio. El protocolo del presente estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación de la Facultad de Farmacia, de la Universidad Complutense de Madrid. De los 505 escolares participantes en el estudio inicial, solo se pudo realizar el estudio sanguíneo en 491, y de éstos solo se pudieron determinar los niveles de 25(OH)D en 314 escolares, que son los que constituyen la muestra del presente trabajo.

## Métodos

Se concertó con el centro escolar y con los padres de los escolares los días en los que se llevarían a cabo los distintos estudios y se les explicaron los requisitos necesarios para la realización de los mismos. A los escolares que aceptaron participar del estudio se les aplicaron diferentes cuestionarios.

### *Estudio antropométrico*

El peso y la talla fueron determinados con una báscula digital electrónica (modelo Seca Alpha; rango: 0.1-150 kg; precisión 100 g) y un estadiómetro digital Harpenden (Pfifter, Carlstadt, NJ, USA; rango 70-250 cm; precisión 1 mm), respectivamente. Todos los datos se registraron siguiendo las normas de la OMS[11].

El Índice de Masa Corporal (IMC) se calculó a partir de las medidas de peso y talla (IMC= peso [kg]/ talla [$m^2$]) y se clasificó a la población según su estado ponderal estableciéndose los siguientes criterios de Hernández para la población de referencia[12] (Delgadez <P25; Normopeso >P25 y <P85; Sobrepeso >P85 y <P97; Obesidad >P97).

A partir del IMC se calculó:

- Porcentaje de desviación del IMC (%IMC) respecto al percentil 50 de la población de referencia[13].
- Puntuación Z del IMC[13], calculado a partir de la media y desviaciones estándar de la población de referencia

Se midieron las circunferencias de brazo, cintura y cadera mediante una cinta métrica inextensible de acero marca Holtain (rango: 0-150 cm; precisión de 1 mm). Se consideró la presencia de obesidad central cuando la circunferencia de la cintura superaba el percentil 90 de la población de referencia[14] También se han calculado las relaciones Índice cintura/cadera (IC/Ca) e Índice cintura/altura (ICA).

Se midió el pliegue cutáneo tricipital (PT) en el brazo derecho mediante un lipocalibre (marca HOLTAIN LTD. CRYMYCH UK), de presión constante y de 10 g/$mm^2$ de superficie de contacto [rango 0-39 mm; precisión 0.2 mm]. A partir de este parámetro se ha calculado el área grasa del brazo (AGB) y área muscular del brazo (AMB) mediante las fórmulas:

AMB= [Circunferencia del brazo (cm)- $\pi$PT (cm)]$^2$/ ($4\pi$)

AGB= [Circunferencia del brazo (cm)$^2$/$4\pi$]-AMB).

*Medida de la Tensión arterial*

Se realizó siguiendo las indicaciones de la OMS[15]. Se utilizó esfigmomanómetro digital Boso Compact 2 (Bosch + Sohn GMBH U. CO. Jungingen Germany). La medida se realizó con el escolar sentado y en el brazo derecho, que debía estar situado a la altura del corazón. El dato final corresponde al promedio de tres mediciones, que se realizaron con un intervalo de al menos 5 minutos.

A partir de las cifras de tensión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), y teniendo en cuenta la edad, sexo y estatura, se establecieron las siguientes situaciones[16, 17]

- Tensión arterial normal: PAS y PAD ≤P90.
- Prehipertensión: PAS o PAD ≥P90 y ≤P95.
- Hipertensión arterial: PAS o PAD ≥P95.

*Estudio bioquímico*

Se recogieron muestras de sangre en las propias instalaciones de los centros educativos en los que se llevó a cabo el estudio, a primera hora de la mañana, con el niño en ayunas de entre 10 y 12 horas. Las determinaciones realizadas fueron las siguientes:

