

## **PRUEBAS FUNCIONALES: PROTOCOLO DEL T.E.P.**

**D. Francisco Cirera Segura.**

Unidad Uro-nefrológica. H.H.U.U. Virgen del Rocío.

### **EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PERITONEO.**

La evaluación del transporte de solutos y de la ultrafiltración peritoneal se enmarca en el mantenimiento a largo plazo de la integridad de la membrana peritoneal.

La evaluación de la membrana peritoneal tiene 2 objetivos (Evidencia B):

- Establecer las características basales del peritoneo y planificar el tratamiento dialítico.
- Evaluar y monitorizar el funcionamiento de la membrana peritoneal en el tiempo.

Se inicia con el estudio basal de las características del peritoneo, aproximadamente al mes de la inclusión en programa, para clasificar la rapidez del transporte de solutos y el grado de ultrafiltración de la membrana, permitiendo un ajuste individualizado en la prescripción y optimización del tratamiento.

Este resultado suele variar en los siguientes meses, por lo que se aconseja repetirla a los 4-6 meses de haberse estabilizado el peritoneo. Los controles de la funcionalidad del peritoneo serán anuales (según el protocolo de cada hospital), así como después de cualquier acontecimiento inflamatorio, dejando pasar un periodo de 4 semanas post episodio o ante cualquier sospecha de alteración del peritoneo.

Para la evaluación funcional del peritoneo utilizamos el test de equilibrio peritoneal. Es una prueba diagnóstica descrita por Twardowski, que evalúa la relación entre las concentraciones de urea y creatinina en el líquido de diálisis y el plasma, a lo largo de un intercambio de 4 horas de permanencia (240 minutos).

El test de equilibrio peritoneal reúne las características necesarias de una prueba funcional ya que es un método simple, fácil de realizar y es una herramienta idónea ya que:

- Proporciona valiosa información del comportamiento peritoneal a largo plazo. (Diagnostico, seguimiento periódico del peritoneo y evaluación de las alteraciones en la membrana peritoneal).
- Mide la transferencia de urea, creatinina, glucosa, proteínas, sodio y potasio, permitiendo realizar la de curva de saturación del dializado.

- Permite categorizar a los pacientes según las características de su peritoneo y determinar el tipo de diálisis adecuada (Planificación del tratamiento y elección de la técnica de diálisis peritoneal apropiada).

Para su correcta interpretación debemos registrar simultáneamente el grado de hidratación, tensión arterial, diuresis, aclaramiento residual, glucemia y tratamiento farmacológico asociado en ese momento.

Dos factores muy importantes en la realización de esta prueba son el volumen y el tiempo, por lo que las determinaciones serán recogidas lo más exactamente posible.

En la Tabla 7 se detallan los tipos de test de equilibrio peritoneal que existen, aunque explicaremos el que más utilizamos en la práctica diaria que es el simplificado, según lo describió Twardowski.

**Tabla 7. Diferentes variaciones del T.E.P.**

TIEMPO EN MINUTOS	INTERCAMBIO NOCTURNO	0'	30'	60'	120'	180'	240'
T.E.P. COMPLETO	LP	LP S	LP	LP	LP	LP	LP S
T.E.P. SIMPLIFICADO	LP	LP			LP S		LP
T.E.P. RÁPIDO	LP						LP S
T.E.P. NIÑOS	LP	LP		LP	LP S		LP

LP= LIQUIDO PERITONEAL

S= SANGRE

### **Test de Equilibrio Peritoneal.**

La realización del T.E.P. se hará generalmente en régimen ambulatorio, salvo excepciones que precisen de hospitalización por algún motivo ajeno a ello.

El día previo a la prueba, se debe explicar al paciente el protocolo y en qué consiste la prueba para que sepa que debe hacer en la víspera. Deberá acudir al hospital en ayunas y sin realizarse el primer intercambio del día. Durará aproximadamente 4 horas y media.

La noche previa al T.E.P. se hará un intercambio con glucosa de 2.5%, con una permanencia de 8 a 12 horas (Evidencia C).

