



Capítulo 34

Función peritoneal. Dosis y eficacia

María Auxiliadora Bajo Rubio, Gloria del Peso Gilsanz, Rafael Selgas Gutiérrez

1. INTRODUCCIÓN

2. ADECUACIÓN EN DIÁLISIS PERITONEAL

2.1. Objetivos de adecuación

3. FUNCIÓN RENAL RESIDUAL

3.1. Contribución a la adecuación

3.2. Preservación y trascendencia

4. PACIENTES SIN FUNCIÓN RENAL RESIDUAL

5. IMPORTANCIA DEL BALANCE HÍDRICO

6. PRESCRIPCIÓN DE DIÁLISIS

7. FUNCIONALIDAD DE LA MEMBRANA PERITONEAL

7.1. Evaluación de la membrana peritoneal

7.2. Estudios funcionales de la membrana peritoneal

7.3. Fallo de ultrafiltración

7.4. Sobrecarga crónica de volumen

7.5. Peritonitis esclerosante

8. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. INTRODUCCIÓN

La funcionalidad de la membrana peritoneal y su capacidad para conseguir una apropiada eliminación de agua y solutos es imprescindible para la realización de la diálisis peritoneal (DP). Su conocimiento es necesario para proporcionar una dosis de diálisis adecuada, definida como la que necesita un paciente para corregir el síndrome urémico. La uremia conlleva la pérdida de múltiples funciones del riñón, por lo que es difícil encontrar un único ele-

Tabla 1

Métodos de evaluación de la adecuación en diálisis peritoneal

<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros clínicos • Parámetros analíticos • Kt/V semanal de urea • Aclaramiento semanal de creatinina 	<ul style="list-style-type: none"> • Función renal residual • Parámetros nutricionales • Calidad de vida • Transporte peritoneal
--	--

mento de evaluación. Los métodos utilizados para valorar diálisis adecuada han sido múltiples (**tabla 1**), lo que refleja que la adecuación, globalmente entendida, implica una atención integral del paciente.

2. ADECUACIÓN EN DIÁLISIS PERITONEAL

Su propósito fundamental es la eliminación de productos de desecho y de líquidos. Numerosos trabajos han analizado la relación entre la suma de los aclaramientos peritoneales y renales de urea y creatinina, y los resultados clínicos. Los primeros estudios prospectivos de cohorte no fueron concluyentes, y aunque la mayoría de ellos encontraron relación entre índices de diálisis y mortalidad, otros no la observaron. El estudio CANUSA incluyó 680 pacientes incidentes en diálisis peritoneal continua ambulatoria (DPCA). Los autores observaron que por cada 0,1 U que aumentaba el Kt/V semanal, el riesgo relativo (RR) de muerte disminuía un 6%, y por cada 5 l/semana que lo hacía el aclaramiento de creatinina semanal ($C_{cr}S$), el RR disminuía un 7%. Las expectativas de supervivencia se basaban en aclaramientos totales, asumiendo que permanecían constantes a lo largo del tiempo y considerando que era igual una unidad de aclaramiento renal que una de peritoneal. Sin embargo, el reanálisis de los datos demostró que el impacto en la supervivencia estaba relacionado con la función renal residual (FRR) y no con los aclaramientos peritoneales. El estudio NECOSAD encontró un efecto beneficioso del aclaramiento renal de solutos, y no del peritoneal, sobre la supervivencia. Otros estudios prospectivos han confirmado que los aclaramientos peritoneales y renales no implican lo mismo. Esto debe tenerse en cuenta al calcular la dosis de diálisis y su prescripción, siendo necesario aumentar progresivamente la dosis a medida que se pierde FRR. Las guías europeas de DP consideran que los objetivos de adecuación deben basarse en los aclaramientos peritoneales. La FRR debe medirse de forma independiente y puede ser útil para conseguir estos objetivos, si los aclaramientos peritoneales son insuficientes.

2.1. Objetivos de adecuación

Diversos estudios han observado que los aclaramientos peritoneales dentro de los rangos habituales obtenidos no se asocian con la supervivencia en

DP en pacientes con FRR o sin ella. Pocos estudios aleatorizados han analizado este problema. El ADEMEX es un estudio multicéntrico, prospectivo, con 965 pacientes tratados con DPCA, que fueron aleatorizados para un objetivo de C_{cr} S superior o inferior a 60 l/semana/1,73 m². Ambos grupos eran similares en comorbilidad y grado de FRR, y la supervivencia fue también similar en ambos grupos. Lo y cols. analizaron 320 pacientes incidentes en DPCA con objetivos de Kt/V < 1,7, entre 1,7 y 2, y > 2. Los pacientes con Kt/V < 1,7 presentaron más anemia y complicaciones clínicas, sin diferencias entre los otros grupos. Ambos estudios confirman que aumentar el Kt/V de 1,7 a 2 no mejora la supervivencia. Basándonos en estos datos, el Kt/V de urea peritoneal semanal mínimo requerido nunca debe ser inferior a 1,7, pero en nuestra opinión y la de otros, debe superarse este umbral siempre que sea posible. Además, cuando los objetivos no se cumplen, el paciente deberá ser evaluado minuciosamente para realizar cambios de prescripción, teniendo en cuenta sus características personales. La situación clínica debe prevalecer sobre los índices de diálisis. La individualización de la prescripción y la atención integral del paciente debe ser el objetivo fundamental, y en ella deben incluirse los diferentes aspectos relacionados con la enfermedad renal.