- Glucosa sérica: fue valorada por método enzimático basado en la conversión de glucosa en presencia de adenosintrifosfato (ATP) y la acción de la hexocinasa en glucosa-6-fosfato esta a su vez por la adición de fosfato de dinucleótido de nicotinamida y adenina (NADP) en presencia de glocosa-6-fosfato deshidrogenasa se obtiene 6-fosfogloconato y NADPH. La formación de NADPH es monitorizada a la longitud de onda de 340 nm y es directamente proporcional a la glucosa en la muestra. (CV= 2.1%)[18].
- Triglicéridos: Se determinó utilizando una prueba enzimática para cuantificar este parámetro bioquímico. Los triglicéridos de la muestra se hidrolizaron, combinando lipasas microbianas para obtener glicerol y ácidos grasos. El glicerol se fosforila con trifosfato de adenosina (ATP) en presencia de glicerol cinasa (GK) para producir glicerol-3-fosfato. Este glicerol-3-fosfato se oxida mediante oxígeno molecular en presencia de glicerolfosfato oxidasa (GPO) para producir peróxido de hidrógeno (H2O2) y fosfato de dihidroxiacetona. El $H_2O_2$ generado reacciona con 4-aminofenozona, N, N-bis (4-sulfobutil)-3,5-dimetilanilina y sal sódica (MADB) en presencia de peroxidasa (POD) para producir un cromóforo, la absorbancia obtenida es proporcional a los triglicéridos contenidos en la muestra problema (CV= 1.46%)[19].
- HDL-c: Se determinaron por medio de un método enzimático. Las lipoproteínas diferentes a las HDL-c (es decir, LDL-c, VLDL-c y quilomicrones) son eliminados en primera instancia mediante precipitación al añadir como reactivo precipitante sulfato de dextrano y una solución de $MgCl_2$ que permite que las HDL-c restantes puedan recogerse después de centrifugar reaccionen específicamente con la colesterol esterasa y la colesterol oxidasa. En presencia de peroxidasa el peróxido reacciona ahora con la 4-aminoantipirina y N (2-hidroxi-3-sulfopropil)-3,5-dimetilanilina (HDAOS) para formar un colorante quinona. La absorbancia medida a 600 nm, es proporcional a la concentración de HDL-c en la muestra (CV= 2.4%)[20].
- Vitamina D (25(OH)D): Se determinó en plasma mediante inmunoquimioluminscencia. Durante la primera incubación, la 25(OH)D se separa de su proteína y se une al anticuerpo específico en la fase sólida. A continuación se agregó luminol como trazador. Después de una segunda incubación, el material libre se elimina en un ciclo de lavado. Se continuó agregando los reactivos derivatizantes para dar lugar a la reacción quimiluminuscente rápida. La intensidad de fluorescencia emitida y medida es inversamente proporcional a la concentración de 25(OH)D presente en la muestra problema[21]. No hay un consenso sobre los valores óptimos de vitamina D en suero. En este estudio se han considerado los siguientes: déficit severo, 25(OH)D <10 ng/mL; déficit moderado, 25(OH)D≥10 y <20 ng/mL; hipovitaminosis, 25(OH)D≥20 y <30 ng/mL; valores normales, 25(OH)D≥30 ng/mL[22-25].

*Factores asociados a síndrome metabólico (SM)*

Se aplicó el criterio de Cook et al.[26] adaptado a valores de referencias españoles, y que establece la presencia de SM cuando se cumplen al menos tres de los cinco criterios siguientes: glucosa ≥100 mg/dL, circunferencia de cintura ≥P90[14], triglicéridos >P90, HDL ≤P10[10], PAS o PAD >P90[16].

*Análisis estadístico*

Para el estudio estadístico, los datos se procesaron utilizando el software Rsigma Babel (Horus Hardward, Madrid). Se ha dividido a la población en función de los tertiles de vitamina D sérica. Se han calculado los valores medios y desviación estándar (DS), de cada uno de los parámetros estudiados (datos personales, antropométricos, tensión arterial y factores de riesgo asociados al SM), así como porcentajes en el caso de las variables cualitativas. Para analizar las diferencias entre medias en las distribuciones homogéneas, y dependiendo del número de muestras a analizar, se ha

aplicado el test de la t de Student o un análisis de la varianza y el test de Neuwman-Keuls. En el caso de que la distribución de los resultados no siguiera una distribución normal, se aplicaron los tests no paramétricos, como el test de Mann-Whitney y de Kruskall-Wallis y el test de $Chi^2$ para analizar la asociación entre las variables. Para analizar la relación lineal entre dos variables numéricas, se han realizado análisis de correlación lineal simple y se han calculado los coeficientes de correlación. Se ha realizado un análisis de regresión logística y calculado el odd ratio para analizar el riesgo de presentar alguno de los factores asociados a SM en función de los tertiles de 25(OH)D sérica. Se consideran significativas las diferencias con $p<0.05$.

## Resultados

En la tabla I se presentan los datos personales y antropométricos de los niños objeto de estudio. La muestra final fue de 314 escolares, de los cuales 158 fueron niños y 156 niñas, con edades entre los 8 y 13 años con una media de 10.7±1.0 años. No se observan diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la edad, peso, talla o IMC en función del sexo, pero si una mayor prevalencia de sobrepeso en las niñas y de obesidad en los varones. En relación a la tensión arterial, se observa un mayor porcentaje de varones con prehipertensión (tabla I). Los valores medios de glucosa sérica se encontraron dentro de la normalidad, aunque fueron significativamente inferiores en las niñas. En cuanto al resto de parámetros bioquímicos valorados, solo se observaron niveles más elevados de triglicéridos en las niñas.

