

Catabolismo proteico en pacientes pediátricos en diálisis peritoneal crónica

Protein catabolism in pediatric patients on chronic peritoneal dialysis

Carolina Wong Lam^{ca,b}, María Trinidad Fuentes Del Pozo^c,
Bárbara Sandoval Durán^c, María del Pilar Hevia Juricic^a

^aHospital San Juan de Dios, Santiago, Chile.

^bDepartamento Pediatría y Cirugía Infantil, Facultad Medicina, campus Occidente, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

^cPrograma de Especialistas en Pediatría. Facultad de Medicina. Universidad de Chile.

Recibido el 07 de abril de 2025; aceptado el 23 de noviembre de 2025

¿Qué se sabe del tema que trata este estudio?

Las guías internacionales recomiendan ajustar la ingesta proteica en pacientes pediátricos en diálisis peritoneal crónica para compensar las pérdidas nitrogenadas, pero éstas se basan en estimaciones generales sin considerar las necesidades de un estado proinflamatorio ni el crecimiento recuperacional.

¿Qué aporta este estudio a lo ya conocido?

La experiencia clínica de un equipo multidisciplinario del manejo nutricional de pacientes pediátricos con diálisis peritoneal crónica en un hospital público de alta complejidad, ajustando los aportes proteicos en función de la medición del catabolismo proteico total adicionando el requerimiento de crecimiento, siendo los valores ajustados mayores que los señalados por las recomendaciones internacionales. Este enfoque permitió alcanzar un crecimiento lineal adecuado, sin generar alteraciones metabólicas, respaldando su seguridad y efectividad como estrategia nutricional individualizada.

Resumen

La deficiencia energética y el catabolismo proteico afectan el crecimiento de niños/as con enfermedad renal crónica (ERC). Las recomendaciones actuales de proteínas se basan en la Dietary Reference Intakes (RDI 2005) y en estudios de balance nitrogenado en niños con diálisis peritoneal crónica (DPC) considerando pérdidas de nitrógeno en líquido del dializado, urinarias y fecales. **Objetivos:** Estimar las necesidades proteicas en niños en DPC mediante la medición del catabolismo proteico total (CPT) sumado el requerimiento de crecimiento y compararlos con las recomendaciones internacionales. Analizar la intervención clínica basada en ajustes individualizados de proteínas según el valor de CPT para un balance nitrogenado de crecimiento. **Pacientes y Método:** Estudio retrospectivo y analítico. Se revisaron registros clínicos de pacientes pediátricos en DPC atendidos en un hospital de referencia en Santiago de Chile entre 2017 y 2024. Los valores CPT sumado el requerimiento de crecimiento se compararon con recomendaciones de las guías Kidney Disease Outcomes Quality Initiative

Palabras clave:

Enfermedad Renal Crónica; Diálisis Peritoneal; Catabolismo Proteico; Recomendaciones Nutricionales; Balance Nitrogenado

(KDOQI) 2009. El crecimiento con Z score talla para la edad (Z T/E) y parámetros bioquímicos principales como objetivos de tratamientos en esta condición fueron evaluados al ingreso y a los 12 meses de seguimiento ajustado el aporte proteico. **Resultados:** Se registraron 48 mediciones de CPT en 12 pacientes. La mediana de edad al inicio de DPC fue 8 años 2 meses. Las principales etiologías fueron glomerulopatías y anomalías estructurales. El requerimiento proteico calculado superó con significancia estadística las recomendaciones establecidas, excepto el grupo de 14 a 15 años de edad que resultó un valor con significancia estadística menor. Los parámetros bioquímicos se mantuvieron estables y la talla progresó adecuadamente. **Conclusiones:** La estimación individual del requerimiento proteico basada en CPT resultó mayor a las recomendaciones internacionales. Este enfoque permitió mantener crecimiento sin compromiso metabólico.

Abstract

Energy deficiency and protein catabolism affect the growth of children with chronic kidney disease (CKD). Current protein recommendations are based on the Dietary Reference Intakes (DRI 2005) and nitrogen balance studies in children undergoing chronic peritoneal dialysis (CPD), including nitrogen losses in dialysate fluid, urine, and feces. **Objective:** To estimate protein requirements in children on CPD by measuring total protein catabolism (tPC) plus growth requirements and comparing them with international recommendations, and analyze the clinical intervention based on individualized protein adjustments according to tPC values to achieve a growth nitrogen balance. **Patients and Method:** Retrospective and analytical study. We reviewed clinical records of pediatric patients on CPD, treated at a referral hospital in Santiago, Chile, between 2017 and 2024. tPC values plus growth requirements were compared with the Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI) 2009 guidelines. Key biochemical parameters as treatment targets in this condition and length- or height-for-age Z-score were assessed at baseline and after 12 months of follow-up, adjusted for protein intake. **Results:** A total of 48 tPC measurements were recorded in 12 patients. The median age at initiation of CPD was 8 years and 2 months. The main etiologies were glomerulopathies and structural anomalies. The calculated protein requirements significantly exceeded the established recommendations, except for the 14-15 year old group, which had a statistically significantly lower value. Biochemical parameters remained stable, and height progressed adequately. **Conclusion:** Individual estimation of protein requirements based on total protein catabolism was higher than international recommendations. This approach allowed maintenance of growth without metabolic compromise.

Keywords:

Chronic Kidney Disease; Peritoneal Dialysis; Protein Catabolism; Nutritional Recommendations; Nitrogen Balance

Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) en la edad pediátrica representa un importante desafío clínico, pues impacta negativamente en el desarrollo físico e intelectual del niño¹. Entre sus consecuencias más relevantes se encuentra el retraso del crecimiento, el cual constituye un marcador de severidad y se asocia a una mayor morbimortalidad. Según datos del United States Renal Data System (USRDS) que incluyó a 1.949 niños en diálisis, se estableció que por cada disminución de una desviación estándar (DE) en el Z T/E la mortalidad aumentaba en un 14%². Otro estudio del mismo registro con 1.112 niños con enfermedad renal terminal entre 1990 y 1995, mostró que la mortalidad se triplicaba en aquellos con talla inferior a -3 DE y se duplicaba en quienes tenían talla inferior a -2 DE, en comparación con pacientes con talla dentro del rango normal³.