3. FUNCIÓN RENAL RESIDUAL

La FRR tiene gran importancia en la DP. Contribuye al balance hídrico y al aclaramiento de solutos de diverso peso molecular. Estudios prospectivos observacionales han mostrado que es un factor independiente de supervivencia. Aunque el fenómeno del sesgo del tiempo adelantado (*lead-time bias*) podría condicionar una mejor supervivencia, el hecho de que la FRR influya en ella a medio plazo refuerza la idea de una influencia real.

3.1. Contribución a la adecuación

La FRR supone una importante contribución a la dosis total de diálisis. Una tasa de filtrado glomerular de 1 ml/min equivale a un aclaramiento semanal de 10 l. La eliminación de sodio y agua, elemento clave de la adecuación en DP, es otro aspecto fundamental que aporta. Con el tiempo, la FRR se pierde de forma progresiva, y es inexistente en la mayoría de los pacientes a partir de 3-4 años. Por ello, es necesario monitorizarla periódicamente y ajustar la prescripción de diálisis a la pérdida, para evitar períodos de infradiálisis. Esto puede ser insuficiente en pacientes con gran superficie corporal. No podemos olvidar que el aclaramiento renal y el peritoneal no son equivalentes, ya que este último está mucho más condicionado por el tamaño molecular de los solutos. Además, la FRR implica un mejor estado nutricional y el mantenimiento de

funciones endocrinas y metabólicas ejercidas por el riñón no sustituidas por la diálisis.

3.2. Preservación y trascendencia

La modalidad de diálisis utilizada es uno de los factores que influyen en la preservación de la FRR. Hay estudios que muestran que se mantiene más tiempo en DP que en hemodiálisis (HD). La **tabla 2** muestra algunos de los factores que contribuyen a su mantenimiento. Hay que evitar el uso de nefrotóxicos y situaciones de depleción de volumen, y utilizar cualquier medida para conservarla. Deben ajustarse los fármacos al grado de FRR, lo cual debe ser especialmente vigilado en el tratamiento de las peritonitis. Dos estudios aleatorizados han demostrado que ramipril y valsartán, en pacientes en DP, enlentecen la pérdida de FRR y disminuyen el porcentaje de desarrollo de anuria. Los diuréticos sólo contribuyen a aumentar el volumen urinario, pero no preservan la FRR. Medcalf y cols. aleatorizaron a 61 pacientes incidentes en DPCA para utilizar o no furosemida, y demostraron que su uso se asocia a mayor eliminación de sodio y agua y favorece la utilización de soluciones con menor contenido de glucosa. El impacto de la modalidad de DP sobre la evolución de la FRR es controvertido. Diversos estudios han mostrado que la diálisis peritoneal automatizada (DPA) se relaciona con una pérdida más rápida, aunque otros no han observado estas diferencias. Un reciente metaanálisis ha demostrado que no existen diferencias en este sentido y que las encontradas tienen relación más con la práctica clínica que con la modalidad. Las nuevas soluciones de DP, bajas en productos de degradación de la glucosa (PDG), se ha relacionado con mejor preservación de la FRR, aunque otros autores no han encontrado diferencias. Locatelli, en una revisión de estudios aleatorizados, expone que no hay datos concluyentes.

Tabla 2
Medidas para preservar la función renal residual

- Evitar los nefrotóxicos
- Evitar situaciones de depleción de volumen
- Evitar los contrastes yodados
- Ajustar las dosis de fármacos según la función renal
- IECA y ARA II. Diuréticos
- Tratamiento sustitutivo renal inicial con diálisis peritoneal
- Diálisis peritoneal
 - Modalidad: no hay diferencias
 - Tipo de soluciones de diálisis peritoneal (?)

ARA II: antagonistas de los receptores de la angiotensina II; IECA: inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina.

4. PACIENTES SIN FUNCIÓN RENAL RESIDUAL

Las recomendaciones de las dosis de diálisis se han basado en estudios llevados a cabo en pacientes con FRR, siendo escasos los realizados en anúricos. El estudio EAPOS, prospectivo multicéntrico y observacional, sobre 177 pacientes anúricos tratados con DPA, mostró que la supervivencia se relacionaba, además de con la edad y la comorbilidad, con la ultrafiltración peritoneal. No se observó relación con la dosis de diálisis ni con el tipo de transporte peritoneal. Jansen y cols. observaron resultados similares en pacientes tratados con DPA o DPCA. Otros estudios han apreciado relación entre la mortalidad y la dosis de diálisis en pacientes anúricos, uno de ellos prospectivo y otro retrospectivo. En general, la supervivencia en estos pacientes está más relacionada con la capacidad de ultrafiltración peritoneal, existiendo tendencia a relacionarse con el aclaramiento de solutos, sin poder definir los límites inferiores requeridos. La adecuación debe incluir eliminación de agua y solutos y, en general, se obtendrán más fácilmente con DPA. La atención de estos pacientes debe ser individualizada y vigilada especialmente.