En relación a los niveles de 25(OH)D, los valores medios fueron de 23.0±8.6 ng/mL. Un 6% de los escolares presentaron valores inferiores a 10 ng/mL, indicadores de deficiencia severa de la vitamina, y un 29% tuvieron niveles entre 10 y 20 ng/mL, indicadores de deficiencia moderada. La mayoría de los escolares estudiados tuvieron valores entre 20 y 30 ng/mL (indicadores de hipovitaminosis) y solo el 17.8% tuvieron niveles por encima de 30 ng/mL.

En la tabla II se presentan los datos de los escolares en función de los tertiles de vitamina D sérica. Al aumentar los niveles de 25(OH)D, los valores del peso y la talla son menores ($p<0.05$) . Los niveles de vitamina D sérica se asociaron inversamente con el peso ($r=-0.1371$, $p<0.05$) y la talla de los niños($r=-0.1473$, $p<0.01$). En cuanto a las cifras de tensión arterial, se observó una asociación significativa con los tertiles de 25(OH)D ($p<0.05$, test de $Chi^2$) siendo inferior la prevalencia de prehipertensión e hipertensión en el tertil superior. Igualmente, se observó una asociación negativa y significativa entre los niveles de vitamina D y las cifras de presión arterial sistólica (ß=-0.19.4±0.0918, $p<0.05$) después de corregir por la edad y el sexo ($R^2 = 0.0351$ $p<0.05$). Los niveles de glucosa sérica son significativamente menores en el segundo y tercer tertil de vitamina D sérica (tabla II), y el resto de parámetros bioquímicos analizados no muestra diferencias en los tres grupos establecidos.

La tabla III presenta el riesgo de presentar parámetros alterados y que son factores de riesgo de SM. Se observa un menor riesgo de presentar triglicéridos elevados en el segundo (OR=0.50 [CI95%=0.25-0.99], $p<0.05$) y tercer tertil de de niveles séricos de 25(OH) D (OR=0.60 [CI95%=0.42-0.86], $p<0.01$). También los escolares del tercer tertil presentan un menor riesgo de tener cifras de tensión arterial elevadas (OR=0.50 [CI95%=0.32-0.79], $p<0.01$).

## Discusión

El presente estudio aporta datos sobre la situación nutricional y los factores de riesgo asociados al síndrome metabólico en escolares y su asociación con los niveles séricos de vitamina D.

Los niveles séricos de vitamina D observados en este colectivo de escolares son similares a los encontrados en otros colectivos de escolares españoles[27] y de otros países [24, 28-29] y confirman que la deficiencia en vitamina D es un problema prevalente en niños y adolescentes. El 35% de los escolares de nuestro estudio presentan valores inferiores a 20 ng/mL, lo que indica que presentan deficiencia entre moderada y severa, y casi la mitad de la población (el 47.1%) presentan hipovitaminosis.

En cuanto a las características antropométricas de los niños de nuestro estudio, solo se observaron valores menores de peso y talla al aumentar los niveles séricos de 25(OH)D, sin ninguna otra diferencia en el resto de parámetros indicadores de composición corporal. Tampoco se observa un menor riesgo de presentar obesidad abdominal (valorado mediante el perímetro de la cintura) en los niños con niveles más elevados de la vitamina en suero. Estudios realizados en adultos si han observado que el padecimiento de sobrepeso/obesidad se asocia a menores niveles séricos de vitamina D, posiblemente como consecuencia de la adiposidad más que por la baja ingesta de la vitamina[30]. Los resultados de otras investigaciones en niños sugieren que la deficiencia de vitamina D podría ser un factor de riesgo de obesidad en la infancia[31-32], y que tanto el IMC como la obesidad central son factores de riesgo de insuficiencia de vitamina D en escolares[33]. La deficiencia de vitamina D se ha asociado negativamente con cambios del IMC durante el crecimiento[34-36] y en estudios longitudinales se ha descrito un mayor grosor del pliegue subescapular y tricipital en niños con deficiencia de vitamina D, y mayor aumento del perímetro de la cintura[37]. Este hecho podría ser un factor de riesgo para la obesidad, debido a que la vitamina D es capaz de inihibir la diferenciación de los adipocitos a través de su interacción con el receptor de vitamina D (VDR) presente en estas células[38].