A nivel global, la incidencia de ERC terminal en menores de 15 años varía entre 5 y 9 casos por millón

de población por año y la prevalencia se estima entre 23 y 65 casos por millón⁴. En Chile, según datos del Registro Chileno de Enfermedad Renal Crónica en Pediatría de la rama de nefrología de la Sociedad Chilena de Pediatría, la incidencia y prevalencia se estiman en 7,1 y 54,2 casos por millón, respectivamente⁵. Aunque no se cuenta con un sistema de reporte universal y actualizado, estos datos permiten estimar que aproximadamente el 75% de los niños en terapia de reemplazo renal en Chile, se encuentran en diálisis peritoneal crónica (DPC), con una población estable cercana a 90 pacientes pediátricos⁶.

La DPC es la modalidad dialítica más utilizada en niños pues permite mejorar el estado clínico general y disminuye el deterioro progresivo de la enfermedad, en espera del trasplante renal⁷. En Chile, su implementación en población pediátrica data de 1995. Sin embargo, existe escasa información local sobre las características epidemiológicas, clínicas, bioquímicas y de crecimiento de estos pacientes. Un estudio multicén-

trico chileno del año 2002 identificó la hipo/displasia renal como principal causa de ERC en pacientes que ingresaron a DPC, sin diferencias significativas entre sexos⁸. La edad promedio de ingreso disminuyó progresivamente de 12,6 años en 1995⁸ a 5,6 años en 2015 en el reporte chileno⁵.

En el estudio global del International Pediatric Peritoneal Dialysis Network (IPPN), que incluyó 1.001 niños de 35 países entre 2007 y 2014, se observó que el 8,9 % de los pacientes que iniciaban DPC presentaban bajo peso (IMC < -2 DE). Las tasas mostraron una marcada variación geográfica, desde aproximadamente 5 % en países como Estados Unidos hasta cerca de 20 % en regiones del sur y sudeste asiático⁹. En cuanto al crecimiento longitudinal, el promedio de talla al comienzo de DPC es de -2,35 DE, pero hay una gran variación, que va desde -1,3 DE en el Reino Unido hasta -3,5 DE en Brasil¹⁰.

El retraso del crecimiento es frecuente y de etiología multifactorial, influenciado por el grado de insuficiencia renal, la edad del niño, acidosis metabólica, alteraciones en el eje de la hormona del crecimiento, la enfermedad mineral ósea, y una mala ingesta secundaria a la anorexia, alteración de la sensación del gusto, náuseas y vómitos^{11,12}. La malnutrición es el principal factor que contribuye al deterioro del crecimiento en los niños más pequeños, con asociación entre valores extremos de índice de masa corporal (IMC) y mayor riesgo de muerte^{13,14,15}. La optimización de la ingesta calórica y proteica ha demostrado ser la estrategia más efectiva para mejorar la velocidad de crecimiento y minimizar las consecuencias metabólicas de la uremia¹¹.

Existe evidencia sobre el impacto de la sobrecarga de fósforo en la morbimortalidad cardiovascular de pacientes con ERC, lo que justifica las recomendaciones internacionales de evitar ingestas excesivas de proteínas¹⁶. Se estima que el catabolismo proteico en adultos en DPC aumenta, requiriendo entre 0,9 y 1 g/kg/día de proteínas para lograr un balance nitrogenado neutro⁷. En niños, los requerimientos son mayores por unidad de peso, para crecer en tamaño y masa corporal magra^{17,18} y las recomendaciones actuales –como las guías KDOQI (2009)– sugieren aumentos de 0,15 a 0,35 g/kg/día sobre las recomendaciones habituales, para compensar las pérdidas de nitrógeno dialítico^{17,18}. Sin embargo, estas guías no consideran los requerimientos necesarios para el crecimiento recuperacional ni se basan en mediciones directas del Cpt individual. Por ello, planteamos la hipótesis de que las recomendaciones internacionales de aporte proteico en pacientes pediátricos en DPC son inferiores a las calculadas mediante el método factorial, a partir del Cpt medido en el dializado y la orina.

El objetivo de este estudio es estimar las necesidades proteicas en niños en DPC mediante la medición

del Cpt sumado el requerimiento de crecimiento y compararlos con las recomendaciones internacionales. Además, analizar la intervención clínica basada en ajustes individualizados de proteínas según el valor de Cpt para un balance nitrogenado de crecimiento.

Pacientes y Método

Estudio retrospectivo, analítico. Se revisaron los registros clínicos de pacientes tratados en la unidad de DPC pediátrica del Hospital San Juan de Dios. Se recopilaron los valores de Cpt medidos durante ese período y posteriormente se agruparon por rangos etarios para compararlos con las recomendaciones establecidas por las guías internacionales KDOQI 2009¹⁷.

Con el fin de evaluar el impacto del abordaje clínico, consistente en el ajuste individualizado de los aportes proteicos en función del Cpt, se recopilaron parámetros bioquímicos y antropométricos registrados al ingreso y a los 12 meses aproximados de seguimiento. Se definió como ingreso al programa de DPC la primera evaluación nutricional realizada tras la primera sesión de diálisis peritoneal. En el caso de pacientes derivados desde otro centro, se consideraron como punto de inicio los parámetros antropométricos y bioquímicos medidos tras su primera sesión de DPC en nuestro centro.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron pacientes menores de 15 años que ingresaron al programa de DPC entre junio de 2017 y febrero de 2024. Se excluyeron aquellos pacientes con una duración de la terapia menor a tres meses.