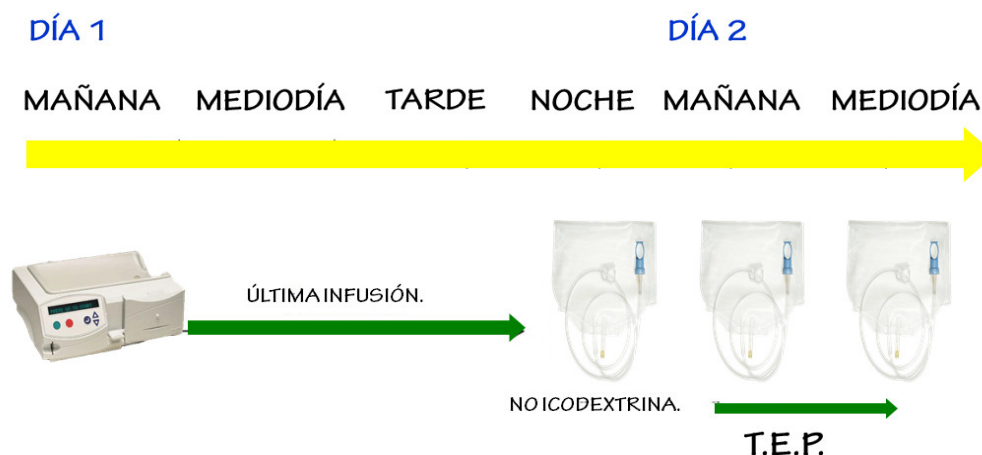
### El día de la prueba en D.P.C.A:

- Se conectará una bolsa de glucosa 2.5% previamente calentada a temperatura corporal y drenará el líquido de intercambio nocturno durante 20 minutos con el paciente en posición sentado o de pie (pacientes pediátricos a veces drenan mejor tumbados). Se anotará el tiempo y volumen de drenado, tiempo de estancia y concentración de glucosa. Cogemos una muestra del dializado nocturno (muestra previa) Es importante anotar correctamente los tiempos de infusión y drenaje.
- Infundiremos el volumen correspondiente (habitualmente 2 litros, aunque puede variar) durante 10 minutos, aunque se puede realizar con volúmenes menores. El paciente debe ir cambiando de posición supina a laterales durante el tiempo de infusión (a razón de 400 ml cada 2 minutos). Al finalizar la infusión es la hora 0. Se drenarán 200 mL a bolsa vacía, agitándolo y tomaremos una muestra. Posteriormente reinfundiremos el líquido restante y anotaremos la hora. Rotularemos la muestra como Muestra 0.
- Tras la recogida de muestra se puede desconectar al paciente para su mayor comodidad.
- Haremos el mismo procedimiento a los 120 minutos. También se hará una determinación sanguínea de los niveles séricos de creatinina, glucosa, BUN, fósforo, proteínas totales y albúmina por nefelometría; Se aprovechará esta extracción también para otros niveles séricos que tengan pedidos para su control y revisión médica. Según protocolo del hospital el paciente permanecerá en ayunas para esta extracción sanguínea, los pacientes pediátricos no se quedan en ayunas para la extracción, a no ser que tengan otros controles analíticos que precisen de ayunas.
- A los 240 minutos, se conecta al prolongador del paciente una doble bolsa previamente calentada, con la concentración de glucosa que corresponda a su tratamiento habitual si el paciente tiene día húmedo. Con el paciente de pie o sentado efectuaremos el drenaje durante 20 minutos. Se extraerá la última muestra del dializado. Anotaremos el volumen, sumándole las cantidades extraídas para las muestras y tiempo de drenado.
- Finalizaremos el intercambio infundiendo la glucosa correspondiente al día húmedo en D.P.A. y con su tratamiento habitual si está en D.P.C.A. Registraremos y archivaremos todas las anotaciones del T.E.P, como copia de seguridad.

Si el paciente está en diálisis peritoneal automática, tenemos dos posibilidades:

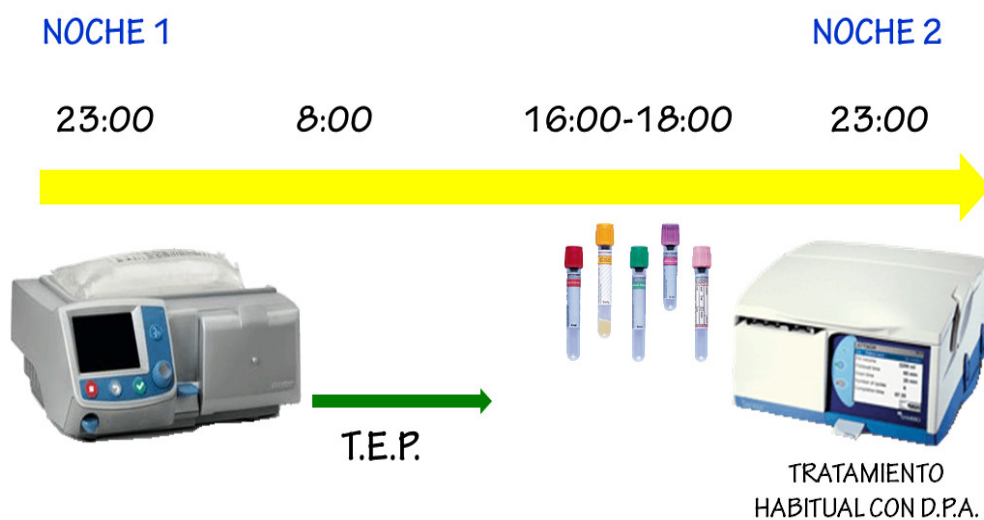
- El paciente se conecta a la cicladora y tras la última infusión se desconecta. La noche antes del T.E.P, se hará un cambio manual con líquido de diálisis al 2,27% o al 1,25%, nunca con icodextrina. Acudirá por la mañana a la consulta sin realizarse el intercambio y con una permanencia de 8-10 horas desde el último intercambio.

