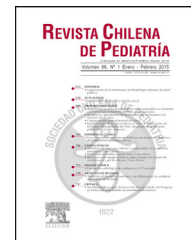




# REVISTA CHILENA DE PEDIATRÍA

www.elsevier.es/rchp



## ACTUALIDAD

### Adecuación en diálisis peritoneal pediátrica. Del test de equilibrio peritoneal a las aquaporinas



Lillian Bolte<sup>a,\*</sup> y Francisco Cano<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Programa de Especialista en Nefrología Pediátrica, Escuela de Postgrado, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Hospital Dr. Luis Calvo Mackenna, Santiago, Chile

<sup>b</sup> Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Oriente, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Hospital Dr. Luis Calvo Mackenna, Santiago, Chile

Recibido el 12 de julio de 2015; aceptado el 30 de agosto de 2015

Disponible en Internet el 9 de octubre de 2015

#### PALABRAS CLAVE

Diálisis peritoneal;  
Short PET;  
Mini PET;  
Test de equilibrio  
peritoneal;  
APEX

#### KEYWORDS

Peritoneal dialysis;  
Peritoneal  
equilibration test;  
Short PET;  
Mini PET;  
APEX

**Resumen** La evaluación de las características de transporte de solutos y agua del peritoneo es esencial para adecuar la prescripción dialítica en pacientes portadores de enfermedad renal crónica. Existen una serie de modelos para realizar esta evaluación. El test de equilibrio peritoneal (PET) evalúa la capacidad de transporte del peritoneo clasificando a los pacientes en 4 categorías de transportador: alto, promedio alto, promedio bajo y bajo. El *short PET* realiza la misma evaluación en solo 2 h, y ha sido validado en pacientes pediátricos. Por otro lado, el *MiniPET* otorga información adicional al evaluar la capacidad de transporte de agua libre por los poros ultrapequeños, y el *Accelerated Peritoneal Examination Time* (APEX) evalúa el punto de intersección de las curvas de equilibrio de urea y glucosa, y ha sido propuesto como el tiempo de permanencia óptimo para lograr una UF adecuada. Se analiza la información actual sobre estos métodos diagnósticos, en particular los últimos aportes de la literatura respecto al transporte de agua libre vía aquaporinas, que podrían representar una herramienta importante para optimizar el transporte de agua y solutos en pacientes en diálisis peritoneal crónica, en particular respecto al pronóstico cardiovascular.

© 2015 Sociedad Chilena de Pediatría. 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/>).

#### Peritoneal dialysis adequacy in pediatrics. From the peritoneal equilibration test to the aquaporins

**Abstract** An evaluation of the characteristics of peritoneal solute and water transport is essential to assess the suitability of prescribing dialysis in patients suffering from chronic renal disease. There are currently a series of models to perform this evaluation. The peritoneal equilibration test (PET) evaluates the peritoneal transport capacity, classifying the patients into

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [lbolte3@gmail.com](mailto:lbolte3@gmail.com) (L. Bolte).

four transport categories: high, high-average, low-average, and low. The short PET enables the same evaluation to be made in only 2 hours, and has been validated in paediatric patients. On the other hand, the MiniPET provides additional information by evaluating the free water transport capacity by the ultra-small pores, and the Accelerated Peritoneal Examination Time (APEX) evaluates the time when the glucose and urea equilibration curves cross, and has been proposed as the optimum dwell time to achieve adequate ultrafiltration. An analysis is presented on the current information on these diagnostic methods as regards free water transport via aquaporins, which could be an important tool in optimising solute and water transport in patients on chronic peritoneal dialysis, particularly as regards the cardiovascular prognosis.

© 2015 Sociedad Chilena de Pediatría. 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/>).