Variables analizadas

El Cpt se calculó mediante una fórmula^{19,20,21} que integra las principales vías de pérdida proteica en pacientes en DPC^{16,17} (figura 1) estimando el Cpt (gramos de proteína/día) y considera:

1. El nitrógeno ureico eliminado en el líquido dializado de 24 horas, multiplicado por 6,25 (factor de conversión de nitrógeno a proteína, considerando que 1 g de nitrógeno equivale a 6,25 g de proteína).
2. El nitrógeno ureico excretado en la orina de 24 horas, también multiplicado por 6,25 y por un factor de corrección de 1,25, que permite estimar el nitrógeno no ureico presente en la orina.
3. Los gramos de albúmina en 24 horas, tanto en el dializado como en la orina.
4. Las pérdidas insensibles tegumentales de nitrógeno calculadas según la edad del paciente: 0,075 g N/kg de peso en lactantes y 0,045 g N/kg en escolares y adolescentes; estos valores se convierten a equivalente proteico multiplicándolos por 6,25^{19,20,21}.

$$\text{Cpt} = (\text{NU dializado } 24 \text{ h} \times 6,25) + (\text{NU orina } 24 \text{ h} \times 6,25 \times 1,25) + (\text{albúmina dializado } 24 \text{ h}) + (\text{albúmina orina } 24 \text{ h}) + \text{pérdidas fijas de BUN (Pérdidas insensibles} \times 6,25)$$

Figura 1. Fórmula catabolismo proteico^{19,20,21}.

NU: nitrógeno ureico. 6,25: gramos de proteínas por 1 gramo de nitrógeno ureico. Pérdidas insensibles calculadas según edad:

- Lactantes 0,075g N/ Kg de peso.
- Escolar y adolescentes 0,045g N/ Kg de peso.

Cada uno de estos componentes representa una fuente de pérdida nitrogenada derivada de proteínas. Los términos asociados a nitrógeno ureico en sangre (BUN) reflejan la degradación proteica convertida en urea y eliminada por vía dialítica o urinaria; los valores de albúmina representan pérdidas de proteína intacta; y el componente fijo considera pérdidas no directamente medidas. La suma de todos estos elementos entrega el valor de Cpt, útil clínicamente para estimar el balance nitrogenado. Comparar este valor con la ingesta proteica diaria permite determinar si el paciente se encuentra en un estado anabólico (balance positivo), neutro o catabólico (balance negativo), información clave para ajustar el soporte nutricional o la dosis de diálisis, especialmente en niños con requerimientos elevados por crecimiento.

En función de los resultados de la medición del Cpt, el equipo multidisciplinario de nutriología y nefrología ajustó de forma individualizada el aporte proteico diario de cada paciente, con el objetivo de alcanzar un balance nitrogenado positivo que propendan al crecimiento. Para estimar los requerimientos proteicos totales, se consideró la suma del Cpt con una fracción correspondiente a la estimación de requerimiento de proteínas para crecimiento según el grupo etario (tabla 1), basados principalmente en los hallazgos de Ziegler et al.²³, estudio realizado en población pediátrica

mayor de un año. En el caso de los lactantes menores de un año, al no existir datos específicos en dicho trabajo, se utilizó el valor correspondiente a un año de edad, por ser el rango etario más próximo y representativo. Por otro lado, para el grupo de 14 a 15 años se consideraron los valores recomendados por las guías del Dietary Reference Intakes (DRI, Institute of Medicine, 2005)²².

Los aportes proteicos individualizados fueron comparados con las recomendaciones internacionales establecidas por las guías KDOQI (2009)¹⁷, las cuales señalan para pacientes pediátricos en diálisis peritoneal una ingesta proteica calculada según los valores del Dietary Reference Intake (DRI)²² para la edad y en base al peso ideal, adicionando entre un 15% y 30% para compensar las pérdidas proteicas asociadas a la diálisis¹⁷. Para efectos del análisis, los valores de Cpt obtenidos fueron clasificados de acuerdo con los grupos etarios definidos por las guías KDOQI (2009). En aquellos casos en que no fue posible medir el Cpt, el requerimiento proteico se calculó en base al DRI (2005)²² más un aporte adicional correspondiente a la fracción de nitrógeno retenido, según grupo etario^{22,23}.

A todos los pacientes se les entregó una pauta alimentaria individual que contempló estimación de Gasto Energético Total (GET) según recomendaciones energéticas para la edad (FAO/OMS)²⁴, aportando 55-60% de las calorías totales con hidratos de carbono complejos y de bajo índice glicémico, un aporte lipídico del 30% de las calorías totales y menos del 7% de las calorías totales como grasa saturada y un máximo de 200 mg de colesterol diario¹⁷. La fibra dietaria fue restringida por el contenido alto de fósforo y potasio. Además, por el estado proinflamatorio de esta condición, se les indicó aceite Omega 3, 2 a 3 gramos al día según tolerancia y fitoesteroles según disponibilidad de recursos. En pacientes mayores de 12 años se agregó estatinas en casos indicados.

Tabla 1. Catabolismo proteico en peritoneo diálisis, requerimientos estimados y recomendaciones internacionales por grupo etario de proteínas

Edad	Número de muestras (n)	DRI 2005* (g/kg/día)	Mediana Cpt (RICp25-p75) (g/kg/día) ^c	Cpt en DPC + retención nitrogenada (g/kg/día) ^c	KDOQI*** (g/kg/día)	Valor p
0 - 6 m	0	1,52	Sin datos	1,52 + 0,60*** = 2,12	1,80	No aplica
7 - 11 m	2	1,20	1,00 (0,80-1,10)	1,00 + 0,60*** = 1,60	1,50	0,500
1 - 3 a	8	1,05	1,60 (1,10-1,70)	1,60 + 0,60*** = 2,20	1,30	0,008
4 - 13 a	19	0,95	1,10 (0,90-1,30)	1,10 + 0,50*** = 1,60	1,20	< 0,001
14 - 15 a	19	0,85	0,90 (0,80-1,10)	0,90 + 0,03 ** = 0,93	1,10	< 0,001

DRI: Dietary Reference Intakes. Cpt: Catabolismo proteico total. DPC: diálisis peritoneal crónica. m: meses. a: años. ^cproteínas. *Dietary Reference Intakes, IOM, 2005; Summary, p. 12, tabla S-7²². **Dietary Reference Intakes, IOM, 2005; Cap. 10, p. 628, tabla 10-9²². ***Ziegler et al., 1977; tabla 1²³. ****KDOQI, 2009; tabla 12, p. S49¹⁷.