**Tabla I**
*Datos personales, antropométricos y bioquímicos de la población en función del sexo*

| | *Total (n=314)* | *Varones (n=158)* | *Mujeres (n=156)* |
|---|---|---|---|
| Edad (años) | 10.7±1.0 | 10.7±1.0 | 10.7±1.0 |
| Peso (kg) | 40.8±9.9 | 40.6±9.9 | 40.9±9.8 |
| Talla (cm) | 144.2±8.9 | 143.9±8.7 | 144.4±9.1 |
| IMC (kg/m$^2$) | 19.4±3.2 | 19.4±3.2 | 19.4±3.1 |
| IMC% | 109.9±17.7 | 111.4±18.7 | 108.5±16.7 |
| z-IMC | 0.7±1.3 | 0.9±1.5 | 0.6±1.2 |
| **Valoración Ponderal (%)** | | | |
| Delgadez | 26.2 | 28.0 | 24.4 |
| Normal | 28.0 | 35.7 | 40.4 |
| Sobrepeso | 15.0 | 7.0 | 23.1*** |
| Obesidad | 20.8 | 29.3 | 12.2*** |
| Circ. de cintura (cm) | 68.0±9.2 | 68.3±9.6 | 67.7±8.8 |
| Circ. de cadera (cm) | 79.3±9.0 | 78.5±9.0 | 80.1±8.9 |
| IC/Ca | 0.9±0.1 | 0.9±0.1 | 0.8±0.1 |
| ICA | 0.5±0.1 | 0.5±0.1 | 0.5±0.1 |
| AGB (cm$^2$) | 16.1±7.8 | 15.4±8.4 | 16.8±7.0 |
| AGB (%) | 35.4±9.1 | 33.5±10.1 | 37.3±7.5*** |
| AMB (cm$^2$) | 27.4±6.4 | 27.9±6.5 | 26.9±6.2 |
| **Tensión Arterial** | | | |
| Sistólica (mm Hg) | 106.1±14.0 | 106.6±13.9 | 105.6±14.1 |
| Diastólica (mm Hg) | 63.7±10.6 | 64.1±10.4 | 63.4±10.9 |
| **Hipertensión Arterial (%)** | | | |
| Tensión arterial normal | 86.6 | 81.8 | 91.4* |
| Prehipertensión | 4.3 | 7.1 | 1.3* |
| Hipertensión | 9.2 | 11.0 | 7.3 |
| **Bioquímica** | | | |
| Glucosa (mg/dL) | 84.2±7.8 | 85.4±7.8 | 83.0±7.7** |
| Triglicéridos (mg/dL) | 69.1±29.2 | 64.6±27.9 | 73.7±29.9** |
| HDL-c (mg/dL) | 60.2±13.0 | 61.5±13.3 | 58.9±12.5 |
| 25-hidroxicolecalciferol (ng/mL) | 23.0±8.6 | 23.4±9.1 | 22.6±8.2 |

*p<0.05, ** p<0.01, diferencias significativas en función del sexo
z-IMC: puntuación z del IMC
IC/Ca: Índice cintura/cadera;
ICA= Índice cintura/altura
AGB: Área grasa del brazo
AMB: Área muscular del brazo

**Tabla II**
*Características antropométricas de los niños. Diferencias en función de los tertiles de la vitamina D sérica (ng/mL)*