5. IMPORTANCIA DEL BALANCE HÍDRICO

El control apropiado del volumen circulante es una de las bases de adecuación en DP. Ates y cols. demostró la existencia de una relación inversa entre la eliminación diaria de sodio y agua, y la mortalidad, punto que se ha confirmado en pacientes sin FRR. La relación entre sobrecarga de volumen y complicaciones cardiovasculares pueden explicar esta dependencia. La monitorización periódica del balance de fluidos es obligada, pues la situación cambia con el tiempo. Cuando existe FRR, ésta contribuye a la eliminación de líquidos. La función peritoneal, diversa al inicio, cambia con el tiempo, siendo necesaria su monitorización. Koning y cols observaron cómo la pérdida de la FRR se asocia con un aumento del volumen extracelular en pacientes en diálisis peritoneal. El objetivo mínimo de ultrafiltración peritoneal en pacientes sin FFR establecido en las guías europeas es de 1 l/día.

6. PRESCRIPCIÓN DE DIÁLISIS

La prescripción de DP debe ser individualizada y basarse en las características funcionales peritoneales, existencia o no de FRR y superficie corporal del paciente. El volumen total de líquido utilizado debe adecuarse a estas peculiaridades. La monitorización periódica de estos parámetros es fundamental.

Para evaluar el transporte peritoneal se recomienda el test de equilibrio peritoneal. La categorización que establece es útil para conocer la función de

la membrana peritoneal y ayuda a la prescripción (**tabla 3**). Los altos transportadores tienen menos ultrafiltración con tiempos de permanencia largos; la transferencia de solutos pequeños en tiempos de permanencia cortos es suficiente, y por ello la DPA es la técnica de elección. La absorción de glucosa está aumentada, y existe una pérdida rápida del gradiente osmótico y el consiguiente descenso de la ultrafiltración neta. La utilización de tiempos de permanencia cortos puede conllevar menor aclaramiento de solutos, especialmente si se prescribe día seco, por lo que la diálisis peritoneal nocturna (DPN) no es recomendable en pacientes anúricos. El uso de icodextrina durante el tiempo de permanencia largo permite obtener ultrafiltraciones mayores que con soluciones con glucosa, y es una alternativa para este período. Los transportadores medios-altos y medios-bajos son pacientes ideales para DP, pues consiguen un transporte de solutos y una ultrafiltración adecuados. Constituyen la gran mayoría de los pacientes, y pueden ser tratados con DPA o DPCA. Los transportadores bajos tienen una excelente capacidad de ultrafiltración y, si no tienen gran demanda de diálisis, se mantienen con DPCA sin dificultad. Por el contrario, si tienen gran superficie corporal y carecen de FRR pueden tener dificultades para conseguir los objetivos de adecuación.

La existencia de FRR permite tratar a la mayoría de los pacientes con las diferentes modalidades de DP. La DPA será la técnica ideal para los anúricos, especialmente si son transportadores altos o medio-altos. La diálisis peritoneal continua cíclica (DPCC) es la modalidad de elección.

Los pacientes con mayor superficie corporal requerirán más dosis de DP que el resto. En general, se consiguen utilizando DPA, y en determinados casos hay que prescribir intercambios diurnos adicionales para conseguir

Tabla 3				
<i>Clasificación de los pacientes basada en el test de equilibrio peritoneal</i>				
Tipo de transporte	D/P de creatinina	Volumen drenado	Aclaramiento de solutos	Técnica recomendada
Alto	1,03-0,82	Bajo	Alto	DPA
Medio-alto	0,81-0,65	Bajo-medio	Elevado	DPA o DPCA
Medio-bajo	0,64-0,50	Medio-alto	Adecuado	DPCA o DPA
Bajo	0,49-0,34	Alto	Limitado	DPCA o DPA con intercambio diurno

D/P: cociente dializado/plasma; DPA: diálisis peritoneal automatizada; DPCA: diálisis peritoneal continua ambulatoria.

aclaremientos adecuados. En relación con la pared abdominal, la DPA estará indicada en pacientes que precisan menor presión intraabdominal, al permitir disminuir el volumen diurno o prescribir día seco.

El uso de programas informáticos de simulación ayuda a programar el tratamiento con DPA, aunque para evitar la prescripción de diálisis inadecuada es necesario confirmar regularmente el aclaramiento de solutos y la ultrafiltración mediante la recogida del efluente peritoneal de 24 horas.

Las técnicas intermitentes generalmente requieren mayores dosis de diálisis que las continuas para conseguir resultados similares, por alcanzar niveles máximos de toxinas más elevados. Sin embargo, la dosis de diálisis recomendada es similar en DPCA y DPA.