Para analizar el impacto de la intervención clínica nutricional, se evaluaron parámetros bioquímicos y el seguimiento del crecimiento en talla desde el ingreso al programa de DPC en nuestro centro y a los 12 meses aproximados de evolución en cada paciente. El estado nutricional se registró mediante el indicador talla para la edad (T/E), expresado en Z-score, utilizando las curvas de crecimiento del CDC²⁵. Se definió talla baja con un Z-score menor a -1,88 DE (equivalente al percentil 3).

Desde los registros clínicos se recolectaron los valores de los siguientes parámetros bioquímicos: colesterol total, colesterol low density lipoprotein (LDL) y high density lipoprotein (HDL), triglicéridos, glicemia, calcio, fósforo, nitrógeno ureico en sangre (BUN), bicarbonato en sangre y hormona paratiroidea (PTH), tanto al ingreso al programa de DPC como a los 12 meses de seguimiento. La medición del compartimiento proteico visceral se analizó con niveles plasmáticos de transferrina, indicador precoz de deficiencia²⁶, no se utilizó la albuminemia como marcador nutricional por la variación en estados inflamatorios y de sobrecarga hídrica y también por las pérdidas en orina y membrana peritoneal en caso de síndrome nefrótico^{27,28,29}. La prealbúmina no se consideró por falta de disponibilidad continua durante el periodo del estudio. Asimismo, el laboratorio de nuestro centro no dispone de la medición de proteína transportadora de retinol, por lo que esta variable no fue incluida.

Como parte del manejo clínico habitual de los pacientes en DPC, se realizó una encuesta nutricional periódica a cargo de una nutricionista, que incluyó la aplicación de un cuestionario cuantitativo de adherencia, mediante el cual se estimó el cumplimiento de las recomendaciones alimentarias indicadas. Se consideró una buena adherencia cuando el paciente cumplió al menos con el 75% de la pauta nutricional entregada.

Por último, para caracterizar a la población estudiada, se recolectaron las siguientes variables clínicas: sexo, edad al diagnóstico de enfermedad renal crónica, edad de inicio de la terapia de diálisis peritoneal, etiología de la enfermedad renal y presencia o ausencia de diuresis residual.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados en el programa Microsoft® Excel® para Office 365. Se realizó cálculo de frecuencias y medidas de tendencia central, aquellas variables con distribución no paramétrica se presentan como mediana (M) y rango intercuartil (RIC). Por el bajo tamaño muestral, no es posible determinar la forma de distribución de las muestras, por lo que se evaluó la significancia estadística mediante la prueba

no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa un valor $p < 0,05$.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital San Juan de Dios de Santiago, con dispensa de Consentimiento Informado, dada la naturaleza de la investigación.

Resultados

Ingresaron 15 pacientes al programa de DPC durante el periodo de estudio y 12 cumplieron con los criterios de inclusión. La tabla 1 muestra la mediana del Cpt por grupo etario junto con los valores de referencia del DRI 2005 y las recomendaciones de las guías KDOQI para pacientes pediátricos en DPC. Se incluyeron 48 muestras de Cpt, obtenidas a partir de al menos dos mediciones por paciente y distribuidas en cinco grupos etarios definidos según las guías KDOQI 2009.

En el grupo de 0 a 6 meses, no se contó con muestras directas, por lo que para calcular el requerimiento total, utilizamos el valor de recomendación proteico 1,52 g/kg/día y sumamos la retención estimada de crecimiento asumida del grupo de un año (0,60 g/kg/día) resultando un requerimiento total de 2,12 g/kg/día, en comparación a KDOQI de 1,80 g/kg/día

En el grupo de 7 a 11 meses ($n = 2$), la mediana de Cpt fue de 1,00 g/kg/día (RIC: 0,80-1,10), y sumando una retención de crecimiento de 0,60 g/kg/día, se obtuvo un requerimiento total de 1,60 g/kg/día. Entre 1 a 3 años ($n = 8$), el Cpt fue de 1,60 g/kg/día (RIC: 1,10-1,70) y sumando una acreción estimada de 0,60 g/kg/día se alcanzó 2,20g/kg/día como requerimiento total de proteínas. Para los pacientes de 4 a 13 años ($n = 19$), la mediana de Cpt fue de 1,10 g/kg/día (RIC: 0,90-1,30) y considerando una retención de crecimiento de 0,50 g/kg/día, resultó un total de 1,60 g/kg/día. Los pacientes de 14 a 15 años ($n = 19$) el Cpt fue de 0,90 g/kg/día (RIC: 0,80-1,10) con retención estimada de 0,03 g/kg/día, se obtuvo un total de 0,93 g/kg/día; en comparación a KDOQI de 1,50 g/kg/día, 1,30 g/kg/día, 1,20 g/kg/día y 1,10 g/kg/día respectivamente.

La tabla 2 presenta las principales características clínicas y demográficas. La mayoría corresponde a pacientes de sexo masculino ($n = 8$; 66,6%). La mediana de edad al diagnóstico de ERC fue de 8 años, con un rango que abarcó desde el período neonatal hasta los 14 años y 3 meses, y la mediana de edad al inicio de DPC fue de 8 años y 2 meses (2 meses a 14 años y 3 meses). Once pacientes (92%) fueron diagnosticados

Tabla 2. Características clínicas y demográficas de los pacientes

Género	N (%)
Femenino	4 (33,4)
Masculino	8 (66,6)
Edad al diagnóstico de ERC	Mediana (min-máx) 8 años (0 - 14 años 3 meses)
Procedencia	N (%)
HSJD*	11 (92)
Otros centros	1 (8)
Edad inicio de DPC (años)	Mediana (min-máx) 8 años 2 meses (2 meses - 14 años 3 meses)
Etiología	N (%)
Anomalia estructural	4 (33,3)
Glomerulopatía	5 (41,6)
Nefropatía Hereditaria	1 (8,3)
Secundaria a meningococcemia	1 (8,3)
No precisado	1 (8,3)
Talla ingreso a DPC	N (mediana Z T/E)
Talla normal	10 (-1,04)
Talla baja	2 (-1,96)
Anúricos	N (%) 6 (50)

*HSJD: Hospital San Juan de Dios ; DPC: diálisis peritoneal crónica.
ERC: Enfermedad Renal Crónica.

e iniciaron la terapia en el Hospital San Juan de Dios, mientras que un paciente ingresó desde otro centro, a los 8 meses de haber iniciado tratamiento dialítico. Respecto a las etiologías de la enfermedad renal, las causas más frecuentes fueron las glomerulopatías (41,6%) y las anomalías estructurales (33,3%). Cabe destacar que 6 de los 12 pacientes (50,0%) se encontraban anúricos al momento del diagnóstico.