| | *T1 (n= 104) (4.0-19.4 ng/mL)* | *T2 (n= 103) (19.5-25.3 ng(mL)* | *T3 (n= 107) (25.4-55.5 ng/mL)* | *P#* |
|---|---|---|---|---|
| % niñas | 50.9 | 49.5 | 48.6 | |
| Edad (años) | 10.8±1.0 | 10.7±1.0 | 10.5±1.0 | |
| Peso (kg) | 42.0±9.9[a] | 41.8±9.5[a] | 38.6±9.9[b] | <0.05 |
| Talla (cm) | 145.5±8.2[a] | 144.7±8.9[ab] | 142.3±9.3[b] | <0.05 |
| IMC (kg/m$^2$) | 19.6±3.3 | 19.7±3.0 | 18.8±3.1 | |
| IMC% | 110.8±19.0 | 111.8±17.1 | 107.2±16.8 | |
| z-IMC | 0.8±1.4 | 0.9±1.3 | 0.5±1.3 | |
| **Valoración Ponderal (%)** | | | | |
| Delgadez | 26.0 | 18.4 | 34.0 | |
| Normal | 38.5 | 39.8 | 35.9 | |
| Sobrepeso | 14.4 | 16.5 | 14.2 | |
| Obesidad | 21.2 | 25.2 | 16.0 | |
| Circ. de cintura (cm) | 68.8±9.6 | 68.9±8.8 | 66.3±9.0 | |
| Circ. de cadera (cm) | 80.0±9.5 | 80.2±8.3 | 77.6±8.9 | |
| IC/Ca | 0.9±0.1 | 0.9±0.1 | 0.8±0.1 | |
| ICA | 0.5±0.1 | 0.5±0.1 | 0.5±0.1 | |
| AGB (cm$^2$) | 16.1±8.1 | 17.1±7.5 | 15.2±7.6 | |
| AGB (%) | 35.6±9.6 | 36.3±8.4 | 34.3±9.2 | |
| AMB (cm$^2$) | 27.0±6.3 | 28.2±5.8 | 27.1±6.9 | |
| **Tensión Arterial** | | | | |
| Sistólica (mm Hg) | 108.2±14.4 | 106.2±13.9 | 103.8±13.2 | |
| Diastólica (mm Hg) | 65.2±10.4 | 62.1±10.2 | 63.8±11.0 | |
| **Hipertensión Arterial (%)** | | | | <0.05## |
| Tensión arterial normal | 79.8 | 85.7 | 94.2 | |
| Prehipertensión | 6.7 | 5.1 | 1.0 | |
| Hipertensión | 13.5 | 9.2 | 4.9 | |
| **Bioquímica** | | | | |
| Glucosa (mg/dL) | 86.3±7.0[a] | 84.0±7.2[b] | 82.3±8.7[b] | <0.01 |
| Triglicéridos (mg/dL) | 74.4±32.0 | 68.0±29.1 | 65.1±25.9 | |
| HDL-c (mg/dL) | 59.7±12.2 | 59.4±11.3 | 61.4±15.1 | |
| 25-hidroxicolecalciferol (ng/mL) | 14.2±4.0[a] | 22.3±1.6[b] | 32.2±6.5[c] | <0.001 |

# ANOVA de 1 factor
## test de Chi$^2$
a,b: letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias
z-IMC: puntuación z del IMC
IC/Ca: Índice cintura/cadera
ICA= Índice cintura/altura
AGB: Área grasa del brazo
AMB: Área muscular del brazo

**Tabla III**
*Riesgo de presentar valores alterados de los factores de riesgo de SM en función de los tertiles de vitamina D sérica*

| | *OR (CI95%)#* | *OR (CI95%) ##* |
|---|---|---|
| Glucosa ≥100 mg/dL | | |
| T1 | 1 | 1 |
| T2 | 3.03 (0.30-29.6) | 2.98 (0.30-29.2) |
| T3 | 0.98 (0.24-3.94) | 0.95 (0.10-9.4) |
| Perímetro de cintura ≥P90 | 210 | 5 |
| T1 | 1 | 1 |
| T2 | 1.15 (0.65-2.07) | 1.14 (0.63-2.05) |
| T3 | 0.76 (0.56-1.05) | 0.77 (0.56-1.07) |
| Triglicéridos >P90 | | |
| T1 | 1 | 1 |
| T2 | **0.50 (0.26-0.99)*** | **0.50 (0.25-0.99) *** |
| T3 | **0.62 (0.44-0.88)**** | **0.60 (0.42-0.86) **** |
| HDL ≤P10 | | |
| T1 | 1 | 1 |
| T2 | 1.18 (0.62-2.23) | 1.17 (0.61-2.22) |
| T3 | 1.08 (0.79-1.49) | 1.10 (0.80-1.52) |
| PAS ó PAD ≥P90 | | |
| T1 | 1 | 1 |
| T2 | 0.64 (0.31-1.31) | 0.59 (0.28-1.24) |
| T3 | **0.54 (0.35-0.84)**** | **0.50 (0.32-0.79) **** |

# valores de OR sin ajustar
## valores de OR ajustando con edad y sexo
*p<0.05
** p<0.01
PAS: tensión arterial sistólica; PAD: tensión arterial diastólica

Nuestros resultados muestran que los escolares en el segundo y tercer tertil de niveles séricos de la vitamina tienen un menor riesgo de presentar triglicéridos elevados. Estos resultados confirman los observados en otros colectivos de escolares madrileños[39], en adolescentes[40] y en adultos[41-42]. También en estudios de intervención, que observan que el uso de suplementos de vitamina D se asocia a una mayor reducción en los niveles séricos de triglicéridos en adultos[43] y en escolares[44-45]. Es bien sabido que una mayor ingesta de calcio puede reducir los niveles de triglicéridos al disminuir la formación hepática de triglicéridos y su secreción al modificar el calcio hepatocelular[46], y la vitamina D aumenta la absorción de calcio[47]. También la vitamina D disminuye los niveles de paratohormona, aumentando la actividad lipolítica postheparínica y aumentando la movilización de triglicéridos[48].