**Figura 8. T.E.P. en D.P.A. con intercambio manual.**



- La otra posibilidad es no modificar el patrón de tratamiento habitual, aunque en este caso debemos asumir algunos errores en los cálculos. La determinación sanguínea se realizará entre las 14:00 y las 17:00 horas siguientes a la recogida de 24 horas.

**Figura 9. T.E.P. en D.P.A. sin alterar el patrón de tratamiento.**



**DEBEMOS MARCAR VALORES ATÍPICOS Y NO TENEMOS EN CUENTA LA PERMANENCIA PREVIA, POR LO QUE ASUMIMOS ERRORES EN LOS CÁLCULOS.**

Las muestras deben enviarse al laboratorio inmediatamente. En caso de terminar la prueba después de la hora para los envíos, guardaremos en la nevera o las congelaremos para cursarlas al día siguiente, previo centrifugado de la muestra de sangre. Como medida preventiva, además de enviar las

muestras al laboratorio, en algunas unidades hospitalarias congelan parte de ellas hasta obtener todos los resultados. Debemos tener en cuenta que el laboratorio debe ser consciente del tipo de prueba que estamos realizando para evitar errores en los resultados debido a las altas concentraciones de glucosa.

A los pacientes de diálisis peritoneal automática en muchas unidades, habitualmente el día anterior al T.E.P, se les programan intercambios manuales ya que resulta difícil realizar la prueba sin alterar el patrón de tratamiento ya que generalmente, las unidades no siempre disponen de personal especializado por la tarde para que puedan realizarlo.

El grupo de diálisis peritoneal andaluz ha consensuado la realización del T.E.P. con glucosa del 3,86%, y modificar la pauta prescrita para la bolsa de la noche previa si tuviera icodextrina, por una del 2,25% o por 1,27%, si el paciente lo requiriera.

## RECOMENDACIONES.

En los pacientes no diabéticos, el nivel de glucosa no debería ser >160 mg/dl durante el T.E.P. En los pacientes diabéticos, el nivel plasmático de glucosa podría ser elevado, disminuyendo el gradiente entre la glucosa del líquido de diálisis y la sangre, y por tanto la ultrafiltración. En estos pacientes, el T.E.P. debe realizarse con un control adecuado de la glucemia.

Los niveles altos de glucosa en la muestra pueden interferir en la determinación de creatinina y dar niveles falsamente elevados (alrededor de 0,5 mg/dl por cada 1.000 mg/dl de glucosa presentes en la muestra). Se debería calcular el factor de corrección exacto para un laboratorio determinado.

No olvidemos tener en cuenta:

- Se deben tomar las medidas de asepsia necesarias para no provocar una infección durante la realización de la prueba, pulverizando antes y después con spray desinfectante la toma de muestras de la bolsa, etc.
- Vigilar los posibles episodios de hipotensión al utilizar concentraciones de glucosa al 3,86%.
- Se debe pesar el líquido a infundir después de realizar el cebado de líneas.
- El paciente debe permanecer de pie o caminando si es posible, cuando el abdomen esté lleno.
- Aunque el T.E.P. hipertónico permite confirmar el diagnóstico de fallo de ultrafiltración, la medida del sodio sólo aporta información en los casos en que existe un defecto severo en la función de las acuaporinas.

Por otro lado el T.E.P. nos proporciona también información sobre la ultrafiltración peritoneal ya que las alteraciones peritoneales suelen presentarse con una disminución de la ultrafiltración.