En la figura 2 se grafica el seguimiento de la talla. La mediana del Z T/E al ingreso fue de -1,39 y a los 12 meses fue de -1,43 ($p = 0,283$). Dos pacientes presentaban a su ingreso talla baja con Z T/E -1,99 y -1,94 DE. En el seguimiento aproximado de 12 meses, el primero de estos pacientes se mantuvo en rango de talla baja Z T/E -2,10 DE y el segundo presentó un ascenso a Z T/E -1,87 DE. Además, se identificó un caso que ingresó con talla dentro del rango normal (Z T/E -1,60 DE) y posteriormente presentó una caída a Z T/E -2,14 DE. Destaca cuarto paciente que presentó una caída de su canal de crecimiento a pesar de estar dentro del rango normal Z T/E +0,50 a -0,92 DE.

La tabla 3 muestra las medianas y RIC de los parámetros bioquímicos evaluados al ingreso a DPC y aproximadamente a los 12 meses de seguimiento. Destacamos la transferrina la cual muestra el componente

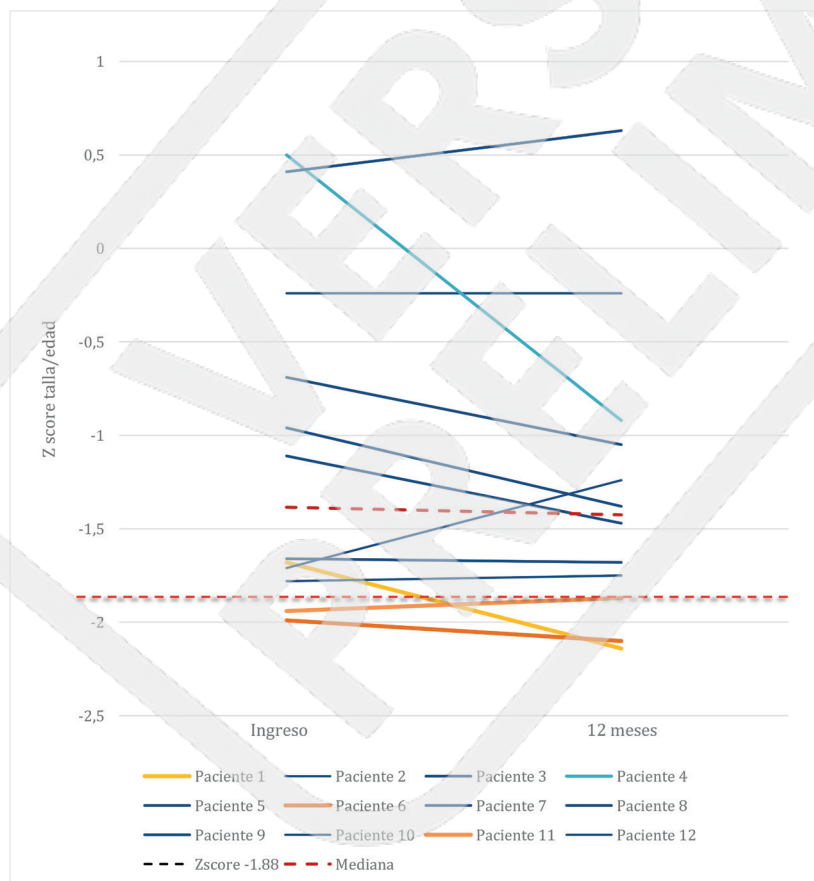


Figura 2. Progresión de talla basada en Z T/E al ingreso y 12 meses de DPC. Seguimiento de la talla. La mediana del Z T/E al ingreso fue de -1,39 y a los 12 meses fue de -1,43 ($p = 0,283$) (línea discontinua roja). Destacan paciente 6 y 11 que presentaban a su ingreso talla baja con Z T/E -1,99 y -1,94. A los 12 meses, el paciente 6 se mantuvo en rango de talla baja Z T/E -2,10 y el paciente 11 presentó un ascenso a Z T/E -1,87. El paciente 1 ingresó con talla normal (Z T/E -1,60) y a los 12 meses presentó una caída a Z T/E -2,14. El paciente número 4 presentó una caída de su canal de crecimiento a pesar de estar dentro del rango normal (Z T/E 0,50 a -0,92.)

Tabla 3. Parámetros bioquímicos al ingreso y un año de diálisis peritoneal crónica

Parámetro bioquímico Mediana (RIC p25-p75) /Nº muestras (n)	Ingreso DPC	1 año DPC	Valores de referencia ^{15,24,37}
Transferrina (mg/dL)	201 (172 - 226) / (11)	198 (169 - 245) / (10)	180-370
Colesterol total (mg/dL)	205 (136 - 257) / (11)	219 (193 - 236) / (11)	< 170 RA > 200
Col-LDL (mg/dL)	155 (75 - 172) / (11)	141 (101 - 148) / (11)	< 110 RA > 130
Triglicéridos (mg/dL)	159 (131 - 287) / (11)	246 (149 - 383) / (11)	< 75, RA > 100 (< 9 a) < 90, RA > 130 (10-19 a)
Col-HDL (mg/dL)	36 (34 - 42) / (12)	45 (37 - 53) / (11)	> 45, RA < 40
Glicemia (mg/dL)	94 (88 - 97) / (12)	97 (89 - 108) / (11)	< o igual 99
BUN (mg/dL)	42 (33 - 78) / (12)	51 (42 - 58) / (11)	2-19 (0-2 a) 5 -17 (3-12 a)
Calcio (mg/dL)	9,5 (8,7 - 10,1) / (12)	9,7 (9,6- 10,2) / (11)	Según edad
Fósforo (mg/dL)	5,7 (5,0 - 7,2) / (12)	5,4 (4,1 - 5,6) / (11)	Según edad
PTH (pg/ml)	276 (186 - 391) / (9)	288 (233 - 324) / (9)	200-300
Bicarbonato (mEq/L)	20,9 (17,7 - 23,7) / (12)	24,0 (23,2 - 24,5) / (11)	22-24

a = años, RA = riesgo alto. DPC: diálisis peritoneal crónica.