7. FUNCIONALIDAD DE LA MEMBRANA PERITONEAL

La eficacia de la DP depende de la permeabilidad peritoneal y de la capacidad para conseguir una eficaz transferencia de agua y solutos. La preservación del peritoneo como membrana de diálisis a largo plazo es un objetivo de la DP. El transporte de solutos y agua se realiza mediante dos mecanismos: difusión y convección (inducido por gradiente osmótico). Ambos son parámetros medibles y caracterizan funcionalmente la membrana en cada momento. Su alteración puede comprometer la situación clínica del paciente.

7.1. Evaluación de la membrana peritoneal

Debe incluir la evaluación del transporte de agua y pequeños solutos, y realizarse tras iniciar la diálisis peritoneal y periódicamente para registrar posibles cambios. El test de equilibrio peritoneal es el método más utilizado por su sencillez, aunque para la evaluación del transporte difusivo de solutos, la estimación del coeficiente de transferencia de masas (CTM) es más exacta. El uso de soluciones con glucosa al 3,86-4,25% para su realización aporta información adicional en relación con el transporte de agua y sodio.

7.2. Estudios funcionales de la membrana peritoneal

El peritoneo humano, al inicio de la DP, tiene un comportamiento diverso que dificulta la estandarización de los datos. No siempre se cumple el paradigma de que, a más transporte de solutos, menor transporte de agua. Durante el primer año, el transporte tiende hacia la normalización. El mantenimiento en DP durante largos períodos de tiempo conlleva la aparición de cambios funcionales peritoneales, caracterizados por dis-

minución de la ultrafiltración y aumento del transporte de pequeños solutos.

7.3. Fallo de ultrafiltración

Se define como la ultrafiltración neta menor de 400 ml tras 4 horas de permanencia de una solución de 2.000 ml de glucosa al 3,86/4,25%. Es la alteración adquirida del transporte peritoneal más frecuente. Las lesiones histológicas más habituales son la pérdida del mesotelio, la fibrosis sub-mesotelial, la vasculopatía y el aumento del área vascular peritoneal. La fibrosis del peritoneo aparece con el tiempo en todos los pacientes en DP. El fallo de ultrafiltración se asocia con diferentes patrones de transporte de solutos, y es importante su diagnóstico precoz:

- Bajo: es raro; se da en esclerosis peritoneal o adherencias.
- Medio-bajo o medio-alto: asociado con factores mecánicos, aumento de absorción linfática o disfunción de aquaporinas. La prevalencia real de las dos últimas no es conocida, y no existen evidencias del aumento de absorción linfática con el tiempo en DP.
- Alto: aparece durante las peritonitis o por fallo de ultrafiltración tipo I, el tipo más frecuente de fallo. Puede ser:
 - Inherente: afecta al 10-20% de los pacientes y representa el grupo con verdadera intolerancia a la DP si persiste al final del primer año. Se ha relacionado con edad avanzada, diabetes y factores genéticos.
 - Adquirido: el transporte de solutos y agua permanece estable en la mayoría de los pacientes a largo plazo sin peritonitis, pero en un 20-30% se observa un aumento progresivo con descenso de la ultrafiltración a partir del 3.º-4.º año. Se considera temprano si aparece antes del 3.º año, y no existen datos de la función peritoneal inicial que pronostiquen su aparición. El tardío aparece después del 3.º-4.º año y se asocia con peritonitis y abuso de glucosa, PDG y pH ácido. Las peritonitis aceleran el deterioro de la membrana peritoneal, sobre todo las graves y las que acumulan muchos días de inflamación local. En determinados pacientes (diabéticos o con peritonitis tardías tras largas estancias en DP), la pérdida de ultrafiltración es más acentuada tras el episodio de peritonitis. La alteración del transporte de agua es un factor más que contribuye al fallo tardío de la ultrafiltración.

Es importante diagnosticar de forma precoz el fallo de ultrafiltración. La **figura 1** muestra una aproximación diagnóstica.

7.4. Sobrecarga crónica de volumen

La **tabla 4** muestra medidas para prevenir la sobrecarga de volumen en DP. Es recomendable la restricción hidrosalina y la utilización de diuréticos si exis-

