



Influencia de la presión intraperitoneal en diálisis peritoneal

Memoria Trabajo Fin de Grado, Curso 2015-16

Elena Descalzo Casado

Irene Herguedas Callejo

Tutor: Dr. Vicente Pérez Díaz

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	1
Material y métodos.....	2
¿Cómo se mide la presión intraperitoneal en diálisis peritoneal?.....	3
¿Cuáles son los valores normales de presión intraperitoneal en diálisis peritoneal?.....	4
Factores de los que depende la presión intraperitoneal.....	4
Resultados: efectos de la presión intraperitoneal elevada en diálisis peritoneal.....	7
1. Clínica derivada.....	7
2. Efectos de la presión intraperitoneal sobre la efectividad de la diálisis peritoneal.....	7
Ultrafiltración.....	8
Aclaramiento de solutos.....	11
Conclusiones.....	11
Glosario.....	12
Bibliografía.....	13

Resumen

La diálisis peritoneal es una técnica sustitutiva de la función renal en la que la medida de la presión intraperitoneal, a pesar de la sencillez del procedimiento y de su gran utilidad clínica, es muy poco utilizada. Realizamos una revisión bibliográfica sobre la misma con el fin de dar a conocer su importancia y promover su aplicación en la práctica clínica diaria. La medición se realiza con el paciente en decúbito supino conectado a un sistema de bolsa en Y cuya bolsa de drenaje se eleva y, antes de iniciar el mismo, se mide la columna de líquido con el nivel cero en la línea medio axilar. Dicha medida se ve modificada, principalmente, por el volumen intraperitoneal, la postura del paciente y la actividad física. Los valores normales deben estar por debajo de 18 cm H₂O. Su aumento se ha relacionado con malestar, hernias, fuga de líquido, reflujo gastroesofágico, alteraciones de índices respiratorios y peritonitis entérica, pero menos conocido es su importante efecto sobre la eficacia de la diálisis, sobre todo al disminuir la eliminación del exceso de líquido o ultrafiltración y, en menor grado, el aclaramiento de solutos. La monitorización sistemática de la presión intraperitoneal es un buen parámetro objetivo e incruento que permite mantener una diálisis peritoneal efectiva y prevenir alguna de sus complicaciones.

Introducción

La diálisis peritoneal (DP) es un tratamiento sustitutivo de la función renal similar a la hemodiálisis, con la ventaja de que el paciente puede realizarla en su domicilio. Esta modalidad utiliza como membrana de diálisis la propia membrana peritoneal que, con su gran superficie de intercambio y su rica vascularización, permite un adecuado aclaramiento de solutos. Se lleva a cabo introduciendo en la cavidad peritoneal, a través de un catéter, un volumen de unos dos litros de solución de diálisis, que se mantiene unas horas para que se equilibre su concentración con el plasma, y se recambia de tres a cinco veces al día.

La diálisis debe conseguir también una adecuada extracción de los líquidos sobrantes del organismo o ultrafiltración (UF); esta se consigue en DP incorporando a las soluciones de diálisis cantidades variables de un agente con suficiente fuerza osmótica, habitualmente glucosa, que atrae a la cavidad peritoneal el agua de los capilares peritoneales.

La presión que ejerce en la cavidad peritoneal el volumen contenido en ella (la solución infundida más el volumen ultrafiltrado) es lo que denominamos presión intraperitoneal (PIP).

La PIP apenas ha sido considerada como un factor a tener en cuenta en DP a lo largo de todos estos años. Sin embargo, en unidades de cuidados intensivos (UCI) y grandes cirugías se emplea como parámetro de medida ya que se ha visto que un aumento de la PIP está asociada a la producción del denominado síndrome compartimental agudo, consecuencia de una serie de alteraciones fisiopatológicas que incluyen, entre otras, el aumento de la presión intratorácica, con la consiguiente disminución del llenado del ventrículo derecho y del gasto cardíaco, el aumento de la presión intracraneal y la disminución de la perfusión hepática y renal. Esto conduce a una perfusión abdominal deficiente, provocando isquemia y producción de mediadores inflamatorios, que aumentan aún más el volumen abdominal y la presión en dicha cavidad, por compromiso del drenaje linfático, perpetuando un círculo vicioso que conducirá al fallo multiorgánico si no se trata **(1)**.