de masa magra, la cual se mantuvo adecuada; el perfil lipídico que refleja el riesgo cardio-metabólico persistió en riesgo alto. Y en relación a indicadores metabólicos de control dialítico, el bicarbonato plasmático se normalizó, el BUN se mantuvo en valores aceptables para DPC, al igual que la fosfemia y PTH.

Discusión

Las recomendaciones actuales de aporte proteico para niños y adolescentes con ERC se basan en las necesidades estimadas para individuos sanos, a las que se suma un factor adicional para compensar las pérdidas proteicas asociadas a la diálisis peritoneal^{17,22,30}. Sin embargo, estas recomendaciones no se fundamentan en mediciones directas de CPT en población pediátrica dializada, por lo que podrían subestimar sus requerimientos. Esta investigación presenta valores de CPT obtenidos directamente en pacientes pediátricos en DPC, lo que permite una estimación más precisa de sus necesidades reales. En niños en crecimiento, es esencial asegurar un balance nitrogenado positivo y para ello se requiere aportar la mantención, reponer las pérdidas y cubrir las necesidades de acreción. Por lo tanto, la suma de los valores de CPT medidos con la retención de nitrógeno señalada para crecimiento según grupo etario, sería la estimación de los requerimientos proteicos totales.

Entre los 7 meses y los 13 años de edad, el requerimiento proteico total estimado fue superior a las re-

comendaciones KDOQI (2009)¹⁷. En el grupo de 0 a 6 meses no se evaluó significación estadística por no contar con muestras. En el grupo de 7 a 11 meses la diferencia no fue estadísticamente significativa, lo que es atribuible al bajo tamaño muestral (n = 2). Considerando que la mediana de edad de nuestro grupo es de 8 años y la mayor cantidad de muestras están tomadas en el grupo de 4 a 15 años, la significación estadística mostrada en el análisis cobra mayor valor. En el rango de 1 a 3 años el resultado obtenido fue un 169% de la recomendación KDOQI y en el grupo de 4 a 13 años el resultado fue de un 133% de la recomendación internacional.

Entre los 14 a 15 años, el requerimiento proteico total estimado arrojó un valor discretamente menor a la recomendación, pero con significación estadística. El resultado de este grupo, el cual contenía 19 muestras provenientes de dos pacientes femeninos y uno masculino, podría atribuirse al término de crecimiento post menarquia. Sin embargo, en la recolección de los datos las muestras no se separaron por sexo, por lo que no fue posible atribuir esa causalidad en dicha diferencia. Por otro lado, si consideramos el valor máximo del RIC de CPT, el cual es 1,10, el valor total sumando retención nitrogenada sería de 1,13 g/kg/día en comparación a KDOQI de 1,10 g/kg/día¹⁷. Esto hace recalcar aún más la importancia de individualizar los cálculos de los aportes.

En suma, los hallazgos sugieren que las recomendaciones internacionales podrían subestimar los requerimientos proteicos reales de esta población, lo que

podría reflejar el impacto de los aportes nutricionales, especialmente proteicos, en la prevalencia de talla baja en esta condición. Es importante destacar que el incremento de los aportes proteicos dietarios no se asoció a deterioro de los parámetros dialíticos, lo que refuerza la seguridad de este enfoque.

En nuestro centro, el equipo multidisciplinario (nutriología y nefrología) realiza este ajuste de forma rutinaria. Gracias a esta intervención clínica integral, la gran mayoría de los pacientes logró mantener una tasa de crecimiento longitudinal adecuado, con una mediana Z T/E -1,39 y de -1,43 al ingreso y a las 12 meses de seguimiento respectivamente, sin diferencias estadísticamente significativas, lo que valida la eficacia de la intervención nutricional realizada y el tratamiento dialítico ajustado.

En cuanto a los 2 pacientes que presentaban talla baja al ingreso, uno de ellos fue trasladado desde otro centro, ya en terapia de diálisis, y tras 12 meses de seguimiento evolucionó favorablemente (ZT/E: -1,94 a -1,87 DE) (paciente 11, figura 2). El segundo paciente, de 12 años, que persistió con talla baja al año de seguimiento pese a estar con hormona de crecimiento, presentaba un retraso puberal y baja ingesta calórica y proteica en relación con lo indicado (paciente 6 en figura 2).

El paciente de sexo masculino quien tuvo una caída del carril de crecimiento a los 9 años 9 meses de edad (paciente 1, figura 2), existió una pérdida de información durante su periodo de DPC. No obstante, actualmente es un paciente trasplantado renal y con un Z T/E -0,93 DE a los 17 años de edad.

Si bien, la talla es un buen indicador del estado nutricional en pacientes pediátricos con ERC, es importante considerar que la talla baja en esta condición es un fenómeno multifactorial, influido por aspectos nutricionales, metabólicos y hormonales^{12,31}.

En relación con los parámetros bioquímicos, en general se mantuvieron estables durante los 12 meses de seguimiento, sin observar un deterioro significativo del estado metabólico. Los niveles de transferrina señalan que el compartimiento proteico visceral se mantuvo adecuado durante el periodo estudiado²⁶. Por otra parte, los niveles séricos de fósforo, calcio y PTH no sólo reflejan el estado del metabolismo mineral óseo, sino también representan uno de los factores de riesgo no tradicionales más relevantes de morbimortalidad cardiovascular en esta población³². La eliminación de fósforo por la diálisis es limitada, por lo que los pacientes con ERC avanzada suelen requerir restricción dietética y el uso de quelantes.

