

Original

Anemia e hipoalbuminemia como factores de riesgo de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo en niños con insuficiencia renal crónica tratados con diálisis peritoneal

J. Antonio García-Bello^{a,*}, Joel Ortiz-Flores^b, Francisco E. Torres de la Riva^c,
G. Karina Mendoza-Moreno^b y Circe Gómez-Tenorio^b

^a División de Investigación en Salud, Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Gineco-obstetricia n.º 3 Dr. Víctor Manuel Espinosa de los Reyes Sánchez, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México, México

^b Servicio de Nefrología Pediátrica, Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital General Dr. Gaudencio González Garza, Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México, México

^c Servicio de Cardiología Pediátrica, Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital General Dr. Gaudencio González Garza, Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México, México

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 22 de marzo de 2017

Aceptado el 28 de noviembre de 2017

Palabras clave:

Disfunción diastólica del ventrículo izquierdo

Enfermedad cardiovascular

Insuficiencia renal crónica

RESUMEN

Introducción: La disfunción diastólica del ventrículo izquierdo es predictor independiente de mortalidad en insuficiencia renal crónica (IRC). El incremento de la relación E/e' es un indicador de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo. La asociación entre factores de riesgo cardiovascular y E/e' en niños con diálisis peritoneal automatizada (DPA) ha sido poco estudiada.

Objetivo: Medir la asociación entre los factores de riesgo cardiovascular y E/e' en niños con IRC en DPA.

Métodos: Estudio transversal, prolectivo, observacional, analítico de niños de 6-16 años en DPA. Medimos la edad, el género, el tiempo de evolución, el tiempo en diálisis, el peso, la talla, la tensión arterial, la hemoglobina, la albúmina, el calcio, el fósforo, la hormona paratiroidea y la proteína C reactiva. Se midió E/e' y se consideró incrementada cuando fue mayor de 15.

Resultados: Estudiamos 29 niños (19 mujeres) con edad de $14,0 \pm 2,5$ años y $16,9 \pm 11,2$ meses en tratamiento sustitutivo. Un paciente tuvo fracción de eyección ventricular izquierda disminuida, 21 (72,4%) relación E/e' incrementada. E/e' correlacionó significativamente con hemoglobina ($r = -0,53$, $p = 0,003$). La hemoglobina y la albúmina fueron significativamente menores ($9,72 \pm 1,9$ vs $12,2 \pm 1,8$; $p = 0,004$ y $3,6 \pm 0,5$ vs $4,0 \pm 0,3$; $p = 0,035$) y la proporción de pacientes con hipoalbuminemia y con anemia fue significativamente mayor (85,7% vs 37,5%; $p = 0,019$ y 61,9% vs 12,5%; $p = 0,035$) en los pacientes con E/e' incrementada. La hemoglobina fue el único predictor independiente de E/e' ($\beta = -0,66$; $p = 0,020$). Los pacientes con anemia tuvieron 10 veces más probabilidad de E/e' incrementada (IC 95% 1,5-65,6, $p = 0,016$).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jagbello67@gmail.com (J.A. García-Bello).

<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2017.11.024>

0211-6995/© 2018 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Conclusiones: El 75% de los niños tuvieron E/e' incrementada. La anemia y la hypoalbuminemia se asociaron significativamente con E/e' incrementada.

© 2018 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Anemia and hypoalbuminemia as risk factors for left ventricular diastolic dysfunction in children with chronic kidney disease on peritoneal dialysis

A B S T R A C T

Keywords:

Left ventricular diastolic dysfunction
Cardiovascular disease
Chronic kidney disease

Introduction: Left ventricular diastolic dysfunction (LVDD) is an independent predictor of mortality in Chronic Kidney Disease (CKD). The increase in the E/e' ratio is an indicator of LVDD. The association between cardiovascular risk factors (CVRFs) and E/e' in children with automated peritoneal dialysis (APD) has not been widely studied.

Objective: To measure the association between CVRFs and E/e' in children with CKD on APD.

Methods: Cross-sectional, prolective, observational, analytical study of children aged 6–16 years on APD. We recorded age, gender, time since onset, time on dialysis, and measured weight, height, blood pressure, hemoglobin, albumin, calcium, phosphorus, parathyroid hormone, and C-reactive protein. E/e' ratio was measured and considered to have increased when it was higher than 15.