El déficit de ultrafiltración puede definirse clínicamente como la imposibilidad de mantener un peso seco estable a pesar de la restricción de ingesta de líquido y del uso de dos recambios hipertónicos de glucosa por día o

imposibilidad de alcanzar una ultrafiltración de un litro al día. De un modo más preciso se considera ultrafiltración insuficiente cuando el volumen de ultrafiltración obtenido en el T.E.P. de 4 horas y glucosa al 3,86%, es inferior a 400cc.

Ante la sospecha de un fallo de ultrafiltración debemos comprobar que el paciente está cumpliendo el régimen terapéutico, si ha perdido la función renal residual, si existen disfunciones del catéter o fugas peritoneales, etc...


Se han definido 3 tipos de fallos de ultrafiltración:




**Tipo I.-** Aumenta el transporte de solutos como consecuencia del incremento de la superficie peritoneal efectiva y de la permeabilidad. Aumenta la reabsorción de glucosa y se pierde rápidamente el gradiente.

Las causas más frecuentes son las peritonitis de repetición y un largo tiempo en la técnica.

Deben eliminarse los recambios de larga duración y utilizar recambios peritoneales cortos. La icodextrina es útil para incrementar el volumen de ultrafiltración y aumentar la permanencia en la técnica. El reposo peritoneal y el uso de heparina intraperitoneal mejoran el déficit de ultrafiltración y el transporte de solutos. Si no es suficiente habrá de transferirse el paciente a hemodiálisis temporal o definitivamente.

**Figura 6. Fallos de Ultrafiltración.**

TIPO DE FALLO	MEMBRANA	RESPUESTA		CAUSAS	TRATAMIENTO
		UF	SOLUTOS		
Tipo I	Aumento superficie peritoneal efectiva			Peritonitis de repetición y tiempo en la técnica	Eliminar recambios largos. Icodextrina. Reposo peritoneal y heparina.
Tipo II	Disminución de la superficie efectiva			Peritonitis esclerosante, adherencias, atrapamientos de líquidos, compromiso del flujo de sanguíneo del peritoneo, problemas de flujo de diálisis	Transferencia a hemodiálisis o trasplante renal. Uso de inmunosupresores

Tipo III	Aumento de la reabsorción linfática			Aumento de la presión intraabdominal. Peritonitis.	Soluciones hipertónicas. Acortar permanencias. Fosfatidilcolina.
Tipo IIIb o IV	Defecto en la acuaporinas			Pacientes diabéticos de inicio o con el tiempo de tratamiento	Permanencias cortas e icodextrina.

**Tipo II.-** Disminuye el transporte de solutos al disminuir la superficie efectiva y la permeabilidad. Disminuyen los aclaramientos y la ultrafiltración.

Las causas más frecuentes: peritonitis esclerosante, adherencias, atrapamiento de líquidos, disminución de flujo del líquido de diálisis y compromiso en el flujo sanguíneo peritoneal.

El paciente debe ser transferido a hemodiálisis o trasplante renal. Se ha recomendado el uso de agentes inmunosupresores para evitar su progresión.

**Tipo III.-** El transporte de solutos permanece estable y existe pérdida de ultrafiltración. La causa es una alta absorción linfática que puede ser inducida al aumentar la presión intraabdominal o a las infecciones peritoneales.

Se deberán tomar medidas para aumentar la ultrafiltración como el aumento de la tonicidad de las soluciones, acortar tiempos de permanencias o usar la fosfatidilcolina intraperitoneal.

**Tipo III b o IV.-** Se ha descrito recientemente. El transporte permanece estable y existe una pérdida de ultrafiltración. Suele aparecer en pacientes diabéticos al inicio del tratamiento y con el tiempo en el tratamiento en los no diabéticos por el uso de la glucosa. Se debe a un fallo selectivo en el transporte de agua a través de las acuaporinas.

Se deberán usar permanencias cortas y usar icodextrina.

### **PAUTA DE TRATAMIENTO Y PRONÓSTICO DEL T.E.P. SEGÚN EL TRANSPORTE PERITONEAL.**

La membrana peritoneal es diferente en cada persona. Según el sencillo método del colador, una membrana “poco porosa” necesita más tiempo para el paso de sustancias y la “muy porosa” necesita menos tiempo. Es decir, los bajos transportadores tardan más en perder el gradiente de glucosa y la difusión de pequeños solutos es más lenta, lo contrario sucede en los altos transportadores.

**Alto.-** Diálisis adecuada y ultrafiltración insuficiente.

Necesitará: D.P.A. / Día seco, permanencias cortas (60 minutos o menos), un mayor número de intercambios y volumen, y concentración de glucosa alta.