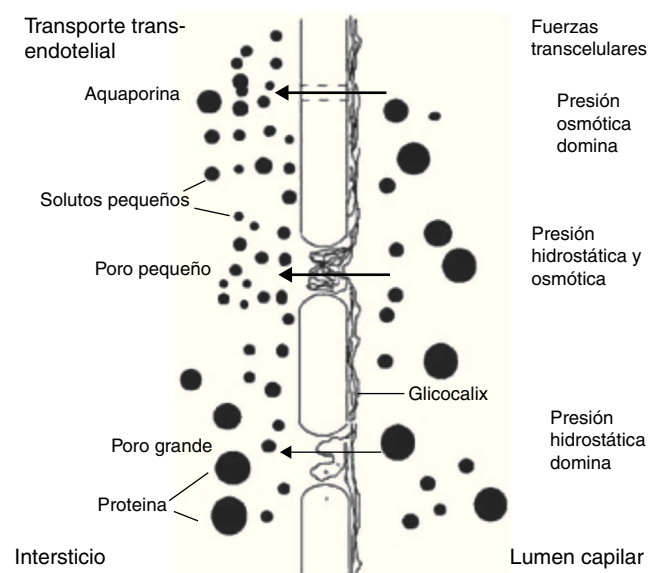
## Introducción

La diálisis peritoneal se considera la terapia dialítica de elección en pacientes pediátricos que se encuentran en la etapa terminal de su enfermedad renal crónica<sup>1,2</sup>. Según el reporte anual *North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies* (NAPRTCS) del año 2011, de 7.039 pacientes pediátricos reportados en diálisis, 4.430 se encontraban en diálisis peritoneal<sup>3</sup>. De ellos, el 67,8% se encontraba en diálisis automatizada al inicio, y el 70% a los 36 meses del ingreso a diálisis peritoneal. En Chile, la población pediátrica en diálisis peritoneal se estima en alrededor de 90 pacientes.

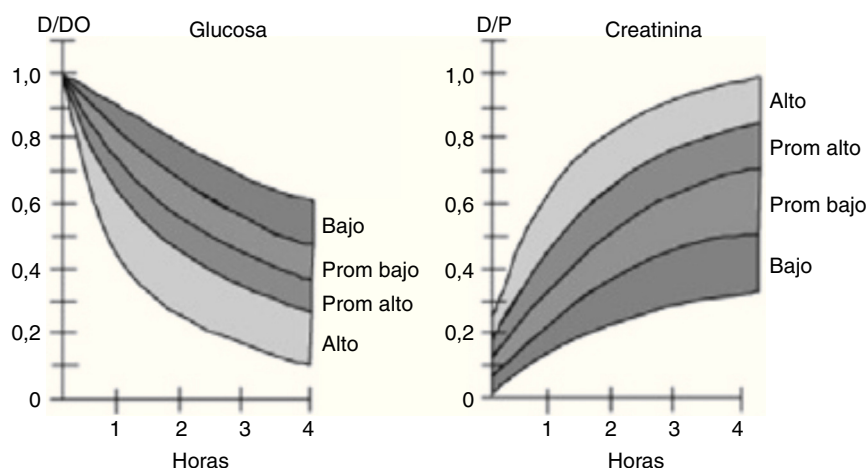
Existen distintas modalidades de esta terapia, siendo las más utilizadas la diálisis peritoneal continua ambulatoria, que se lleva a cabo en forma manual y en la que se realizan intercambios cada 6 h, y la diálisis peritoneal automatizada, que utiliza una máquina cicladora. Esta última a su vez se puede dividir en diálisis nocturna intermitente, en la que se realizan ciclos cortos durante la noche, permaneciendo durante el día con la cavidad peritoneal seca, y diálisis peritoneal ciclada continua, en la que luego de los intercambios nocturnos se realizan intercambios diurnos de mayor duración. Esto permite ajustar la prescripción de diálisis a las necesidades individuales de cada paciente, para lograr las mejores tasas de transporte de solutos y de remoción de líquido<sup>4,5</sup>.

La elección de la modalidad de diálisis se basa en las características anatómicas y funcionales de la membrana peritoneal. El transporte peritoneal debe caracterizarse en cada caso en términos de depuración y ultrafiltración (UF) para seleccionar el régimen de diálisis a aplicar, dado que la capacidad de transporte del peritoneo es un fenómeno de alta complejidad, con una gran variabilidad inter e intraindividual, que se ha tratado de explicar por medio de distintos modelos matemáticos, entre los cuales el más aceptado es el modelo de los 3 poros<sup>6</sup>. Este modelo fue descrito por Rippe en 1991<sup>7,8</sup>, quien postuló que la principal barrera al transporte peritoneal es el endotelio capilar, que contiene 3 tipos distintos de poros (fig. 1): los poros pequeños (*small pores* [SP]) tienen un radio de 40-50 Å y corresponden a la unión entre células endoteliales. Ocupan el 99,7% del área total disponible para la difusión de solutos pequeños y son responsables del 90% del coeficiente de