Results: Twenty-nine children were studied, (19 females). Age was 14.0 ± 2.5 years, and 16.9 ± 11.2 months with substitutive therapy. One patient had reduced left ventricular ejection fraction, and 21 (72.4%) had increased E/e'. E/e' correlated significantly with hemoglobin ($r = -0.53$, $P = .003$). Hemoglobin and albumin were significantly lower (9.72 ± 1.9 vs. 12.2 ± 1.8 ; $P = .004$ and 3.6 ± 0.5 vs. 4.0 ± 0.3 ; $P = .035$) and the proportion of patients with anemia and hypoalbuminemia was significantly higher (85.7% vs. 37.5%; $P = .019$ and 61.9% vs. 12.5%; $P = .035$) in patients with increased E/e'. Hemoglobin was the only independent predictor of E/e' ($\beta = -0.66$; $P = .020$) and patients with anemia were 10 times more likely to have increased E/e' (95% CI 1.5-65.6, $P = .016$).

Conclusions: 75% of the children had increased E/e'. Anemia and hypoalbuminemia were significantly related with an increased E/e'.

© 2018 Sociedad Española de Nefrología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La insuficiencia renal crónica (IRC) es un problema de salud pública mundial, su incidencia y prevalencia van en aumento de la mano de sus costes para los sistemas de salud. Para finales de 2014 9.721 niños se encontraban en tratamiento por insuficiencia renal crónica terminal en Estados Unidos y la probabilidad de sobrevivir durante 5 años fue de 90% en el periodo de 2005 a 2009. La enfermedad cardiovascular es la principal causa de muerte en pacientes con IRC. En su reporte de 2016 el *United States Renal Data System* muestra que mientras la mortalidad a un año ajustada por todas las causas en menores de 21 años fue de 32 casos por cada 1.000 pacientes en riesgo, la enfermedad cardiovascular fue la causa de muerte en una tercera parte, sobrepasando a las infecciones que provocaron la muerte en una sexta parte de los pacientes¹.

La hipertrofia y la disfunción ventricular izquierdas son manifestaciones tempranas de daño ventricular y se les considera predictores independientes consistentes de morbimortalidad en pacientes con IRC. Incluso antes de que se presente una disminución en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo ya es posible encontrar disfunción

ventricular izquierda, por lo que se considera a esta última una manifestación temprana de disfunción cardíaca. A lo largo de la última década la frecuencia de estas afectaciones también han sido estudiadas en niños y adultos jóvenes con IRC².

La disfunción diastólica del ventrículo izquierdo (DDVI) se refiere a un síndrome clínico en el que los pacientes tienen síntomas y signos de insuficiencia cardíaca, fracción de eyección del VI normal o casi normal y evidencia ecocardiográfica de llenado anormal del ventrículo izquierdo o elevación en su presión de llenado. Esta insuficiencia cardíaca con fracción de eyección conservada es más frecuente que aquella con fracción de eyección disminuida³. Las imágenes con ecocardiograma Doppler tisular demuestran alteraciones al llenado y la complianza del VI temprano en la progresión de la IRC también en niños, y su prevalencia se incrementa en pacientes en tratamiento con diálisis⁴.

Las imágenes del eco Doppler tisular de las velocidades miocárdicas durante la diástole temprana medidas en el anillo mitral (conocida como onda e') son altamente sensibles para evaluar el estado de la relajación miocárdica⁵. Mejor aún, la relación que resulta de dividir los valores de la onda E de flujo mitral obtenidos por ultrasonido Doppler (onda E) entre

el valor de la onda e' obtenida en el Doppler tisular (relación conocida como relación E/e') se correlaciona adecuadamente con la presión de llenado, la misma que se afecta de manera temprana en estadios iniciales de disfunción ventricular diastólica. Una onda e' reducida (<9 cm/s) o una relación E/e' mayor de 15 son evidencia probada de esta disfunción^{6,7}.