Los escolares del tertil superior de niveles séricos de la vitamina tienen menor riesgo de presentar cifras elevadas de tensión arterial. Estos resultados coinciden otros estudios realizados en adultos[49-50] y niños[35] que observan que la deficiencia de vitamina D se asocia a un mayor riesgo de tensión arterial elevada, así como mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. En adultos se ha observado esta asociación entre deficiencia de la vitamina y aumento de la presión arterial incluso en individuos normotensos[51] Sin embargo, otros estudios en adolescentes no observan asociación entre la deficiencia de la vitamina e hipertensión[52]. Este efecto positivo de la vitamina D en la tensión arterial podría deberse al efecto de la vitamina activando receptores celulares del endotelio vascular y disminuyendo la expresión de moléculas de adhesión, a su efecto inhibiendo la vasoconstricción, por su capacidad para modular el sistema renina-angiotensina-aldosterona, y por su papel dificultando la proliferación de células del músculo liso vascular y la activación de macrófagos[53-58].

En resumen, los resultados del presente estudio ponen de relieve que la prevalencia de deficiencia de vitamina D en la población escolar es elevada, y que los niños y niñas con niveles séricos más bajos de la

vitamina, aunque tengan datos antropométricos similares a los de niveles más elevados, presentan un mayor riesgo de presentar cifras elevadas de triglicéridos y tensión arterial. Vigilar y mejorar la situación en esta vitamina, independientemente de la situación ponderal del escolar, puede contribuir a prevenir ya desde edades tempranas el inicio y desarrollo de enfermedades cardiovasculares y SM.