UF peritoneal total. Los poros grandes (*large pores* [LP]), con radio de 250 Å, corresponden al espacio interendotelial venular y son responsables del 8% del coeficiente de UF peritoneal total, a pesar de corresponder solo al 0,01% del número total de poros. Los LP participan en el transporte de macromoléculas por convección casi sin restricción, incluyendo albúmina. Finalmente existen los poros ultrapequeños (*ultrasmall pores* [USP]), que corresponden a canales específicos de transporte de agua, recientemente identificados como aquaporina 1 (AQP1). Los USP aportan solo el 2% del coeficiente de UF peritoneal total<sup>9</sup>, pero dan cuenta de aproximadamente el 40% de la UF debida a ósmosis generada por glucosa en las primeras horas de permanencia. La importancia de los USP ha sido evaluada en estudios experimentales en roedores, demostrándose en ratones *knock-out* para AQP1 que hasta la mitad de la UF total ocurre a través de estos canales<sup>10</sup>. Igualmente es importante considerar que durante la diálisis peritoneal también se produce reabsorción de líquido a través de los vasos linfáticos y tejido intersticial, de modo que la UF neta resulta de la diferencia



**Figura 1** Modelo de los 3 poros de la membrana peritoneal. Reproducido con autorización de B. Rippe<sup>7</sup>.



**Figura 2** Representación esquemática del transporte peritoneal. Se grafican los 4 tipos de transportadores: categoría alto transportador, promedio alto, promedio bajo y bajo transportador.

entre 2 procesos opuestos: UF y reabsorción. Estos 2 procesos simultáneos dependen a su vez del área de intercambio efectiva, de la permeabilidad del peritoneo y de la función de las AQP1<sup>11</sup>.

## Evaluación del transporte peritoneal

Para evaluar la capacidad de transporte del peritoneo se han desarrollado distintas pruebas de uso clínico.

### Coefficiente de área de transferencia de masa

Uno de los test originales consistió en el cálculo del coeficiente de área de transferencia de masa (MTAC). Este coeficiente, basado en modelos cinéticos de transporte de solutos, corresponde al valor inverso de la resistencia a la difusión peritoneal y representa el aclaramiento que podría realizar el peritoneo en ausencia de UF y de acumulación de solutos en el líquido de diálisis. Sin embargo, este test fue escasamente utilizado en la práctica clínica, probablemente debido a que requería cálculos muy complejos<sup>12</sup>.

### Test de equilibrio peritoneal

En 1987 Twardowski desarrolló una prueba para evaluar la capacidad de transporte del peritoneo, más fácil de realizar y más aplicable que el MTAC, denominada test de equilibrio peritoneal (PET)<sup>12</sup>.

El PET realiza una evaluación semicuantitativa de la capacidad de transporte peritoneal, considerando tanto el transporte de solutos como la capacidad de UF, y se basa en la velocidad con que se equilibran las concentraciones de un soluto determinado entre el plasma y la solución de diálisis. De esta forma, la relación entre la concentración de un soluto entre dializado y plasma ( $D/P$ ), que se mide a las 0, 2 y 4 h, indica la velocidad con que se transporta el soluto, permitiendo clasificar a los pacientes en 4 categorías: transportador alto, promedio alto, promedio bajo y bajo<sup>12</sup>. Estas categorías se definen calculando una desviación estándar por sobre y bajo el valor promedio de la población estudiada,

y pueden ser evaluadas en cada centro o región para estandarizar los valores a nivel de la población local. Un valor  $D/P$  para creatinina por sobre el promedio, en especial si es cercano a 1, indica que el transporte del soluto entre dializado y plasma es alto, y que por lo tanto la permeabilidad de la membrana peritoneal es elevada. Lo opuesto ocurre en caso de obtener un valor de  $D/P$  bajo, resultado que permite catalogar al paciente de medio-bajo o bajo transportador. En algunas publicaciones el término «alto» y «bajo» ha sido reemplazado por transportador «rápido» o «lento», respectivamente (fig. 2). En el caso de la glucosa, se establece la relación entre la glucosa a los tiempos hora 0, 2 y 4 versus el tiempo 0 ( $D_t/D_0$ ), siendo lo característico que a mayor tiempo el valor de la relación sea más bajo, dado que su concentración en el líquido peritoneal disminuye por efecto de degradación, absorción y principalmente por dilución del azúcar por efecto del agua arrastrada por el gradiente osmótico. Así, mientras menor es la relación  $D_t/D_0$  a la hora 4 del test, mayor es la capacidad de transporte del peritoneo, y viceversa (fig. 2). En el anexo 1 se detalla el método para realizar el test.