Los factores de riesgo cardiovascular conocidos en adultos son la edad, el género masculino, la hipertensión, la diabetes, la dislipidemia^{8,9} y la inactividad física. En pacientes con IRC se agregan factores de riesgo propios de la enfermedad como uremia, anemia¹⁰⁻¹², hipervolemia, hiperparatiroidismo, desnutrición, hipoalbuminemia¹³⁻¹⁵, hiperuricemia¹⁶ y alteraciones del metabolismo calcio fósforo¹⁵, así como la inflamación y el estrés oxidativo¹⁷⁻¹⁹.

Los estudios que han buscado la asociación entre los factores de riesgo cardiovascular con la presencia de DDVI en niños son escasos. Se sabe que los niños con IRC, y más aún los que ya iniciaron diálisis, tienen E/e' mayores que controles sanos, asociándose de forma significativa a la presencia de anemia, hiperfosfatemia y al producto calcio-fósforo incrementado⁴, así como a hipertensión arterial y niveles de vitamina D y hormona paratiroidea alterados²⁰.

Dentro de las formas de tratamiento dialítico en niños con IRC la diálisis peritoneal automatizada se adapta mejor a las características fisiológicas de su peritoneo, permitiendo que la sobrecarga hídrica sea menos frecuente y menos grave. En el Servicio de Nefrología Pediátrica de la UMAE, Hospital General Centro Médico La Raza, la forma más habitual de tratamiento sustitutivo en niños con insuficiencia renal crónica terminal es la diálisis peritoneal automatizada. Eliminar la sobrecarga hídrica y su papel, como un factor de riesgo cardiovascular primordial en niños, nos permite un mejor estudio del rol que otros factores de riesgo cardiovascular tienen sobre la función diastólica del ventrículo izquierdo.

Objetivo

Medir la magnitud de la asociación existente entre los distintos factores de riesgo cardiovascular con la relación de la onda E de flujo mitral con la onda e' del Doppler tisular (E/e') como marcador de DDVI en niños con IRC tratados con diálisis peritoneal automatizada.

Métodos

Previo autorización por el comité local de investigación se llevó a cabo un estudio observacional, prolectivo, transversal y analítico en niños de 6 a 16 años de edad con diagnóstico de IRC tratados con diálisis peritoneal automatizada del Servicio de Nefrología Pediátrica de la UMAE, Hospital General Centro Médico La Raza, que no tuvieran edema clínicamente manifiesto, cardiopatía congénita o dislipidemia conocida. En todos los casos la libreta de apego del programa de diálisis peritoneal ambulatoria mostraba balance de líquidos totales diarios negativo al menos en las 2 semanas previas y ninguno de los pacientes se había hospitalizado por sobrecarga hídrica o hipertensión en el mes inmediato anterior. Se interrogó a

los padres acerca de la causa de la IRC, el tiempo desde el diagnóstico y el tiempo en tratamiento sustitutivo de la función renal con diálisis. Con ayuno de al menos 12 horas fueron pesados, medidos, se les tomó la tensión arterial y los estudios de laboratorio efectuados incluyeron: hemoglobina, glucosa, urea, creatinina, nitrógeno ureico, calcio, fósforo, colesterol, triglicéridos, HDL colesterol, LDL colesterol, proteína C reactiva, así como hormona paratiroidea. Se determinaron los niveles en sangre por método de colorimetría automatizada en equipo Modular PP de la marca Roche-DiagnosticsTM (Japón), por fotometría e ion selectivo ISE 900 P800 y por ensayo secuencial inmunométrico quimioluminiscente en fase sólida en equipo IMMUNILITE 2000TM. Se midieron las fracciones de eyección del ventrículo izquierdo y de acortamiento (FAC) del ventrículo izquierdo, así como las ondas E y e' en la válvula mitral con ecocardiógrafo Philips iE33TM bidimensional modo M, con Doppler color, pulsado, continuo y tisular (Holanda), con un transductor lineal de 3 MHz siempre por el mismo observador. Se consideró que la relación E/e' estaba incrementada cuando fue mayor de 15. Para evaluar la asociación de las distintas variables con E/e' se usaron las pruebas de «t» de Student o U de Mann Whitney, y r de Pearson o Rho de Spearman, así como Chi cuadrado o exacta de Fisher. Para determinar qué variables fueron predictoras independientes de E/e' se construyó un modelo de regresión lineal múltiple. Para determinar qué variables estuvieron asociadas a un riesgo de E/e' incrementado se usó regresión logística. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 20.0 y se consideraron significativos valores de p menores de 0,05.