Aunque se ha intentado relacionar la PIP con diversas complicaciones de la técnica de DP como incomodidad, trastornos del sueño, hernias, reflujo gastroesofágico (RGE), fugas de líquido peritoneal..., hasta ahora se ha dado poca importancia a su influencia sobre el propio funcionamiento de la diálisis como método de depuración, y su medición no se realiza de manera sistemática en los pacientes. Como cada vez aparece más literatura llamando la atención sobre la importancia de estos efectos, y de mantenerla dentro de unos determinados valores, realizamos a continuación una revisión y puesta al día de este importante tema.

Material y métodos

Hemos realizado una revisión bibliográfica utilizando bases de datos (PubMed), los principales tratados de DP, revistas científicas nacionales y extranjeras sobre DP (Sociedad Española de Nefrología, Sociedad de Enfermería Nefrológica), la fuente UpToDate, y escaneado de revistas, utilizando las

palabras clave *intraperitoneal pressure, peritoneal dialysis, ultrafiltration, peritoneal absorption, peritoneal lymphatic absorption rate.*

¿Cómo se mide la presión intraperitoneal en diálisis peritoneal?

Aunque para su control en pacientes postoperados y en cuidados intensivos se utilizan métodos invasivos a través del sondaje vesical, nasogástrico o intracolónico, en DP se utilizan métodos no invasivos, siendo el más inocuo, el empleado por Durand en 1992 **(2) (Figura 1)**.

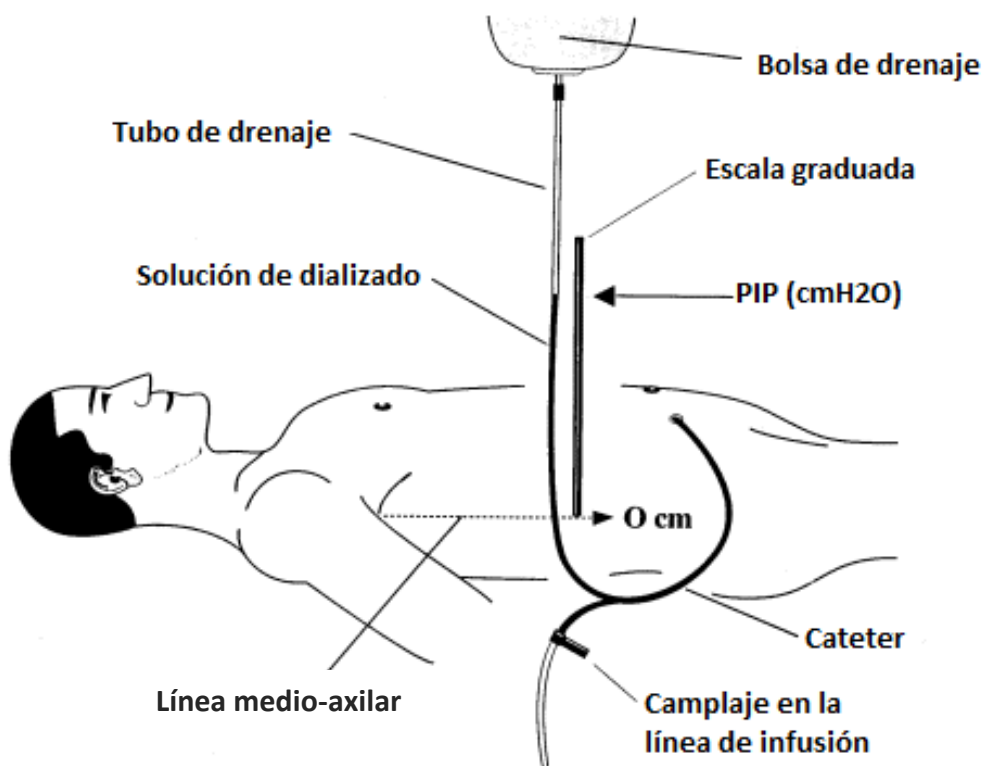


Figura 1. Esquema de la medición de la presión intraperitoneal (PIP) utilizando una regla y la línea de drenaje de una bolsa de DP con sistema en Y **(4)**.

El paciente debe estar en decúbito supino y relajado, para no ejercer presión sobre el abdomen, y deberá estar tumbado sobre un plano horizontal. Con el abdomen lleno del volumen diario habitual, se le conectará a una nueva bolsa de DP con un sistema en Y, colocando la bolsa de drenaje en un soporte elevado con una regla graduada, con el nivel 0 enrasado en la línea medio axilar. Se abre la conexión del catéter y, una vez estabilizada la columna de

líquido, se realizan dos medidas de PIP, una al final de la inspiración y otra al final la espiración. Estas deben ser normales, no profundas **(3) (4)**.