El resultado del PET debe reflejarse en la prescripción de diálisis del paciente, en especial en la duración de los intercambios. Un transportador rápido, que alcanza tempranamente el punto máximo de equilibrio, debe ser dializado con ciclos cortos, de 1-2 h de duración (diálisis nocturna intermitente); en forma inversa, un paciente que presenta un peritoneo de transporte lento requiere ciclos de larga duración para permitirle alcanzar el *peak* de UF y depuración (diálisis peritoneal continua ambulatoria). La incorrecta elección de la modalidad de diálisis resultará inevitablemente en una sobrecarga de agua y sodio, con las consecuencias previsibles de hipertensión y compromiso cardiovascular<sup>13</sup>.

### Test de equilibrio peritoneal acortado

Con el fin de simplificar el procedimiento del PET original, Twardowski propuso primero realizar un PET rápido (*fast PET*), que solo requiere la toma de una muestra de sangre y de líquido de diálisis a las 4 h de permanencia<sup>14</sup>, y que luego

**Tabla 1** Clasificación de transportadores de acuerdo al resultado de *short* PET en pacientes pediátricos

| Categoría     | D/P creatinina 2 hrs | D <sub>2</sub> /D <sub>0</sub> glucosa 2 hrs |
|---------------|----------------------|----------------------------------------------|
| Alto          | > 0,5                | < 0,61                                       |
| Promedio alto | 0,39-0,5             | 0,61-0,72                                    |
| Promedio bajo | 0,26-0,38            | 0,73-0,83                                    |
| Bajo          | < 0,26               | > 0,83                                       |

Fuente: adaptado de Cano et al.<sup>16</sup>.

se modificó a un PET acortado o *short* PET, en el que se evalúa el D/P de creatinina y el D<sub>x</sub>/D<sub>0</sub> de glucosa a las 2 h. En pediatría este test fue validado por Warady en un estudio retrospectivo en 20 niños, concluyendo que las categorías en la que se clasifica al paciente a las 2 h son las mismas que las obtenidas a las 4 h<sup>15</sup>. En nuestra experiencia este test se validó en forma prospectiva en un estudio multicéntrico en 74 pacientes<sup>16</sup>, observando un 16,1% de pacientes en categoría alto transportador, 32,2% promedio alto, 35,6% promedio bajo y 16,1% transportador bajo. Los valores de corte para la clasificación de los pacientes en las distintas categorías de transportador según el resultado del D/P de creatinina y D<sub>2</sub>/D<sub>0</sub> de glucosa a las 2 horas se encuentran en la [tabla 1](#). El método para realizar el *short* PET se describe en el [anexo 1](#).

## Transporte peritoneal y mortalidad cardiovascular

Las complicaciones cardiovasculares son la principal causa de morbilidad de los pacientes en diálisis peritoneal<sup>17</sup>. Datos del *US Renal Data System* (USRDS) han confirmado que la mortalidad de pacientes pediátricos en diálisis es mayor que en la población pediátrica general, con una tasa de 35,6 por 1.000 pacientes/año, en comparación con la cifra de 0,31/1.000 habitantes, siendo la tasa de mortalidad por todas las causas similar en pacientes en diálisis peritoneal y hemodiálisis. Lo que resulta más grave es que la tasa de mortalidad de pacientes de 0-19 años en diálisis peritoneal no ha variado significativamente en los últimos 30 años, como se comprueba al comparar el valor observado en los años ochenta, de 83 por 1.000 pacientes/año, con la cifra reportada para el período 2000-2008, que corresponde a 80 por 1.000 pacientes/año. Parekh et al., al analizar los datos del USRDS para menores de 30 años, observaron que el 23% de las muertes se debían a causa cardíaca. Datos de diversos registros internacionales han corroborado estas cifras a nivel global<sup>18,19</sup>.

Uno de los factores críticos asociados a la mortalidad cardiovascular es la pérdida progresiva de la capacidad de transporte peritoneal, con la consiguiente sobrecarga de agua y solutos. La prescripción de la diálisis en base a las pruebas previamente descritas no ha logrado modificar esta tendencia, a pesar de efectuar los ajustes en forma individual en cada paciente. Esto sugiere que existe un aspecto de la adecuación que ha sido insuficientemente evaluado hasta el momento.

Los resultados del PET clásico evalúan el transporte de solutos y agua dependientes básicamente del mecanismo de convección y difusión, lo cual no permite analizar

separadamente el transporte de agua libre a nivel de los USP, transporte que es representado por la caída de la concentración de sodio en una primera hora por efecto del arrastre de agua frente a una solución hipertónica de glucosa al 3,86%, conocido como *sieving* de sodio<sup>20,21</sup>.