Resultados

Se estudiaron 29 pacientes, de los cuales 19 (65,5%) fueron mujeres con edad de $14 \pm 2,6$ años y un tiempo en tratamiento sustitutivo de la función renal de $16,89 \pm 11,27$ meses. La fracción de eyección del ventrículo izquierdo promedio fue de $76,0 \pm 7,5$, la FAC $43,10 \pm 7,6$ y la relación E/e' de $19,23 \pm 7,69$. Aunque solo un paciente (3,4%) tuvo fracción de eyección del ventrículo izquierdo disminuida, 21 (72,4%) ya tenían una relación E/e' incrementada.

Los valores de hemoglobina y albúmina fueron significativamente menores en los pacientes con una relación E/e' incrementada respecto a los que tuvieron relación E/e' normal (tabla 1). La frecuencia de hipoalbuminemia y de anemia fue mayor en los pacientes con relación E/e' incrementada, mientras que la prevalencia de hipercalcemia fue significativamente menor en los pacientes con E/e' incrementada (tabla 2).

En el análisis de correlación se encontraron asociaciones estadísticamente significativas de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo con hemoglobina ($r=0,44$, $p=0,017$) y albúmina ($r=0,58$, $p=0,001$); de FAC con hemoglobina ($r=0,46$, $p=0,012$) y albúmina ($r=0,56$, $p=0,001$) y de la relación E/e' con la hemoglobina ($r=-0,53$, $p=0,003$).

La hemoglobina fue el único predictor independiente de la relación E/e', de tal forma que por cada g/dl que descendió la hemoglobina la relación E/e' se incrementó en 0,66 unida-

Tabla 1 – Valores de las variables bioquímicas y ecocardiográficas

Variable	Total (n=29)	E/e' normal (n=8)	E/e' incrementada (n=21)	Valor de p
Edad (años)	14 ± 2,59	12,62 ± 3,29	13,14 ± 2,35	0,639
Z score de talla	-2,9 ± 1,73	-3,45 ± 1,36	-2,73 ± 1,84	0,331
Tiempo desde el diagnóstico(meses)	16,89 ± 11,27	17,37 ± 7,17	16,71 ± 12,64	0,891
Hemoglobina (g/dl)	10,42 ± 2,24	12,27 ± 1,86	9,72 ± 1,99	0,004*
Albumina (g/dl)	3,77 ± 0,49	4,08 ± 0,32	3,66 ± 0,50	0,035*
Triglicéridos (mg/dl)	168,89 ± 121,05	165,00 ± 61,34	170,38 ± 138,52	0,917
HDL colesterol (mg/dl)	52,93 ± 18,34	56,87 ± 21,29	51,42 ± 17,42	0,485
LDL colesterol (mg/dl)	104,07 ± 29,63	105,63 ± 44,36	103,48 ± 23,21	0,899
Calcio (mg/dl)	9,15 ± 0,82	9,43 ± 1,17	9,04 ± 0,64	0,408
Fósforo (mg/dl)	5,14 ± 1,40	4,81 ± 1,29	5,27 ± 1,45	0,438
Producto Ca × P	47,22 ± 13,22	45,79 ± 12,35	47,76 ± 13,79	0,727
PTH (pg/ml)	641,83 ± 453,19	529,0 ± 527,0	684,7 ± 428,1	0,418
PCR (mg/l)	1,02 ± 0,70	0,80 ± 0,75	1,10 ± 0,68	0,305

PCR: proteína C reactiva; PTH: hormona paratiroidea.

Se usó prueba «t» de Student para muestras independientes.

* Se consideraron significativos valores de $p < 0,05$.