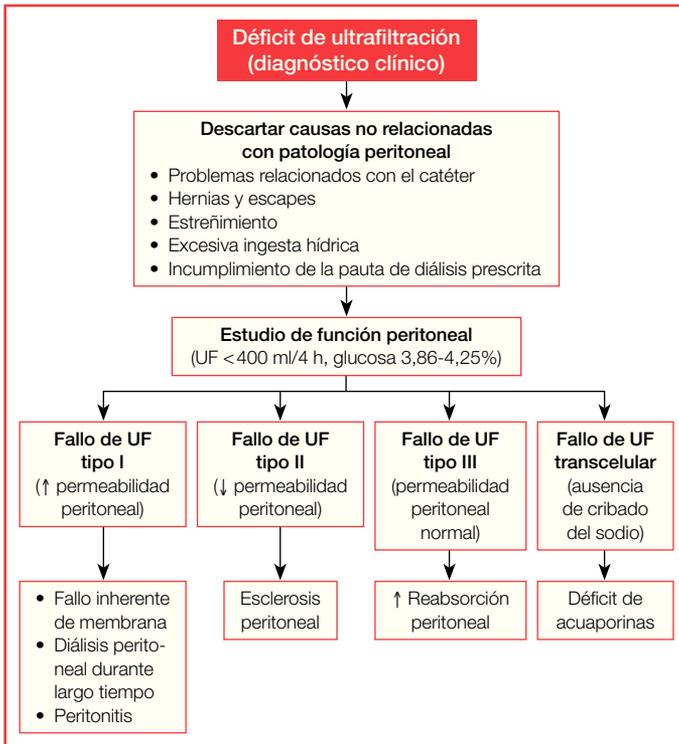


Figura 1

Algoritmo diagnóstico del déficit de ultrafiltración (UF) en pacientes en diálisis peritoneal.

te FRR. El uso de soluciones más biocompatibles mejora la preservación de la membrana peritoneal y constituye el futuro de la DP, aunque puede aumentar el transporte de pequeños solutos. En pacientes con fallo de ultrafiltración tipo I es eficaz el uso de icodextrina en los intercambios de permanencia larga, al incrementar la ultrafiltración y mejorar el control de volumen circulante. El descanso peritoneal con transferencia temporal a HD y la realización durante él de lavados peritoneales con heparina, es eficaz en la recuperación de la capacidad de ultrafiltración y la disminución del transporte de pequeños solutos, sobre todo realizado precozmente. El uso de heparina intraperitoneal es útil para mejorar la capacidad de ultrafiltración, quizá por su efecto antiproliferativo y antiangiogénico.

Tabla 4

Prevención de la sobrecarga de volumen en diálisis peritoneal

- Monitorización y evaluación periódica del estado de volumen
- Educación continuada del paciente
- Restricción de sodio y agua
- Protección de la función renal residual
- Prevención de las alteraciones funcionales y estructurales de la membrana peritoneal
- Prescripción adecuada de diálisis

7.5. Peritonitis esclerosante

Comprende un amplio espectro de fibrosis peritoneal con distintos estadios evolutivos. La esclerosis peritoneal encapsulante es la fase final del proceso y la complicación más grave en pacientes en DP, por su elevada mortalidad. Su prevalencia es baja, pero su incidencia aumenta con el tiempo en DP. Las peritonitis, el uso de soluciones bioincompatibles y el alto transporte peritoneal adquirido se han relacionado con el riesgo de desarrollarla.

No hay actualmente ninguna herramienta de diagnóstico precoz, aunque la detección de estados preesclerosos es primordial para frenar su aparición. No existe tratamiento eficaz, si bien los inmunosupresores han evidenciado alguna mejoría en casos aislados. Existen datos esperanzadores con el tamoxifeno, antiestrógeno que disminuye la tasa de complicaciones y la mortalidad, y podría prevenir su aparición. Tras su diagnóstico se recomienda la transferencia a HD, si es posible con retirada tardía del catéter y heparinización peritoneal.

8. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Arrieta J, Bajo MA, Caravaca F, Coronel F, García-Pérez H, González-Parra E, et al. Guías SEN. Guías de práctica clínica en diálisis peritoneal. Nefrología 2006;26(Suppl 4).
- Ates K, Nergizoglu G, Keven K, Sen A, Kutlay S, Erturk S, et al. Effect of fluid and sodium removal on mortality in PD patients. Kidney Int 2001; 60:767-76.
- Bargman JM, Thorpe KE, Churchill DN. Relative contribution of RRF and peritoneal clearance to adequacy of dialysis: a reanalysis of the CANUSA study. J Am Soc Nephrol 2001;12:2158-62.
- Bhaskaran S, Schaubel DE, Jassal SV, Thodis E, Singhal MK, Bargman JM, et al. The effects of small solute clearances on survival of anuric peritoneal dialysis patients. Perit Dial Int 2000;20:81-7.