La PIP final será la media entre ambas, y la expresaremos en cm de H₂O. Después de realizar la medición se procede a vaciar el abdomen anotando el volumen drenado.

¿Cuáles son los valores normales de presión intraperitoneal en diálisis peritoneal?

La PIP varía con múltiples factores que luego enumeraremos, siendo el principal la cantidad de volumen intraperitoneal (VIP), siempre presente en DP, por lo que nos referimos a PIP normal en DP a la que tiene el paciente en decúbito con el abdomen lleno de una cantidad de líquido, que no le provoca sintomatología ni interfiere con la técnica de diálisis.

En adultos estables en DP con 2 litros de dializado con glucosa 3.86% se obtuvieron valores de 13.42 ± 3.46 cm H₂O **(5)** y con glucosa 2.5% de 13.07 ± 2.61 cm H₂O **(6)**. Debe mantenerse PIP inferiores a 18 cm H₂O, a partir de la cual comienza a aparecer sintomatología **(5), (6), (7), (8)**.

Con respecto a la PIP en niños, Fischbach, en uno de sus primeros trabajos realizado en 3 niños y 3 bebés usando 1000 ml/m² de dextrosa 1.36%, observó PIP medias tras 2 horas de intercambio, de 10 ± 2 cm H₂O en los primeros y 5 ± 3 cm H₂O en los segundos **(9)**. Posteriormente, añade que, al igual que ocurre en los adultos, la PIP es función del VIP **(10)** y recomienda que los valores de PIP en niños sean menores de 18 cm H₂O (al igual que en adultos), preferiblemente entre 5 y 15 cm H₂O **(11)**.

Factores de los que depende la presión intraperitoneal

La PIP depende de varios factores, que explicamos a continuación:

- **Volumen intraperitoneal:** es el principal factor que influye sobre la PIP; a mayor volumen de infusión más aumenta la presión **(Figura 2) (5), (12), (13)**,

(14), (15), (16), con un ascenso de la PIP de 2.2 cm H₂O por cada litro de VIP adicional (8).

En DP, la cavidad abdominal tiene una PIP (12), la cual aumenta con el VIP (12), (13). Y es el grado de aumento de la PIP el que provoca las molestias e inconvenientes y no el volumen, ya que ese nivel de PIP se alcanza con VIP muy diferentes (de 2,5 a 4,1 L) en diferentes pacientes (12).

- **Postura:** la PIP se ve influenciada por la postura; esta es mayor cuando el paciente se encuentra de pie que cuando está en decúbito supino (**Figura 2**) (7), (13), (17), (18). Esto puede ser debido a que estando tumbado la musculatura de la pared abdominal se encuentra relajada, y para un volumen dado, la PIP es menor. Sin embargo, la relación con la sedestación no está tan clara, ya que para algunos autores (18) la PIP es igual que estando de pie, y para otros es mayor que estando en bipedestación (13).