Tabla 2 – Prevalencia de los factores de riesgo cardiovascular

Variable	Total (n=29)	E/e' normal (n=8)	E/e' incrementada (n=21)	Valor de p
Género femenino	19 (65,5%)	7 (87,5%)	12 (57,1%)	0,201
Desnutrición	19 (65,5%)	7 (87,5%)	12 (57,1%)	0,201
Hipertensión arterial	13 (44,8%)	4 (50,0%)	9 (42,9%)	1,000
Anemia	21 (72,4%)	3 (37,5%)	18 (85,7%)	0,019*
Albumina < 4 g/dl	14 (48,3%)	1 (12,5%)	13 (61,9%)	0,035*
Hipertrigliceridemia	20 (69,0%)	7 (87,5%)	13 (61,9%)	0,371
HDL colesterol disminuido	6 (20,7%)	1 (12,5%)	5 (23,8%)	0,647
LDL colesterol incrementado	13 (44,8%)	4 (50,0%)	9 (42,9%)	1,000
Hipercalcemia	6 (20,7%)	4 (50,0%)	2 (9,5%)	0,040*
Hipocalcemia	7 (24,1%)	2 (25,0%)	5 (23,8%)	
Hiperfosfatemia	20 (69,0%)	6 (75,0%)	14 (66,7%)	0,792
Hipofosfatemia	3 (10,3%)	1 (12,5%)	2 (9,5%)	
Producto Ca × P incrementada	7 (24,1%)	2 (25%)	5 (23,8%)	1,000
Hiperparatiroidismo	15 (51,7%)	3 (37,5%)	12 (57,1%)	0,203
Hipoparatiroidismo	5 (17,2%)	3 (37,5%)	2 (9,5%)	
PCR > 3 mg/l	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1,000

HDL: lipoproteínas de alta densidad; LDL: lipoproteínas de baja densidad; PCR: proteína C reactiva.

Se usó prueba de Chi cuadrada o exacta de Fisher.

* Se consideraron significativos valores de $p < 0,05$.

Tabla 3 – Regresión lineal del E/e' con los factores de riesgo en los pacientes estudiados

Variable	Valor de B	B estandarizada	Valor de p
Hemoglobina	-2,253	-0,659	0,020

Variables incluidas en el modelo: Género, edad, zs de talla, tiempo desde el diagnóstico de IRC, hemoglobina, hipertensión arterial, albumina, triglicéridos, HDL-colesterol, LDL-colesterol, producto Ca × P, hormona paratiroidea y proteína C reactiva. Los valores de $p < 0,05$ se consideraron significativos.

Tabla 4 – Regresión logística de E/e' con los factores de riesgo en los pacientes estudiados

Variable	Valor de B	Valor de p	OR	IC 95%
Anemia	2,303	0,016	10,00	1,52-65,67

Variables incluidas en el modelo: género, edad, desnutrición, tiempo desde el diagnóstico de IRC, anemia, hipertensión arterial, hipoalbuminemia, hipertrigliceridemia, HDL-colesterol bajo, LDL-colesterol alto, producto Ca × P incrementado, hormona paratiroidea aumentada y disminuida, proteína C reactiva incrementada. Los valores de $p < 0,05$ se consideraron significativos.

des (tabla 3). Los pacientes que presentaron anemia tuvieron 10 veces más probabilidad de tener una relación E/e' incrementada que los pacientes que no tuvieron anemia (IC 95% 1,52-65,67), siendo el único factor de riesgo cardiovascular que representó mayor probabilidad de tener una E/e' incrementada (tabla 4).

Discusión

Ya ha sido reportado anteriormente que la DDVI es más frecuente que la disfunción ventricular con fracción de

eyección disminuida³. En este estudio encontramos que mientras solo un paciente tuvo fracción de eyección del ventrículo izquierdo disminuida, 21 (72,4%) ya tenían una relación E/e' incrementada como dato de DDVI. Lo anterior coincide también con el 79% de frecuencia de DDVI reportado por Jan Ten Harkel et al. en 14 niños en diálisis peritoneal²¹.

Dentro de los factores de riesgo investigados encontramos una asociación consistente entre anemia y E/e'. En adultos con IRC se ha demostrado la asociación entre anemia e hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI)¹⁰, con una correlación negativa significativa entre las concentraciones de hemoglobina y esta²². El riesgo de morir también es mayor en los pacientes que tienen anemia e insuficiencia cardíaca^{22,23}. Un estudio observacional en pacientes con HVI severa demostró que los niños con menores niveles de hemoglobina tenían HVI más graves y menor complianza ventricular⁴. En niños con IRC una mejoría en la anemia se asocia a una mejoría en la geometría cardíaca¹¹. Un estudio cegado de diseño cruzado en 11 pacientes con edad de 2 a 12 años en diálisis demostró una mejoría en el índice cardíaco en niños anémicos tratados con eritropoyetina¹². La anemia lleva a un aumento en el trabajo del músculo cardíaco debido a un aumento en la frecuencia cardíaca y del volumen sistólico²⁴, en respuesta el corazón sufre «remodelación», que se refleja más adelante en hipertrofia y dilatación del ventrículo izquierdo que lleva a insuficiencia cardíaca y aumento en la mortalidad.