- Blake PG, Sombolos K, Abraham G, Weissgarten J, Pemberton R, Chu GL, et al. Lack of correlation between urea kinetic indices and clinical outcomes in CAPD patients. *Kidney Int* 1991;39:700-6.
- Brown EA, Davies SJ, Rutherford P, Meeus F, Borrás M, Riegel W, et al. EAPOS group. Survival of functionally anuric patients on automated peritoneal dialysis: the European APD Outcome Study. *J Am Soc Nephrol* 2003;14:2948-57.
- Burkat JM, Jordan JR, Rocco MV. Assessment of dialysis dose by measured clearance versus extrapolated data. *Perit Dial Int* 1993;13:184-8.
- Cancarini GC, Brunori G, Camerini C, Brasa S, Manili L, Maiorca R. Renal function recovery and maintenance of residual diuresis in CAPD and hemodialysis. *Perit Dial Bull* 1986;6:77-9.
- CANUSA Peritoneal Dialysis Study Group. Adequacy of dialysis and nutrition in continuous peritoneal dialysis: association with clinical outcomes. *J Am Soc Nephrol* 1996;7:198-207.
- Davies SJ, Brown EA, Frandsen NE, Rodrigues AS, Rodriguez-Carmona A, Vychytil A, et al. EAPOS Group. Longitudinal membrane function in functionally anuric patients treated with APD: data from EAPOS on the effects of glucose and icodextrin prescription. *Kidney Int* 2005;67:1609-15.
- Davies SJ, Bryan J, Phillips L, Russell GI. Longitudinal changes in peritoneal kinetics: the effects of peritoneal dialysis and peritonitis. *Nephrol Dial Transplant* 1996;11:498-506.
- Davies SJ, Phillips L, Naish PF, Russell GI. Peritoneal glucose exposure and changes in membrane solute transport with time on peritoneal dialysis. *J Am Soc Nephrol* 2001;12:1046-51.
- Davies SJ, Woodrow G, Donovan K, Plum J, Williams P, Johansson AC, et al. Icodextrin improves the fluid status of peritoneal dialysis patients: results of a double-blind randomized controlled trial. *J Am Soc Nephrol* 2003;14:2338-44.
- De Álvaro F, Castro MJ, Dapena F, Bajo MA, Fernández-Reyes MJ, Romero JR, et al. Peritoneal resting is beneficial in peritoneal hyperpermeability and ultrafiltration failure. *Adv Perit Dial* 1993;9:56-61.
- Del Peso G, Bajo MA, Gil F, Aguilera A, Ros S, Costero O, et al. Clinical experience with tamoxifen in peritoneal fibrosing syndromes. *Adv Perit Dial* 2003;19:32-35.
- Del Peso G, Bajo MA, Selgas R. Diálisis peritoneal basada en la evidencia (DPBE). Segunda parte. Prescripción y manejo de complicaciones. *Nefrología* 2007;27(Suppl. 1):67-77.
- Del Peso G, Fernández-Reyes MJ, Hevia C, Bajo MA, Castro MJ, Cirugeda A, et al. Factors influencing peritoneal transport parameters during the first year on peritoneal dialysis: peritonitis is the main factor. *Nephrol Dial Transplant* 2005;20:1201-6.
- Faller B, Lameire N. Evolution of clinical parameters and peritoneal function in a cohort of CAPD patients followed over 7 years. *Nephrol Dial Transplant* 1994;9:280-286.

- Fan SL, Pile T, Punzalan S, Raftery MJ, Yaqoob MM. Randomized controlled study of biocompatible peritoneal dialysis solutions: effect on residual renal function. *Kidney Int* 2008;73:200-6.
- Finkelstein F, Healy H, Abu-Alfa A, Ahmad S, Brown F, Gehr T, et al. Superiority of icodextrin compared with 4.25% dextrose for peritoneal ultrafiltration. *J Am Soc Nephrol* 2005;16:546-54.
- Hiroshige K, Yuu K, Soejima M, Takasugi M, Kuroiwa A. Rapid decline of residual renal function in patients on automated peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 1996;16:307-15.
- Holley JL, Aslam N, Bernardini J, Fried L, Piraino B. The influence of demographic factors and modality on loss of residual renal function in incident peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int* 2001;21:302-05.
- Hufnagel G, Michel C, Queffeuilou G, Skhiri H, Damieri H, Mignon F. The influence of automated peritoneal dialysis on the decrease in residual renal function. *Nephrol Dial Transplant* 1999;14:1224-8.
- Jager KJ, Merkus MP, Dekker FW, Boeschoten EW, Tijssen JGP, Stevens P, et al. NECOSAD Study Group. Mortality and technique failure in patients starting chronic peritoneal dialysis: results of the Netherlands co-operative study on the adequacy of dialysis. *Kidney Int* 1999;55:1476-85.
- Jansen MA, Termorshuizen F, Korevaar JC, Dekker FW, Boeschoten EW, Krediet RT. NECOSAD study group. Predictors of survival in anuric peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 2005;68:1199-205.
- Kawaguchi Y, Kawanishi H, Mujais S, Topley N, Oreopoulos DG. Encapsulating peritoneal sclerosis: definition, etiology, diagnosis, and treatment. International Society for Peritoneal Dialysis Ad Hoc Committee on Ultrafiltration Management in Peritoneal Dialysis. *Perit Dial Int* 2000;20(Suppl 4):S43-55.
- Keshaviah P, Emerson PF, Vonesh EF, Brandes JC. Relationship between body size, fill volume, and mass transfer area coefficient in peritoneal dialysis. *J Am Soc Nephrol* 1994;4:1820-6.
- Konings CJ, Kooman JP, Schonck M, Gladziwa U, Wirtz J, van den Wall Bake AW, et al. Effect of icodextrin on volume status, blood pressure and echocardiographic parameters: a randomized study. *Kidney Int* 2003;63:1556-63.
- Konings CJ, Kooman JP, Schonck M, Struijk DG, Gladziwa U, Hoorntje SJ, et al. Fluid status in CAPD patients is related to peritoneal transport and residual renal function: evidence from a longitudinal study. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:797-803.
- Lameire NH, Vanholder R, Veyt D, Lambert MC, Ringoir S. A longitudinal, five year survey of urea kinetic parameters in CAPD patients. *Kidney Int* 1992;42:426-32.
- Lameire NH, Vanholder R, Veyt D, Lambert MC, Ringoir S. A longitudinal, five year survey of urea kinetic parameters in CAPD patients. *Kidney Int* 1992;42:426-32.