Para evaluar la capacidad de transporte de agua libre de la membrana peritoneal vía aquaporinas, La Milia et al.<sup>22</sup> propusieron en 2005 el uso de un test modificado denominado *MiniPET*. Este test considera que durante la primera hora de permanencia de una solución hipertónica intraperitoneal (glucosa 3,86%) el transporte de agua libre es máximo, ya que la concentración de glucosa se encuentra en su mayor nivel, y el transporte de sodio por difusión es muy bajo debido a que existe un bajo gradiente entre plasma y dializado. En esas condiciones, el 40% del transporte de agua ocurre a través de los poros ultrapequeños (USP). El transporte de agua libre promedio obtenido por estos autores fue 215 ± 86 ml, representando el 46% de la UF total, y se correlacionó bien con la UF total obtenida con el PET de 4 h con solución hipertónica. En esta prueba uno de los parámetros básicos es la dilución del sodio en el dializado (DipNa) durante la hora del estudio, por arrastre de agua libre desde el plasma por la glucosa del dializado. Los autores reportaron una correlación lineal entre el transporte de agua libre y el DipNa en el dializado, calculado como la diferencia en la concentración de sodio del dializado al final del test, versus el sodio al inicio del test, correlación igualmente validada con el DipD/PNa, que expresa la diferencia entre la relación dializado/plasma de sodio entre el fin y comienzo del test.

En nuestro grupo se evaluó el transporte de agua libre aplicando el *MiniPET* a un grupo de pacientes pediátricos y relacionándolo con su estado cardiovascular<sup>23</sup>. Los resultados de UF diaria y transporte de agua libre fueron normalizados a la superficie corporal de los pacientes. Se observó que 10/16 pacientes tenían hipertrofia de ventrículo izquierdo (índice de masa ventricular izquierda [IMVI] > 38 g/m<sup>2</sup>), y de ellos, 5 tenían hipertrofia cardíaca severa (IMVI > 51 g/m<sup>2</sup>). Los pacientes no tenían hipertensión ni evidencias de sobrecarga de volumen, como edema o cambio en el peso. En este grupo, el transporte de agua libre normalizado fue 133,9 ± 85,7 ml/m<sup>2</sup> de superficie corporal, representando el 14,5% de la UF diaria, un valor menor al obtenido por La Milia et al.

Al evaluar la relación entre el *MiniPET* y el estado cardiovascular, se observó una correlación lineal negativa entre el transporte de agua libre normalizado y el IMVI (Pearson coef,  $r = 0,58$ ,  $p = 0,02$ ), con valores de IMVI más altos en los pacientes con menor transporte de agua libre. Destaca que no se observó una correlación significativa entre UF total y UF diaria con IMVI, como tampoco se observó una correlación entre el D/P de creatinina y el D<sub>x</sub>/D<sub>0</sub> de glucosa con la UF normalizada, con el transporte de agua libre normalizado, ni con el IMVI.

En cuanto a su ejecución en la práctica clínica, el *MiniPET* requiere la misma preparación que se efectúa la noche previa al *short* PET ([anexo 1](#)). El día del examen se infunden 1.100 ml/m<sup>2</sup> de Dianeal al 3,86% durante 10 min con conexión tipo Y (Ultrabag). Se debe obtener una muestra de sangre al minuto 0 para medición de natremia. Al finalizar la infusión (minuto 1) se obtiene una primera muestra de 20 ml de solución de diálisis de la bolsa para medición de sodio. A



**Tabla 2** Fórmulas para analizar el MiniPET

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Caída (Dip) absoluto de Na en el dializado                        | $\text{Dip Na D (mEq/l)} = \text{Na en dializado en minuto 60 (mEq/l)} - \text{Na en dializado en minuto 0}$                                                                                                                |
| 2. Dip de la relación D/P de Na                                      | $\text{Dip D/P Na} = \text{D/P Na al minuto 60} - \text{D/P Na al minuto 0}$                                                                                                                                                |
| 3. Remoción de Na en la primera hora del test                        | $\text{Remoción de Na (Na R)} = [\text{Volumen dializado drenado (L)} \times \text{Na en dializado en minuto 60 (mEq/l)}] - [\text{Volumen del dializado infundido (l)} \times \text{Na en dializado en minuto 0 (mEq/l)}]$ |
| 4. UF por convección a través de poros pequeños (UFSP)               | $\text{UFSP (ml)} = [\text{Na R (mEq)} \times 1.000] / \text{Na plasmático}$                                                                                                                                                |
| 5. Transporte de agua libre (FWT)                                    | $\text{FWT} = \text{UF total (ml)} - \text{UFSP (ml)}$                                                                                                                                                                      |
| 6. Transporte de agua libre normalizado a superficie corporal (FWTn) | $\text{FWT/superficie corporal [superficie corporal (m}^2\text{)} = \sqrt{\text{talla (cm)} \times \text{peso (kg)} / 3.600}]$                                                                                              |