Casi 2/3 de nuestros pacientes presentaron desnutrición. Stenvinkel et al. encontraron desnutrición en el 18-50% de los grupos de pacientes con IRC en tratamiento sustitutivo con diálisis peritoneal que estudiaron¹³. En nuestro estudio las concentraciones de albúmina se correlacionaron de manera significativa con la FAC; en los pacientes con E/e' incrementados fueron significativamente menores y la proporción de pacientes con hipoalbuminemia fue mayor. Hasta donde sabemos, ningún otro estudio había reportado anteriormente una asociación significativa entre las concentraciones de albúmina en sangre y DDVI en niños en tratamiento con diálisis. Los niveles bajos de albúmina se han usado como marcadores de malnutrición por muchos años. La hipoalbuminemia se presenta hasta en una tercera parte de los pacientes con insuficiencia cardíaca²⁵ y se ha asociado de manera consistente a un incremento en la mortalidad en adultos mayores^{26,27}. El nivel de albúmina en sangre es un predictor independiente de la sobrevida a un año en pacientes con insuficiencia cardíaca, incluso con fracción de eyección conservada²⁸. La albúmina en sangre se encuentra estrechamente relacionada con la inflamación propia de las enfermedades crónicas, siendo la hipoalbuminemia un indicador de mal pronóstico en insuficiencia cardíaca²⁹. Más allá del consenso de que la hipoalbuminemia y la inflamación son coincidentes en los pacientes con enfermedades crónicas, e incluso una condición pudiera favorecer la presencia de la otra, se ha demostrado que la caquexia evaluada por análisis de vector de bioimpedancia aumenta por sí misma el riesgo de morir incluso en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica estable³⁰. En un estudio previo en niños con enfermedad renal crónica ya demostramos que los pacientes con hipoalbuminemia tuvieron un riesgo 4 veces mayor de presentar aumento en el grosor de la íntima-media de las arterias carótidas que quienes tuvieron albúmina

normal, tanto en estadios 2-4 de la enfermedad como en estadio 5 ya en tratamiento con diálisis peritoneal o hemodiálisis, todo ello ajustado para posibles confusores, incluidos los niveles en sangre de interleucina 1 β y 6 y proteína C reactiva de alta sensibilidad¹⁵. Evidencia creciente sugiere que la hipoalbuminemia severa ejerce efectos pleiotrópicos en muchos órganos y sistemas neurohumorales involucrados en el síndrome de insuficiencia cardíaca. La presión hidrostática capilar y la presión oncótica del plasma son las principales fuerzas opuestas que regulan el balance de líquidos a lo largo de la membrana capilar, y hay evidencia definitiva de que la hipoalbuminemia severa genera edema pulmonar. La albúmina sérica contribuye a mantener la integridad de la microvasculatura del miocardio a través de sus propiedades oncóticas y su interacción con el glucocálix endotelial²⁹. La hipoalbuminemia severa agrava el edema miocárdico que se considera una de las causas de la disfunción miocárdica y de inestabilidad electrofisiológica en muchas cardiopatías^{29,31}, puede exacerbar el estrés oxidativo y la inflamación que están involucrados en el proceso global de la insuficiencia cardíaca^{29,32,33} y contribuye a sobrecarga hídrica a través de la activación de barorreceptores y resistencia a los diuréticos²⁹.