Las recomendaciones de ingesta proteica en niños con ERC deben considerar un equilibrio cuidadoso entre evitar la sobrecarga de fósforo y asegurar un crecimiento y nutrición adecuados^{11,31}. En este estudio, los

pacientes recibieron un aporte proteico ajustado al balance nitrogenado, que en muchos casos superó las recomendaciones internacionales, pero con adecuación de aporte de fósforo dietario según DRI²² y un ajuste de la DPC priorizando esta premisa. Con este manejo, hubo un buen control metabólico, reflejado por los valores de calcio, fósforo y PTH al año (tabla 3).

La principal causa de muerte en los pacientes con ERC es cardiovascular y la dislipidemia es uno de los principales factores contribuyentes³³. La ERC interfiere con la regulación y función de distintas vías metabólicas determinando un fenotipo dislipidémico que favorece la aterosclerosis. Este se caracteriza por aumento de triglicéridos y VLDL, disminución de Col-HDL y niveles variables de Col-LDL^{34,35}. Todos nuestros pacientes presentaban dislipidemia con un perfil de alto riesgo cardiovascular. Tras un año de tratamiento e intervención nutricional, se logró mantener un control relativo de los parámetros lipídicos²⁶ (tabla 2), considerando que estos valores también pueden estar influenciados por otras intervenciones terapéuticas y farmacológicas, cuya adherencia no fue posible verificar.

El tamaño muestral reducido limita la potencia estadística y la generalización de los hallazgos y el periodo de seguimiento de 12 meses podría ser insuficiente para evaluar adecuadamente el impacto de la intervención clínica sobre la talla. Además, la recolección de parámetros bioquímicos en solo dos momentos del seguimiento no refleja la variabilidad de estos indicadores a lo largo del tiempo, lo que podría inducir errores en la interpretación de los resultados metabólicos. También se debe considerar la posible pérdida de información, en al menos un paciente, debido al registro clínico en ficha de papel. La naturaleza retrospectiva del estudio implica limitaciones inherentes al diseño, como la imposibilidad de controlar de forma prospectiva las variables de confusión. Finalmente, sería interesante considerar para futuras investigaciones el cálculo de requerimiento proteico para crecimiento en base a nuevas técnicas de medición, como es la marcación de potasio corporal total.

Conclusiones

El estudio muestra que desde los 7 meses hasta los 13 años de edad el requerimiento proteico estimado fue superior a las recomendaciones KDOQI (2009)¹⁷ siendo estadísticamente significativo desde 1 a 13 años de edad. El ajuste del aporte proteico, basado en la estimación del CPT, permitió mantener un crecimiento longitudinal adecuado sin comprometer el control metabólico. Estos hallazgos respaldan la eficacia y la seguridad del abordaje nutricional personalizado y multidisciplinario, considerando las recomendaciones

generales y el ajuste con el catabolismo proteico medio de cada paciente en DPC.

Responsabilidades Éticas

Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos: Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la Privacidad y Consentimiento Informa-

do: Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética de Investigación correspondiente, quien de acuerdo a las características del estudio ha eximido el uso del Consentimiento Informado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

Al Dr. Nelson Vargas Catalán y a la Profesora Teresa Millán Klüsse por su aporte en la corrección metodológica del proyecto de investigación y el gran compromiso y dedicación docente.

Referencias

- Warady BA, Neu AM. Chronic kidney disease in children: Overview of management. In: Post TW, editor. UpToDate [Internet]. Waltham (MA): UpToDate; 2024 [cited 2025 Jul 17]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/chronic-kidney-disease-in-children-overview-of-management>
- Wong CS, Gipson DS, Gillen DL, et al. Anthropometric measures and risk of death in children with end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis.* 2000;36(5):811-8. doi: 10.1053/ajkd.2000.17643
- Furth SL, Hwang W, Yang C, Neu AM, Fivush BA, Powe NR. Growth failure, risk of hospitalization and death for children with end-stage renal disease. *Pediatr Nephrol.* 2002;17(6):450-5. doi: 10.1007/s00467-002-0838-z
- Harambat J, van Stralen KJ, Kim JJ, et al. Epidemiology of chronic kidney disease in children. *Pediatr Nephrol.* 2012;27(3):363-73. doi: 10.1007/s00467-011-1939-1
- Hevia Pilar, Rosati María Pía y rama de nefrología de la Sociedad Chilena de Pediatría. Registro chileno de ERC pediátrica, presentado en modalidad oral en el XI Congreso ALANEPE, Santiago de Chile, octubre de 2017.
- Gajardo M, Cano F. ABC de la diálisis peritoneal en pediatría. *Rev Chil Pediatr.* 2020;91(2):265-74. doi: 10.32641/rchped.v91i2.1242
- Bolte L, Cano F. Adecuación en diálisis peritoneal pediátrica: Del test de equilibrio peritoneal a las aquaporinas. *Rev Chil Pediatr.* 2015;86(6):386-92. doi: 10.1016/j.rchipe.2015.08.008
- Cano F, Contreras MA, Bidegain A, et al. Diálisis peritoneal crónica pediátrica en Chile: estudio multicéntrico. *Rev Chil Pediatr.* 2002;73(2):116-26.
- Schaefer F, Borzych-Duzalka D, Azocar M, et al. Global variation of nutritional status in children undergoing chronic peritoneal dialysis: a longitudinal study of the International Pediatric Peritoneal Dialysis Network. *Sci Rep.* 2019;9:4886. doi: 10.1038/s41598-018-36975-z
- Rees L, Jones H. Nutritional management and growth in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol.* 2013;28(4):527-536. doi: 10.1007/s00467-012-2349-0
- Mahan JD, Warady BA. Assessment and treatment of short stature in pediatric patients with chronic kidney disease: A consensus statement. *Pediatr Nephrol.* 2006;21(7):917-30. doi: 10.1007/s00467-006-0020-y
- Cano Sch F, Azócar PM, Marín BV, et al. Dosis de diálisis, nutrición y crecimiento en diálisis peritoneal pediátrica. *Rev Med Chil.* 2005;133(12):1441-8. doi: 10.4067/S0034-98872005001200007
- Zaritsky J, Warady BA. Peritoneal dialysis in infants and young children. *Semin Nephrol.* 2011;31(2):213-24. doi: 10.1016/j.semnephrol.2011.01.009
- Flynn JT, Warady BA. Peritoneal dialysis in children: Challenges for the new millennium. *Adv Ren Replace Ther.* 2000;7(4):347-54. doi: 10.1053/jarr.2000.16271
- Bonanni A, Mannucci I, Verzola D, et al. Protein-energy wasting and mortality in chronic kidney disease. *Int J Environ Res Public Health.* 2011;8(5):1631-54. doi: 10.3390/ijerph8051631
- Ketteler M, Block GA, Evenepoel P, et al; KDIGO CKD-MBD Update Work Group. Executive summary of the 2017 KDIGO CKD-MBD guideline update: What's changed and why it matters. *Kidney Int.* 2017;92(1):26-36. doi: 10.1016/j.kint.2017.04.006
- National Kidney Foundation. KDOQI clinical practice guideline for nutrition in children with chronic kidney disease: 2008 update. *Am J Kidney Dis.* 2009;53(3 Suppl 2):S1-124.
- Chua A, Kumar R, Warady B. Care of the pediatric patient on chronic peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol.* 2022;37(12):3043-55. doi: 10.1007/s00467-021-05333-1
- Cano Sch F, Marín BV, Azócar PM, et al. Comportamiento de parámetros dialíticos y nutricionales en diálisis peritoneal pediátrica. *Rev Chil Pediatr.* 2003;74(4):382-9. doi: 10.4067/S0370-41062003000400006
- Cano F, Azócar M, Delucchi A, et al. Estudio de balance nitrogenado y Kt/V urea en niños en diálisis peritoneal crónica. *Rev Med Chil.* 2005;133(12):1433-40. doi: 10.4067/S0034-98872005001200007
- Cano F, Bidegain A, Azócar M, et al. Evaluación del estado nutricional de niños en diálisis peritoneal continua ambulatoria. *Rev Chil Pediatr.* 2004;75(3):254-63. doi: 10.4067/S0370-41062004000300005
- Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington (DC): National Academies Press; 2005. p. 589-768.
- Ziegler EE, O'Donnell AM, Stearns G, Nelson SE, Burmeister LF, Fomon SJ. Nitrogen balance studies with normal children. *Am J Clin Nutr.* 1977;30(6):939-