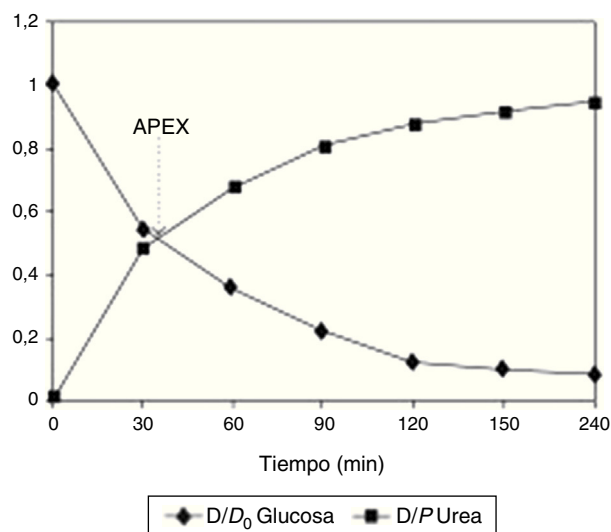
los 60 min de permanencia se obtiene una segunda muestra del dializado para medición de sodio, y se drena el dializado por gravedad al menos por 20 min. Se debe registrar el volumen del dializado infundido y drenado, pesando las bolsas y restando el peso de la bolsa vacía, para cuantificar la UF. Los cálculos necesarios para el análisis de este test se encuentran en la [tabla 2](#).

En adultos en diálisis peritoneal, la importancia de la remoción de agua y de sodio como predictor de mortalidad fue demostrada por Ateş et al.<sup>17</sup>, quienes evaluaron 125 pacientes en esta terapia, a los que siguieron por 3 años. De ellos, el 20% fallecieron durante el seguimiento, siendo la causa cardiovascular en el 50% de los casos. Los pacientes fueron clasificados en 4 grupos de acuerdo a su remoción de sodio (grupo I: remoción de sodio < percentil 25, hasta grupo IV: remoción de sodio mayor al percentil 75), y se observó que la sobrevida era mayor en el grupo con mayor remoción de sodio (grupo IV, sobrevida de 96% vs 59% del grupo I), lo que se repitió al compararlo con los grupos II y III. La misma diferencia se encontró al evaluar la variable remoción de volumen.

## El concepto de APEX o de diálisis peritoneal adaptada

Otros investigadores han desarrollado nuevos conceptos para optimizar la diálisis peritoneal. Schmitt et al.<sup>24</sup> propusieron el uso del *Accelerated Peritoneal Examination Time* (APEX) para obtener el tiempo de permanencia óptimo en términos de capacidad de UF. El APEX se obtiene en el punto en que se intersectan las curvas de equilibrio de urea y glucosa obtenidas en un PET clásico ([fig. 3](#)).

Debe considerarse que el volumen infundido influye en la capacidad de UF y de depuración debido a su impacto en el área peritoneal que se recluta para el intercambio. Así, un volumen de infusión pequeño, característicamente < 800 ml/m<sup>2</sup>, favorece la UF ya que genera una menor presión intraperitoneal, como asimismo permite una mayor tasa de equilibrio plasma-peritoneo, caracterizando erróneamente al paciente en categorías de alto transportador<sup>25</sup>. Schmitt et al.<sup>24</sup> proponen el uso de intercambios secuenciales con permanencias cortas y largas, y volúmenes de infusión pequeños y grandes. Los intercambios cortos con poco volumen, que generan una menor presión intraperitoneal, maximizarían la UF y deberían basarse en los resultados del APEX. Para la remoción de solutos deberían



**Figura 3** Ilustración del APEX. El tiempo APEX es el punto en que se intersectan las curvas de aparición de urea y de desaparición de glucosa en el dializado, e indica el tiempo óptimo de permanencia. Reproducido con autorización de M. Fischbach (publicado en *Peritoneal Dialysis International*<sup>27</sup>).

utilizarse infusiones de mayor volumen, con la precaución de no exceder una presión intraperitoneal de 18 cmH<sub>2</sub>O, y con la consideración de que los niños con una presión intraperitoneal mayor de 13 cmH<sub>2</sub>O necesitan un seguimiento estricto<sup>26</sup>.