Dadas las características socio económicas de nuestros pacientes no podemos subestimar el papel de la desnutrición como causa de anemia, hipoalbuminemia y DDVI. Para evitar la aparición de DDVI como consecuencia de la anemia es indispensable garantizar un adecuado aporte de hierro en alimentos y suplementos, suficientes reservas corporales, un adecuado control de la tensión arterial que permita la administración constante de eritropoyetina, así como la búsqueda exhaustiva y el tratamiento de otros factores propios de la enfermedad que puedan provocar pérdidas imperceptibles, afectar las reservas y entorpecer el aprovechamiento del hierro. Una tarea obligada es incidir desde etapas muy tempranas de la enfermedad renal crónica en la preservación y mejora del estado nutricional, aportando alimentos y suplementos de la forma y por las vías que sean necesarias para garantizar una adecuada nutrición. Así mismo, la permanente prevención, búsqueda intencionada, diagnóstico temprano y tratamiento oportuno de cualquier foco que pueda provocar inflamación son vitales.

Concluimos que la DDVI se presenta hasta en 3/4 de los niños con IRC tratados con diálisis peritoneal automatizada, aun cuando la frecuencia de fracción de eyección sea baja. La anemia y la hipoalbuminemia están asociadas de manera significativa con DDVI. Es necesario llevar a cabo estudios prospectivos y longitudinales que incluyan un mayor número de niños con enfermedad renal crónica en distintos estadios que sean tratados con complementos o suplementos alimenticios, y que analicen la forma en la que el cambio en el estado nutricional y en sus marcadores clínicos y bioquímicos afecta a la función diastólica del ventrículo izquierdo.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan no tener conflicto de intereses en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. United States Renal Data System (USRD). Chapter 8: ESRD among children, adolescents, and young adults [consultado 1 Mar 2017]. Disponible en: www.usrds.org/2016/view/v2_08.aspx
2. Mitsnefes MM. Cardiovascular disease in children with chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol.* 2012;23:578-85.
3. Redfield MM, Jacobsen SJ, Burnett JC Jr, Mahoney DW, Bailey KR, Rodeheffer RJ. Burden of systolic and diastolic ventricular dysfunction in the community: Appreciating the scope of the heart failure epidemic. *JAMA.* 2003;289:194-202.
4. Mitsnefes MM, Kimball TR, Kartal J, Witt SA, Glascock BJ, Houry PR, et al. Impaired left ventricular diastolic function in patients with chronic renal failure. *Kidney Int.* 2004;65:1461-6.
5. Roselló A, Torregrosa I, Solís MA, Muñoz J, Pascual B, García R, et al. Estudio de la función diastólica en pacientes en diálisis peritoneal. Comparación entre doppler pulsado y tisular. *Nefrología.* 2007;27:482-8.
6. Tranaeus LY, Axelsson J, Balzano R, Vavilis G, Chromek M, Celsi G, et al. Left ventricular diastolic dysfunction by tissue Doppler echocardiography in pediatric chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol.* 2013;28:2003-13.
7. Mc Murray JV, Adamopoulos S, Anker SD, Auricchio A, Böhm M, Dickstein K, et al. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. ESC Guide lines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2012;33:1787-847.
8. Kasiske BL. Hyperlipidemia in patients with chronic renal disease. *Am J Kidney Dis.* 1998;32:S142-56.
9. Diez J, Laviades C. Hypertensive heart disease in the patient with chronic kidney disease. *Nefrología.* 2008;28:135-42.
10. Levin A, Djurdjev O, Thompson C, Barrett B, Ethier J, et al. Canadian randomized trial of hemoglobin maintenance to prevent or delay left ventricular mass growth in patients with CKD. *Am J Kidney Dis.* 2005;46:799-811.
11. El-Husseini AA, Sheashaa HA, Hassan NA, El-Demerdash FM, Sobh MA, Ghoneim MA. Echocardiographic changes and risk factors for left ventricular hypertrophy in children and adolescents after renal transplantation. *Pediatr Transplant.* 2004;8:249-54.