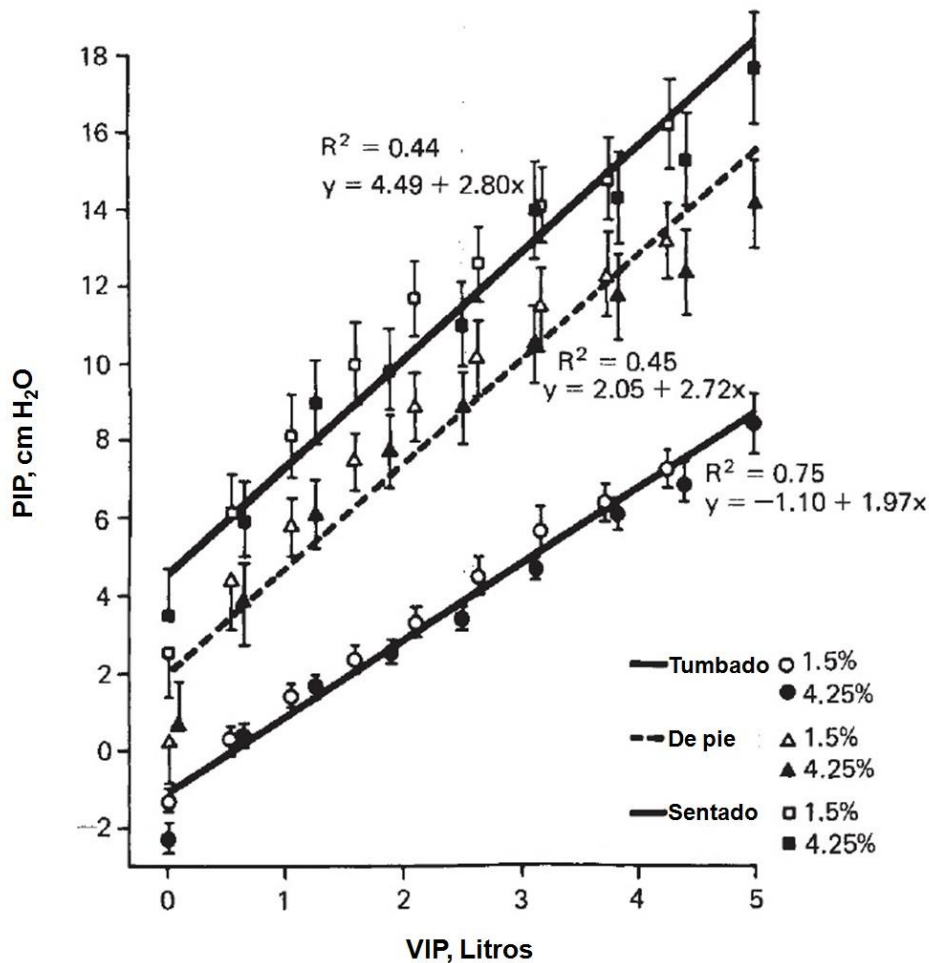


Figura 2. Correlación lineal en diferentes posturas de la presión intraperitoneal (PIP) relacionada con el volumen intraperitoneal (VIP) con soluciones de glucosa 1.5 y 4.25%. Media \pm ESM (error estándar de la media) (12).

- **Actividad física:** la PIP aumenta proporcionalmente a la intensidad de la actividad física del paciente, manteniéndose la relación de posturas *sentado>tumbado* (14), por mayor tono de la musculatura abdominal. Este es un parámetro importante a tener en cuenta a la hora de elegir la modalidad de DP, ya que en diálisis peritoneal continua ambulatoria (DPCA) el paciente puede estar activo, mientras que con la DP automática (DPA) está en reposo y, por tanto, en los primeros la PIP será más elevada.
- **Tiempo:** la PIP es más elevada en los 2 o 3 primeros días post implantación del catéter de DP, estabilizándose posteriormente (9), quizás debido al aumento de tono muscular abdominal inducido por el dolor. También se ha visto que existe un aumento transitorio de la PIP en la primera hora del intercambio con volúmenes de 2.5l y 3l en comparación con 2l (19), (20).
- **Solución de diálisis:** la presión es mayor con glucosa 3.86% que con icodextrina (21), aunque no de forma estadísticamente significativa; los agentes osmóticos que aumentan la UF muy rápidamente elevan también la PIP. Sin embargo, aquellos que lo hacen de forma sostenida, apenas la incrementan (21), (22). En ocasiones ciertas soluciones provocan dolor que causa aumento de PIP, que cede al cambiar de solución (23).
- **Índice de masa corporal (IMC)** [peso/talla²]: el IMC se relaciona directamente con el aumento de la PIP; a mayor IMC, mayor PIP, bien por el menor tono muscular abdominal y/o por la mayor profundidad de la pared abdominal en estos pacientes (24). No obstante, otros autores no encuentran dicha relación en sus estudios (6), (21).
- **Talla:** para un volumen constante, los pacientes con menor talla tienen mayor PIP (25).
- **Edad:** la PIP es más baja en los niños que en los adultos y, en aquellos, más aún en neonatos (9), (11), lo cual podría atribuirse a la mayor área de superficie corporal (ASC) de los niños respecto de los adultos (21), (25), (26), aunque hay otros autores que no le atribuyen dicho efecto (24).
- **Sexo:** la PIP, es mayor en hombres que en mujeres (25), aunque en muchos estudios no se encuentran relaciones estadísticamente significativas (15), (24), (27).

Resultados: efectos de la presión intraperitoneal elevada en diálisis peritoneal.

1. Clínica derivada.

La presión hidrostática intraperitoneal elevada se ha intentado relacionar con una mayor morbilidad en pacientes sometidos a DP **(20), (27)**.

Las complicaciones mecánicas (hernias y fuga de líquido de diálisis) parecen estar más influenciadas por la técnica de implante del catéter de diálisis, la presencia de tos severa o actividad que comporta ejercicio físico o la predisposición individual del paciente que por una PIP basal elevada **(8)**. La mayor incidencia de hernias en pacientes en DP frente a los sometidos a hemodiálisis induce a pensar que la PIP debe, no obstante, tener un efecto deletéreo, no suficiente por sí mismo, para la aparición de las mismas **(24)**.