- Lang SM, Bergner A, Topfer M, Schiffi H. Preservation of residual renal function in dialysis patients: effects of dialysis-technique-related factors. *Perito Dial Int* 2001;21:51-7.
- Le Poole CY, Welten AG, Weijmer MC, Valentijn RM, van Ittersum FJ, ter Wee PM. Initiating CAPD with a regimen low in glucose and glucose degradation products, with icodextrin and amino acids (NEPP) is safe and efficacious. *Perit Dial Int* 2005;25(Suppl 3):S64-8.
- Li PK, Chow KM, Wong TY, Leung CB, Sweto CC. Effects of an angiotensin-converting enzyme inhibitor on residual renal function in patients receiving peritoneal dialysis. A randomized, controlled study. *Ann Intern Med* 2003;139:105-12.
- Lo WK, Ho YW, Li CS, Wong KS, Chan TM, Yu A WY, et al. Effect of Kt/V on survival and clinical outcome in CAPD patients in a randomized prospective study. *Kidney Int* 2003;64:649-56.
- Lo WK, Lui SL, Chan TM, Li FK, Lam MF, Tse KC, et al. Minimal and optimal peritoneal KT/V targets: results of an anuric peritoneal dialysis patient's survival analysis. *Kidney Int* 2005;67:2032-8.
- Lo WK, Tong KL, Li CS, Chan TM, Wong AK, Ho YW, et al. Relationship between adequacy of dialysis and nutritional status, and their impact on patient survival on CAPD in Hong Kong. *Perit Dial Int* 2001;21:441-7.
- Locatelli F, La Milia V. Preservation of residual renal function in peritoneal dialysis patients: still a dream? *Kidney Int* 2008;73:143-5.
- Maiorca R, Brunori G, Zubani R, Cancarini GC, Manili L, Camerini C, et al. Predictive value of dialysis adequacy and nutritional indices for mortality and morbidity in CAPD and HD patients. A longitudinal study. *Nephrol Dial Transplant* 1995;10:2295-305.
- Medcalf JF, Harris KP, Walls J. Role of diuretics in the preservation of residual renal function in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int* 2001;59:1128-33.
- Montenegro J, Saracho R, Martínez I, Muñoz R, Ocharan J, Valladares E. Long-term experience with pure bicarbonate peritoneal dialysis solutions. *Perit Dial Int* 2006;26:89-94.
- Paniagua R, Amato D, Vonesh E, Correa-Rotter R, Ramos A, Moran J, et al. Mexican Nephrology collaborative Study Group. Effects of increased peritoneal clearance on mortality rates in peritoneal dialysis: ADEMEX, a prospective, randomized, controlled trial. *J Am Soc Nephrol* 2002;13:1307-20.
- Pannekeet MM, Imholz AL, Struijk DG, Koomen GC, Langedijk MJ, Schouten N, et al. The standard peritoneal permeability analysis: a tool for the assessment of peritoneal permeability characteristics in CAPD patients. *Kidney Int* 1995;48:866-75.
- Peritoneal dialysis guidelines. Adequacy of peritoneal dialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2005;20(Suppl 9):ix24-7.
- Perl J, Bargman JM. The importance of residual kidney function for patients on dialysis: a critical review. *Am J Kidney Dis* 2009;53:1068-81.