Esta estrategia de diálisis personalizada mejoraría la eficiencia, tanto en términos de depuración como de remoción de agua y sodio, y ayudaría a lograr un mejor control de la presión arterial en niños y en adultos<sup>24</sup>.

## Conclusiones

Cuando se sospecha falla de la UF, la prescripción de la diálisis peritoneal se ajusta de acuerdo a los resultados del PET. Este test, sin embargo, no permite diferenciar si la falla del transporte ocurre a nivel de los mecanismos de convección, de difusión o del transporte de agua libre. Para realizar esta diferenciación es necesario efectuar el MiniPET, test que evalúa el transporte de agua libre a través de los poros ultrapequeños y que complementa la información obtenida con el PET clásico o con el *short PET*.

La evaluación de las características del transporte peritoneal es de gran importancia para adecuar la prescripción de diálisis en forma individualizada. Sin embargo, a pesar del uso rutinario de los conceptos de adecuación descritos previamente, no se ha observado un cambio en la morbilidad cardiovascular de estos pacientes. Esto sugiere que, habiendo corregido los factores clásicos de riesgo cardiovascular, persisten aspectos hasta ahora insuficientemente evaluados del transporte peritoneal y que pudieran estar relacionados a una sobrecarga de volumen y deterioro cardiovascular. Uno de estos factores parece corresponder al transporte de agua libre a través de los poros ultrapequeños. Por lo tanto, la realización de estos 2 tests permitiría

evaluar tanto las características del transporte clásico como el transporte de agua libre.

Es necesario realizar a futuro un mayor número de estudios que evalúen la capacidad de transporte de agua y solutos del peritoneo, y la morbimortalidad cardiovascular.

### Conflicto de intereses

Este trabajo cumple con los requisitos sobre consentimiento/asentimiento informado, comité de ética, financiación, estudios animales y sobre la ausencia de conflicto de intereses según corresponda.

### Anexo 1. *Short PET*

| Etapa del test                                                  | Indicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Requisitos                                                      | Sin peritonitis en últimas 4 semanas<br>Sin tratamiento con iECA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Preparación. Pacientes < 10 kg de peso o < 2 años. Noche previa | Mantener esquema de diálisis habitual<br>Realizar última infusión con concentración de glucosa habitual, volumen 1.100 ml/m <sup>2</sup> , permanencia de 4 h<br>Cinco intercambios de 1 h de permanencia c/u, con la concentración de glucosa que utiliza habitualmente, volumen 1.100 ml/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Preparación. Pacientes > 10 kg de peso o > 2 años. Noche previa | Realizar última infusión con Dianeal 2,5%, volumen 1.100 ml/m <sup>2</sup> (máximo 2 l), permanencia de 4 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Realización del examen. Día del examen                          | Drenar última infusión<br>Instalar bolsa de Dianeal al 2,5% con conexión tipo Y (Ultrabag).<br>Infundir 1.100 ml/m <sup>2</sup> (volumen máximo 2 l) en 15 min<br>Paciente en posición supina<br>Debe girar de lado a lado para favorecer una mezcla óptima del líquido de diálisis<br>Luego de finalizar la infusión, obtener muestras de dializado al minuto 0 y 120 para creatinina y glucosa<br>Obtener una muestra de sangre a los 120 min del test para creatinina<br>Drenar a los 120 min (2 h)<br>Calcular la relación D/P creatinina a la hora 2 ( <i>short PET</i> ) y a las 4 h (PET clásico)<br>Se calcula la relación $D_t/D_0$ glucosa en los mismos tiempos |

Nota: En el PET clásico, el líquido se drena a las 4 h, y debe obtenerse una muestra extra de dializado a las 4 h para creatinina y glucosa.  
iECA: inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina.

Los cálculos matemáticos se pueden realizar utilizando el PET *calculator*, disponible en [www.pedpd.org](http://www.pedpd.org), o en forma manual.