12. Morris KP. Non-cardiac benefits of human recombinant erythropoietin in end-stage renal failure and anaemia. *Arch Dis Child.* 1993;69:580-6.
13. Stenvinkel P, Heimbürger O, Lindholm O, Lindholm B, Kaysen GA, Bergstrom J. Are there two types of malnutrition in chronic renal failure? Evidence for relationships between malnutrition, inflammation and atherosclerosis (MIA syndrome). *Nephrol Dial Transplant.* 2000;15:953-60.
14. Cases A, López JM, Jofre R. Factores de riesgo cardiovascular en la enfermedad renal crónica. *Nefrología.* 2002;22 Supl 1:59-67.
15. García-Bello JA, Gomez-Diaz RA, Contreras-Rodriguez A, Talavera JO, Mondragon-Gonzalez R, Sánchez Barbosa L, et al. Carotid intima media thickness, oxidative stress, and inflammation in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol.* 2014;29:273-81.
16. Filiopoulos V, Hadjiyannakos D, Vlassopoulos D. New insights into uric acid effects on the progression and prognosis of Chronic Kidney Disease. *Ren Fail.* 2012;20:510-20.
17. Ducloux D, Bresson-Vautrin C, Kribs M, Abdelfatah A, Chalopin JM. C-reactive protein and cardiovascular disease in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int.* 2002;62:1417-22.
18. Wang AY, Woo J, Lam CW, Wang M, Sea MM, et al. Is a single time point C-reactive protein predictive of outcome in peritoneal dialysis patients? *J Am Soc Nephrol.* 2003;14:1871-9.
19. Pecoits-Filho R, Barany P, Lindholm B, Heimbürger O, Stenvinkel P. Interleukin-6 is an independent predictor of mortality in patients starting dialysis treatment. *Nephrol Dial Transplant.* 2002;17:1684-8.
20. Patange AR, Valentini RP, Gothe MP, Du W, Pettersen MD. Vitamin D deficiency is associated with increased left ventricular mass and diastolic dysfunction in children with chronic kidney disease. *Pediatr Cardiol.* 2013;34:536-42.
21. Jan Ten Harkel AD, Cransberg K, Van Osch-Gevers M, Nauta J. Diastolic dysfunction in paediatric patients on peritoneal dialysis and after renal transplantation. *Nephrol Dial Transplant.* 2009;24:1987-91.
22. Groenveld HF, Januzzi JL, Damman K, Wijngaarden J, Hillege HL, van Veldhuisen DJ, et al. Anemia and mortality in heart failure patients a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52:818-27.
23. Tehrani F, Phan A, Morrissey R, Chien C, Rafique A, Schwarz ER. The prognostic value of anemia in patients with diastolic heart failure. *Tex Heart Inst J.* 2009;36:220-5.
24. Tanner H, Moschovitis G, Kuster GM, Hullin R, Pfiiffner D, et al. The prevalence of anemia in chronic heart failure. *Int J Cardiol.* 2002;86:115-21.
25. Pasini E, Opasich C, Pastoris O, Aquilani R. Inadequate nutritional intake for daily life activity of clinically stable patients with chronic heart failure. *Am J Cardiol.* 2004;93:41A-3A.
26. Horwich TB, Kalantar-Zadeh K, MacLellan RW, Fonarow GC. Albumin levels predict survival in patients with systolic heart failure. *Am Heart J.* 2008;155:883-9.
27. Arques S, Rouxa E, Stolidi P, Gelissea R, Ambrosi P. Usefulness of serum albumin and serum total cholesterol in the prediction of hospital death in older patients with severe, acute heart failure. *J Card Fail.* 2011;17:451-8.
28. Liu M, Chan CP, Yan BP, Zhang Q, Lam YY, Li RJ, et al. Albumin levels predict survival in patients with heart failure and preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail.* 2012;14:39-44.
29. Arques S, Ambrosi P. Human serum albumin in the clinical syndrome of heart failure. *J Card Fail.* 2011;17:451-8.
30. Castillo-Martínez L, Colín-Ramírez E, Orea-Tejeda A, González Islas DG, Rodríguez García WD, et al. Cachexia assessed by bioimpedance vector analysis as a prognostic indicator in chronic stable heart failure patients. *Nutrition.* 2012;28:886-91.
31. Kates RE, Yee YG, Hill I. Effect of albumin on the electrophysiologic stability of isolated perfused rabbit hearts. *J Cardiovasc Pharmacol.* 1989;13:168-72.
32. Roche M, Rondeau P, Singh NR, Tarnus E, Bourdon E. The antioxidant properties of serum albumin. *FEBS Lett.* 2008;582:1783-7.
33. Wiedermann CJ. Anti-inflammatory activity of albumin. *Crit Care Med.* 2007;35:981-2.