## Referencias


1. Rodríguez-Rodríguez E, Ortega, RM. Papel de la ingesta de calcio y vitamina D en la composición y la regulación del peso corporal. *Alim Nutr Salud* 2010, 17(3):61-67.
2. Holick M. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007,357:266-281.
3. Kulie T, Groff A, Redmer J, Hounshell J, Schrager S. Vitamin D: An evidence-based review. *J Am Board Fam Med* 2009,22: 698-706.
4. Soares M, Ping-Delfos W, James A, Cummings N. Dairy calcium and vitamin D stimulates postpandrial thermogenesis: effect of sequential meals. *Asia Pac J Clin Nutr* 2004,13(Supl), S56.
5. Teegarden D, White K, Zemel M, Van Loan M, Matkovic V, Roseann L, et. al. Calcium and vitamin D modulation of lipid utilization and energy expenditure. *FASEB J* 2005,19; 418.
6. Cheng S, Massaro J, Fox C, Larson M, Keyes M, McCabe E, et. al. Adiposity, cardiometabolic risk, and vitamin D status: the Framingham Heart Study. *Diabetes* 2010, 59 (1), 242-8.
7. Amirbaigloo A, Hosseinpanah F, Sarvghadi F, Tohidi M, Eskandary P, et. al. Absence of association between vitamin D deficiency and incident metabolic syndrome. Tehran lipid and glucose study. *Metab Syndr Relat Disord* 2013, 11: 236-42.
8. Mohammadian S, Mortezazadeh R, Zaeri H, Vakili M. Relationship between 25-Hydroxy Vitamin-D and Obesity in 2-7 years old Children Referred to a Paediatric Hospital in Iran. *J Clin Diagn Res* 2014;8(9).
9. Chon S, Yun B, Jung Y, Cho S, Choi Y, Kim S, et al. Association between vitamin D status and risk of metabolic syndrome among Korean postmenopausal women. *PLoS One* 2014;9(2).
10. Rafraf M, Hasanabad S, Jafarabadi M. Vitamin D status and its relationship with metabolic syndrome risk factors among adolescent girls in Boukan, Iran. *Public Health Nutr* 2014;17(4):803-9.
11. Organización Mundial de la Salud (OMS). Comité de expertos de la OMS sobre el estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Serie de informes técnicos, 854. Ginebra (Suiza). 1995.
12. Hernández M, Castellet J, Narvaíza JL, Rincón JM, Ruíz I, Sánchez E, et al. Estudio longitudinal de crecimiento. Curvas de 0 a 8 años. Instituto de Investigaciones sobre crecimiento y desarrollo. Fundación F. Orbegozo. Madrid: Garsi. 1988.
13. Cole TJ, Faith MS, Pietrobelli A, Heo M. What is the best measure of adiposity change in growing children: BMI, BMI %, BMI z-score or BMI centile? *Eur J Clin Nutr* 2005,59: 419-425.
14. Moreno L, Fleta J, Mur L, Rodríguez G, Sarría A, Bueno M. Waist circumference values in Spanish children-gender related differences. *European Journal of Clinical Nutrition* 1999(53):429-433.
15. Organización Mundial de la Salud (OMS). Hipertensión arterial. Informe de un Comité de Expertos de la OMS. Serie de informes técnicos, 628. Ginebra (Suiza). 1987.
16. Grupo Colaborativo Español. Factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia en España. Estudio Ricardin II: valores de referencia. *An Esp Pediatr* 1995,43:11-7.
17. Falkner B, Gidding S. Prehipertensión en los adolescentes. *Hipertensión* (Madr.) 2008;25(6): 245-8.
18. FDA (1974). In vitro diagnostic products for human use, proposed establishment of glucose. Fed. Regist. 39, No. 126, 24136-24147.
19. Koditschek L, Umbreit W. Alpha-glycerophosphate oxidase in streptococcus faecium F 24. *J Bacteriol* 1969,98:1063-1068.
20. Warnick G, Wood P. National cholesterol education program recommendations for measurement of high density lipoprotein cholesterol: Executive Summary. *Clin Chem* 1995, 41 (10): 1427-1433.
21. Wootton A. Improving the measurement of 25-hydroxyvitamin D. *Clin Biochem Rev* 2005, 26: 33-36.
22. Holick MF, Chen TC. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. *Am J Clin Nutr* 2008 Apr;87(4):1080S-6S.
23. Rovner AJ, O'Brien KO. Hypovitaminosis D among healthy children in the United States: a review of the current evidence. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2008 Jun;162(6):513-9.
24. Bener A, Al-Ali M, Hoffmann GF. High prevalence of vitamin D deficiency inyoung children in a highly sunny humid country: a global health problem. *Minerva Pediatr* 2009 Feb;61(1):15-22.
25. Bener A, Al-Ali M, Hoffmann GF. Vitamin D deficiency in healthy children in a sunny country: associated factors. *Int J Food Sci Nutr* 2009;60 Suppl 5:60-70.
26. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz W. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003,157: 821-7.
27. Rodríguez-Rodríguez E, Aparicio A, López-Sobaler AM, Ortega RM. Vitamin D status in a group of Spanish schoolchildren. *Minerva Pediatr* 2011 Feb;63(1):11-18.
28. Hochberg Z, Bereket A, Davenport M, Delemarre-Van de Waal HA, De Schepper J, Levine MA, Shaw N, Schoenau E, van Coeverden SC, Weisman Y, Zadik Z; European Society for Paediatric Endocrinology (ESPE) Bone Club. Consensus development for the supplementation of vitamin D in childhood and adolescence. *Horm Res* 2002;58(1):39-51.
29. Atabek ME, Eklioglu BS, Akyürek N, Alp H. Association between vitamin D level and cardiovascular risk in obese children and adolescents. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2014 Jul;27(7-8):661-6.
30. Rodríguez-Rodríguez E, Navia B, López-Sobaler AM, Ortega RM. Vitamin D in overweight/obese women and its relationship with dietetic and anthropometric variables. *Obesity (Silver Spring)* 2009 Apr;17(4):778-82.
31. Yeste D, García-Reyna N, Gussinyer S, Marhuenda C, Clemente M, Albisu M, et al.. Perspectivas actuales del tratamiento de la obesidad infantil. *Rev Esp Obes* 2008,6 (3):139-152.
32. Shin, Y., Shin, H., & Lee, Y. Vitamin D status and childhood health. *Korean J Pediatr* 2013,56(10), 417-23.
33. Rodríguez-Rodríguez E, Navia-Lombán B, López-Sobaler AM, Ortega RM. Associations between abdominal fat and body mass index on vitamin D status in a group of Spanish schoolchildren. *Eur J Clin Nutr* 2010 May;64(5):461-7.
34. Constanzo P, Salerni H. Hypovitaminosis D: afectaciones no clásicas. *Rev Argent Endocrinol Metab* 2009;46(1):3-23.
35. Pacífico L, Anania C, Osborn J, Ferraro F, Bonci E, Olivero E. Low 25(OH)D3 levels are associated with total adiposity, metabolic syndrome, and hypertension in caucasian children and adolescents. *Eur J Endocrinol* 2011;165(4):603-11.
36. Al-Musharaf S, Al-Othman A, Al-Daghri N, Krishnaswamy S, Yusuf D, Alkharfy K, et. al. Vitamin D deficiency and calcium intake in reference to increased body mass index in children and adolescents. *European Journal of Pediatrics* 2012,171(7):1081-1086.
37. Gilbert Diamond D, Baylin A, Mora Plazas M, Marin C, Arsenault J, Hughes M, Willett WC, Villamor E. Vitamin D deficiency and anthropometric indicators of adiposity in school-age children: a prospective study. *Am J Clin Nutr* 2010,92:1446-51.
38. Miñambres I, de Leiva A, Pérez A. Hipovitaminosis D y síndrome metabólico. *Med Clin* (Barc.), 2014. (en prensa).
39. Rodríguez-Rodríguez E, Ortega RM, González-Rodríguez LG, López-Sobaler AM; UCM Research Group VALORNUT