46. doi: 10.1093/ajcn/30.6.939
24. FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Human energy requirements. Rome: FAO; 2004. (FAO Food and Nutrition Technical Report Series, No. 1). Available from: <https://www.fao.org/3/y5686e.pdf>
25. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Clinical growth charts. Atlanta (GA): National Center for Health Statistics; 2000 [cited 2025 Jun 25]. Available from: <https://www.cdc.gov/growthcharts>
26. Lopez M, Serrano M. Valores de referencia de exámenes de laboratorio. In: Barja S, Alberti G, Le Roy C, editores. Nutrición en enfermedades crónicas de la niñez y adolescencia. Santiago: Ediciones UC; 2021. p. 473-85.
27. Nelms CL, Shaw V, Greenbaum LA, et al. Assessment of nutritional status in children with kidney diseases: Clinical practice recommendations from the Pediatric Renal Nutrition Taskforce. *Pediatr Nephrol.* 2021;36(4):995-1010. doi: 10.1007/s00467-020-04852-5
28. Kopanati S, Baum M, Quan A. Peritoneal protein losses in children with steroid-resistant nephrotic syndrome on continuous-cycler peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol.* 2006;21(7):1013-9. doi: 10.1007/s00467-006-0012-y
29. Azócar M, Quiroz L, Delucchi A, et al. The plasma permeability factor in nephrotic syndrome: Indirect evidence in pediatric peritoneal dialysis. *Perit Dial Int.* 2012;32(4):437-43. doi: 10.3747/pdi.2009.00251
30. Shaw V, Polderman N, Renken-Terhaerd J, et al. Energy and protein requirements for children with CKD stages 2-5 and on dialysis: Clinical practice recommendations from the Pediatric Renal Nutrition Taskforce. *Pediatr Nephrol.* 2020;35(3):519-31. doi: 10.1007/s00467-019-04426-x
31. Fernández C, Melgosa M. Enfermedad renal crónica (ERC) en la infancia: diagnóstico y tratamiento. In: *Protocolos diagnóstico y terapéuticos en pediatría*. Madrid: AEP; 2022. p. 437-57. Available from: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/24_enf_renal_0.pdf
32. Lloret M, Bover J, DaSilva L, et al. Papel del fósforo en la enfermedad renal crónica. *Nefrología.* 2013;33(6):835-42.
33. Grundy SM, Stone NJ, Bailey AL, et al. 2018 AHA/ACC/AACVPR/AAPA/ABC/ACPM/ADA/AGS/APhA/ASPC/NLA/PCNA guideline on the management of blood cholesterol: Executive summary. *J Am Coll Cardiol.* 2019;73(24):3168-209. doi: 10.1016/j.jacc.2018.11.002
34. Dincer N, Dagal T, Afsar B, Covic A, Ortiz A, Kanbay M. The effect of chronic kidney disease on lipid metabolism. *Int Urol Nephrol.* 2019;51(2):265-77. doi: 10.1007/s11255-018-2037-2
35. Karava V, Printza N, Dotis J, et al. Body composition and arterial stiffness in pediatric patients with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol.* 2019;34(7):1253-60. doi: 10.1007/s00467-019-04224-8
36. Schaefer F, Borzych-Duzalka D, Azocar M, et al. Global variation of nutritional status in children undergoing chronic peritoneal dialysis: a longitudinal study of the International Pediatric Peritoneal Dialysis Network. *Sci Rep.* 2019;9:4886. doi: 10.1038/s41598-018-36975-z
37. American Diabetes Association. Lifestyle management: Standards of medical care in diabetes-2019. *Diabetes Care.* 2019;42(Suppl 1):S46-60.