- Posthuma N, Wee PM ter, Verbrugh HA, Oe PL, Peers EM, Sayers J. Icodextrin instead of glucose during the daytime dwell in CCPD increases ultrafiltration and 24-h dialysate creatinine clearance. *Nephrol Dial Transplant* 1997;12:550-3.
- Pride ET, Gustafson J, Graham A, Spainhour L, Mauck V, Brown P, et al. Comparison of a 2.5% and a 4.25% dextrose peritoneal equilibration test. *Perit Dial Int* 2002;22:365-70.
- Rabinathan KS, Adams J, Ali TZ, Daly C, Vale L, Macleod AM. Automated vs continuous ambulatory peritoneal dialysis: a systematic review of randomized controlled trials. *Nephrol Dial Transplant* 2007;22:2991-8.
- Rocco M, Soucie JM, Pastan S, McClellan WM. Peritoneal dialysis adequacy and risk of death. *Kidney Int* 2000;58:446-57.
- Rodrigues A, Cabrita A, Maia P, Guimaraes S. Peritoneal rest may successfully recover ultrafiltration in patients who develop peritoneal hyperpermeability with time on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Adv Perit Dial* 2002;18:78-80.
- Rodríguez-Carmona A, Pérez-Fontan M, García-Naveiro R, Villaverde P, Peteiro J. Compared profiles of ultrafiltration, sodium removal and renal function in incident CAPD and automated peritoneal dialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2004;44:132-45.
- Rottembourg J, Issad B, Gallego JL, Degoulet P, Aime F, Gueffaf B, et al. Evolution of residual renal function in patients undergoing maintenance hemodialysis or continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Proc Eur Dial Trans Ass* 1982;19:397-401.
- Selgas R, Bajo MA, Cirugeda A, del Peso G, Castro MJ, Sánchez S, et al. Ultrafiltration and small solute transport at initiation of PD. Questioning the paradigm of peritoneal function. *Perit Dial Int* 2005;25:68-76.
- Selgas R, Bajo MA, Paiva A, Del Peso G, Diaz C, Aguilera A, et al. Stability of the peritoneal membrane in long-term peritoneal dialysis patients. *Adv Ren Replace Ther* 1998;5:168-78.
- Selgas R, Fernández Reyes MJ, Bosque E, Bajo MA, Borrego F, Jiménez C, et al. Functional longevity of the human peritoneum. For how long is chronic peritoneal dialysis possible? Results of a prospective medium long term study. *Am J Kid Dis* 1994;23:64-73.
- Selgas R, Paiva A, Bajo MA, Cirugeda A, Aguilera A, Diaz C, et al. Consequences of peritonitis episodes appearing late during peritoneal dialysis in patients able to continue PD. *Adv Perit Dial* 1998;14:168-72.
- Singhal MK, Bhaskaran S, Vidgen E, Bargman JM, Vas SI, Oreopoulos DG. Rate of decline of residual renal function in patients on continuous peritoneal dialysis and factors affecting it. *Perit Dial* 2000;20:429-438.
- Sjoland JA, Smith Pedersen R, Jespersen J, Gram J. Intraperitoneal heparin reduces peritoneal permeability and increases ultrafiltration in peritoneal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:1264-8.

- Smit W, van den Berg N, Schouten N, Aikens E, Struijk DG, Krediet RT. Free-water transport in fast transport status: a comparison between CAPD peritonitis and long-term PD. *Kidney Int* 2004;65:298-303.
- Summers AM, Clancy MJ, Syed F, Harwood N, Brenchley PE, Augustine T, et al. Single-center experience of encapsulating peritoneal sclerosis in patients on peritoneal dialysis for end-stage renal failure. *Kidney Int* 2005;68:2381-88.
- Suzuki H, Kanno Y, Sugahara S, Okada H, Nakamoto H. Effects of an angiotensin II receptor blocker, valsartan, on residual renal function in patients on CAPD. *Am J Kidney Dis* 2004;43:1056-64.
- Szeto CC, Wong T YH, Chow KM, Leung CB, Law MC, Wang A YM, et al. Impact of dialysis adequacy on the mortality and morbidity of anuric Chinese patients receiving continuous ambulatory peritoneal dialysis. *J Am Soc Nephrol* 2001;12:355-60.
- Szeto CC, Wong TY, Leung CB, Wang AY, Law MC, Lui SF, et al. Importance of dialysis adequacy in mortality and morbidity of chinese CAPD patients. *Kidney Int* 2000;58:400-07.
- Tattersall JE, Doyle S, Greenwood RN, Farrington K. Kinetic modelling and underdialysis in CAPD patients. *Nephrol Dial Transplant* 1993;8:535-8.
- Teehan BP, Schleifer CR, Brown J. Urea kinetic modeling is an appropriate assessment of adequacy. *Semin Dial* 1992;5:189-92.
- Temorshuizen F, Korevaar JC, Dekker FW, van Manen JG, Boeschoten EW, Krediet RT. NECOSAD Study Group. The relative importance of residual renal function compares with peritoneal clearance for patients survival and quality of life: An analysis of NECOSAD-2. *Am J Kidney Dis* 2003;41:1293-302.
- Twardowski ZJ, Nolph KD, Khanna R. Peritoneal equilibration test. *Perit Dial Bull* 1987;7:138-47.
- Vanholder RC, Ringoir SM. Adequacy of dialysis: a critical analysis. *Kidney Int* 1992;42:540-58.
- Vonesh EF, Burkart J, McMurray SD, Williams PF. Peritoneal dialysis kinetic modeling: validation in a multicenter clinical study. *Perit Dial Int* 1996;16:471-81.
- Wang YM, Lai KN. The importance of residual renal function in dialysis patients. *Kidney Int* 2006;69:1726-32.
- Williams JD, Craig KJ, von Ruhland C, Topley N, Williams GT. Biopsy Registry Study Group. The natural course of peritoneal membrane biology during peritoneal dialysis. *Kidney Int* 2003;64(Suppl 88):S43-9.
- Williams JD, Topley N, Craig KJ, Mackenzie RK, Pischetsrieder M, Lage C, et al. Euro Balance Trial Group. The Euro-Balance Trial: the effect of a new biocompatible peritoneal dialysis fluid (balance) on the peritoneal membrane. *Kidney Int* 2004;66:408-18.
- Yamamoto R, Nakayama M, Hasegawa T, Miwako N, Yamamoto H, Yokoyami K, et al. High-transport membrane is a risk factor for encapsulating peritoneal sclerosis developing after long-term continuous ambulatory peritoneal dialysis treatment. *Adv Perit Dial* 2002;18:131-4.