## Referencias

- Schaefer F, Warady B. Peritoneal dialysis in children with end-stage renal disease. *Nat Rev Nephrol*. 2011;7:659–68.
- Delucchi A, Contreras M, Bidegain A, et al. Diálisis peritoneal crónica pediátrica en Chile. Estudio multicéntrico. *Rev Chil Pediatr*. 2002;73:116–26.
- North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies. 2011 Annual Dialysis Report [consultado 25 Feb 2015]. Disponible en: <https://web.emmes.com/study/ped/annlrept/annualrept2011.pdf>
- Cano F. Diálisis peritoneal en pediatría. *Medwave*. 2007;7:e3603 [consultado 29 May 2015]. Disponible en: <http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/PuestaDia/Cursos/3603?ver=sindisenio>.
- Verrina E, Cappelli V, Perfumo F. Selection of modalities, prescription, and technical issues in children on peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol*. 2009;24:1453–64.
- Schaefer F, Haraldsson B, Haas S, Simkova E, Feber J, Mehls O. Estimation of peritoneal mass transport by three-pore model in children. *Kidney Int*. 1998;54:1372–9.
- Rippe B, Simonsen O, Stelin G. Clinical implications of a three-pore model of peritoneal transport. *Adv Perit Dial*. 1991;7:3–9.
- Rippe B. A three-pore model of peritoneal transport. *Perit Dial Int*. 1993;13 Suppl 2:S35–8.
- Rippe B, Venturoli D, Simonsen O, de Arteaga J. Fluid and electrolyte transport across the peritoneal membrane during CAPD according to the three-pore model. *Perit Dial Int*. 2004;24:10–27.
- Ni J, Verbavatz JM, Rippe A, et al. Aquaporin-1 plays an essential role in water permeability and ultrafiltration during peritoneal dialysis. *Kidney Int*. 2006;69:1518–25.
- Devuyst O, Goffin E. Water and solute transport in peritoneal dialysis: Models and clinical applications. *Nephrol Dial Transplant*. 2008;23:2120–3.
- Twardowski Z, Nolph K, Khanna R, et al. Peritoneal equilibration test. *Peritoneal Dialysis Bull*. 1987;3:138–47.
- La Milia V. Peritoneal transport testing. *J Nephrol*. 2010;23:633–47.
- Twardowski Z. The fast peritoneal equilibration test. *Semin Dial*. 1990;3:141–2.
- Warady B, Jennings J. The short PET in pediatrics. *Perit Dial Int*. 2007;27:441–5.
- Cano F, Sanchez L, Rebori A, et al. The short peritoneal equilibration test in pediatric dialysis. *Pediatr Nephrol*. 2010;25:2159–64.
- Ateş K, Nergizoglu G, Keven K, et al. Effect of fluid and sodium removal on mortality in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int*. 2001;60:767–76.
- Mitsnefes MM. Cardiovascular disease in children with chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol*. 2012;23:578–85.
- Parekh RS, Carroll CE, Wolfe RA, Port FK. Cardiovascular mortality in children and young adults with end-stage kidney disease. *J Pediatr*. 2002;141:191–7.
- Venturoli D, Rippe B. Validation by computer simulation of two indirect methods for quantification of free water transport in peritoneal dialysis. *Perit Dial Int*. 2005;25:77–84.
- Bernardo A, Bajo M, Santos O, et al. Two-in-one protocol: Simultaneous small-pore and ultras-small-pore peritoneal transport quantification. *Perit Dial Int*. 2012;32:537–44.
- La Milia V, di Filippo S, Crepaldi M, et al. Mini-peritoneal equilibration test: A simple and fast method to assess free water and small solute transport across the peritoneal membrane. *Kidney Int*. 2005;68:840–6.
- Cano F, Rojo A, Azocar M, et al. The mini-PET in pediatric peritoneal dialysis: A useful tool to predict volume overload? *Pediatr Nephrol*. 2013;28:1121–6.
- Schmitt C, Zaloszyk A, Schaefer B, Fischbach M. Peritoneal dialysis tailored to pediatric needs. *Int J Nephrol*. 2011;2011:940–7.
- Fischbach M. Optimal volume prescription for children on peritoneal dialysis. *Perit Dial Int*. 2000;20:603–6.
- Fischbach M, Warady B. Peritoneal dialysis prescription in children: Bedside principles for optimal practice. *Pediatr Nephrol*. 2009;24:1633–42.
- Fischbach M, Lahlou A, Eyer D, Desprez P, Geisert J. Determination of individual ultrafiltration time (APEX) and purification phosphate time by peritoneal equilibration test: application to individual peritoneal dialysis modality prescription in children. *Perit Dial Int*. 1996;16 Suppl 1:S557–60.