(920030). Vitamin D deficiency is an independent predictor of elevated triglycerides in Spanish school children. *Eur J Nutr* 2011 Aug;50(5):373-8.
40. Reis JP, von Mühlen D, Miller ER 3rd et al.Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in the United States adolescent population. *Pediatrics* 2009;124:e371–e379
41. Martins D, Wolf M, Pan D et al (2007) Prevalence of cardiovascular risk factors and the serum levels of 25-hydroxyvitamin D in the United States: data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. Arch *Intern Med* 2007;167:1159–1165.
42. Botella-Carretero JI, Alvarez-Blasco F, Villafruela JJ et al. Vitamin D deficiency is associated with the metabolic síndrome in morbid obesity. *Clin Nutr* 2007;26:573–580.
43. Zittermann A, Frisch S, Berthold HK et al. Vitamin D supplementation enhances the beneficial effects of weight loss on cardiovascular disease risk markers. *Am J Clin Nutr* 2009;89:1321–1327
44. Kelishadi R, Salek S, Salek M, Hashemipour M, Movahedian M. Effects of vitamin D supplementation on insulin resistance and cardiometabolic risk factors in children with metabolic syndrome: a triple-masked controlled trial. *J Pediatr* (Rio J) 2014 Jan-Feb;90(1):28-34.
45. Ha CD, Cho JK, Lee SH, Kang HS. Serum vitamin D, physical activity, and metabolic risk factors in Korean children. *Med Sci Sports Exerc* 2013 Jan;45(1):102-8.
46. Cho HJ, Kang HC, Choi SA, Ju YC, Lee HS, Park HJ. The possible role of Ca2+ on the activation of microsomal triglyceride transfer protein in rat hepatocytes. *Biol Pharm Bull* 2005;28:1418–23.
47. Barger-Lux MJ, Heaney RP, Lanspa SJ, Healy JC, DeLuca HF. An investigation of sources of variation in calcium absorption efficiency. *J Clin Endocrinol Metab* 1995;80:406–11.
48. Lacour B, Basile C, Drüeke T, Funck-Brentano JL. Parathyroid function and lipid metabolism in the rat. *Miner Electrolyte Metab* 1982;7:157–65.
49. Demir M, Günay T, Ozmen G, Melek M. Relationship between vitamin D deficiency and nondipper hypertension. *Clin Exp Hypertens* 2013,35(1):45-9.
50. Song H, Park C. Low serum vitamin D level is associated with high risk of metabolic syndrome in post-menopausal women. *J Endocrinol Invest* 2013;36(10):791-6.
51. Wuerzner G, Burnier M, Waeber B. Should hypertensive patients take vitamin D? *Curr Hypertens Rep* 2012,14(4):318-23.
52. Nam GE, Kim do H, Cho KH, Park YG, Han KD, Kim SM, Lee SH, Ko BJ, Kim MJ. 25- Hydroxyvitamin D insufficiency is associated with cardiometabolic risk in Korean adolescents: the 2008-2009 Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *Public Health Nutr* 2014 Jan;17(1):186-94.
53. Kamen DL, Tangpricha V. Vitamin D and molecular actions on the immune system: modulation of innate and autoimmunity. *J Mol Med* (Berl) 2010;88:441–450.
54. Yang L, Ma J, Zhang X, Fan Y, Wang L. Protective role of the vitamin D receptor. *Cell Immunol* 2012;279:160–166.
55. Zhou C, Lu F, Cao K, Xu D, Goltzman D, Miao D. Calcium-independent and 1,25(OH)2D3-dependent regulation of the renin-angiotensin system in 1alpha-hydroxylase knockout mice. *Kidney Int* 2008;74:170–179.
56. Resnick LM, Müller FB, Laragh JH. Calcium-regulating hormones in essential hypertension. Relation to plasma renin activity and sodium metabolism. *Ann Intern Med* 1986;105:649–654.
57. Li YC, Kong J, Wei M, Chen ZF, Liu SQ, Cao LP. 1,25-Dihydroxyvitamin D(3) is a negative endocrine regulator of the renin-angiotensin system. J Clin Invest. 2002;110:229–238.
58. Xiang W, Kong J, Chen S, Cao LP, Qiao G, Zheng W, Liu W, Li X, Gardner DG, Li YC. Cardiac hypertrophy in vitamin D receptor knockout mice: role of the systemic and cardiac reninangiotensin systems. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2005;288:E125–E132.