**Medio alto.-** Diálisis y ultrafiltración adecuada.

Necesitará: D.P.C.A. o D.P.A. / Día húmedo, de 60 a 90 minutos de permanencia, puede necesitar incrementar volumen y un intercambio de concentración mayor, conveniente un intercambio diurno adicional.

**Medio bajo.-** Diálisis adecuada o inadecuada y ultrafiltración buena.

Necesitará: D.P.C.A. o D.P.A. / Día húmedo, de 90 a 120 minutos de permanencia, puede requerir intercambio diurno adicional.

**Bajo.-** Diálisis inadecuada y ultrafiltración excelente.

Necesitará: D.P.C.A. o D.P.A. / Día húmedo, con permanencias largas, puede requerir intercambio diurno adicional. Hemodiálisis

Los bajos transportadores tardan más en perder el gradiente de glucosa y la difusión de pequeños solutos es más lenta, lo contrario sucede en los altos transportadores.

**Figura 10. Tipos de Transporte y Modalidades de Diálisis Peritoneal.**

TIPO DE TRANSPORTE	RESPUESTA		TIPO DE DIÁLISIS
	ULTRAFILTRACIÓN	DIÁLISIS	
ALTO	INSUFICIENTE	ADECUADA	D.P.A. CON DÍA SECO
PROMEDIO ALTO	ADECUADA	ADECUADA	D.P.C.A. Ó D.P.A. CON DÍA HÚMEDO.
PROMEDIO BAJO	ADECUADA	ADECUADA O INSUFICIENTE	D.P.C.A. Ó D.P.A. CON DÍA HÚMEDO.
BAJO	EXCELENTE	INADECUADA	D.P.C.A. Ó D.P.A. CON DÍA HÚMEDO Ó H.D.

Como conclusión del capítulo podemos decir que los pacientes que se dializan adecuadamente se sienten mejor y pueden vivir más, por tanto, el conocimiento del comportamiento del peritoneo es un valioso instrumento para poder proporcionarles calidad de vida.



### **BIBLIOGRAFIA.**

- Bajo M.A., Selgas R. Adecuación en diálisis peritoneal. La diálisis peritoneal. Montenegro J., Olivares J., DIBE 1999. Págs. 273-290.
- Montenegro J et al. Tratado de Diálisis Peritoneal. Elseviers. Barcelona, 2009.
- NKF-DOQI Update 2000. Clinical practice guidelines for peritoneal dialysis adequacy. Am J Kidney Dis, 37(suppl 1). 2001.
- Curso de Diálisis Peritoneal. Comisión de Formación Continuada. 2002.
- Levy.J, et al. Oxford handbook of dialysis. Oxford University Press, 2001.
- Daurgidas, J.T. Manual de diálisis. Masson, 1996
- Friedlander, Mirian, et al. : Advances in Peritoneal Dialysis, Vol. 11, 1995
- Guerrero, A. Et al. TEP con Icodextrina y glucosa a distintas concentraciones. Nefrología, Vol. XXII. Num. 4. 2002.
- Grzegorzewska A.E, et al. Results of PET during treatment with polyglucose dialysis solution. Perit Dial Int. 2002 May- Jun; 22 (3)
- Martín Govantes J., Moreno Vega A., Bedoya Pérez R., Sánchez Moreno A. Diálisis peritoneal en la infancia. La diálisis peritoneal. Montenegro J., Olivares J., DIBE 1999. Págs. 505-535.
- Morgenstem Bruce Z. Peritoneal equilibration in children. Perit. Dial. Int. Vol. 16. 1996. Supplement 1. Págs. S532-S542.
- Ortiz A., et al. Test de equilibrio peritoneal con intercambio hipertónico: aplicación práctica en un programa de diálisis peritoneal. Nefrología, Vol. XXI. Núm. ,2001
- Pride, ET. et al. Comparison of a 2,5% and 4.25% dextrose peritoneal equilibration test. Perit Dial Int 2002 May-Jun; 22 (3).
- Smit, W. et al. A comparison between 1.36% and 3.86% glucose dialysis solutions for the Assessment of Peritoneal Membrane. Function Fourth European Peritoneal Dialysis Meeting, Madrid, Spain, April 15-18, 2000.
- Teixedo J. Implicaciones clínicas del transporte peritoneal. Nefrología. Vol. XX. Suplemento 2. 2000. Págs. 53-61.
- Twardowski J., Nolph Karl D., Prowant Barbara F., et al. Peritoneal equilibration test. Peritoneal dialysis Bulletin. Volume 7, Number 3. 1987. Págs. 138-146.