Aunque se recomienda usar volúmenes lo más altos tolerables para un mejor funcionamiento de la diálisis, hay que tener precaución en no sobrepasar 18 cm H₂O de PIP **(10), (11), (28), (29)** por el riesgo de aparición de malestar y descenso de los índices respiratorios, principalmente sobre la capacidad vital forzada (CVF) **(25)**.

El aumento de morbilidad en forma de dolor, disnea, hidrotórax, hernias, hidrocele o RGE con anorexia como consecuencia de volúmenes altos puede condicionar pautas de tratamiento subóptimas **(10), (11), (16)**. Respecto a la aparición de RGE en DP, el papel de la PIP elevada es controvertido, ya que el reflujo se relaciona con un mayor IMC del paciente, que es un factor de riesgo independiente para el mismo **(24)**.

Por último, la incidencia de peritonitis entérica con peor supervivencia es mayor en los pacientes en DP con presiones nocturnas mayores de 14 cm H₂O **(24)**.

2. Efectos de la presión intraperitoneal sobre la efectividad de la diálisis peritoneal.

La PIP modula de forma significativa los dos componentes de la DP: la UF y el aclaramiento de solutos.

Ultrafiltración.

El aumento de la PIP tiene un efecto contrario a la UF producida por el gradiente osmótico, que ha sido insistentemente demostrado desde los inicios de la técnica por los fisiólogos y pediatras (2), (5), (6), (9), (10), (11), (16), (21), (30), (31), (32), (33), (34), (35). Pero, fuera del campo de la pediatría, este efecto es tan poco apreciado por los clínicos hasta el momento actual que ni siquiera se menciona en las revisiones y tratados sobre la etiología y tratamiento del fallo de UF (36), (37), (38) . Como se muestra en la **Figura 3 (32)**, al aumentar la PIP disminuye la UF.

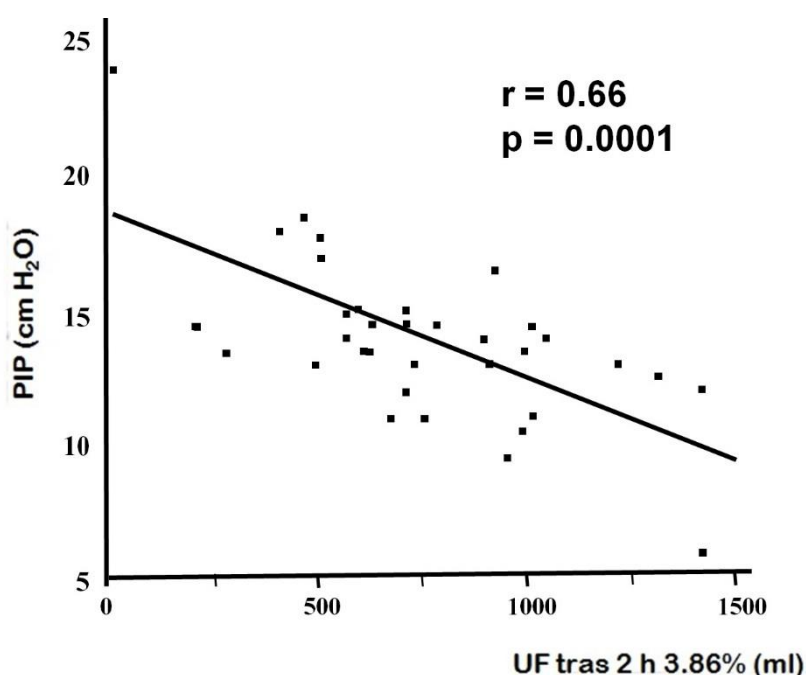


Figura 3. Correlación entre presión intraperitoneal (PIP) y volumen de ultrafiltración (UF), con glucosa 3'86% (32).

Aparte de las molestias e inconvenientes inherentes al aumento de PIP que hemos expuesto anteriormente, a partir de estudios sobre ascitis en gatos (30) y en humanos (39), (40) ya se sabía que la elevación de la PIP aumentaba la absorción de líquido contrarrestando ésta.

En 1981 se comprueba esa reabsorción linfática de líquido peritoneal que se contrapone a la UF en pacientes en DP (41). Desde 1983 se comprueba experimentalmente en animales (42) que este efecto de absorción de líquido

peritoneal visto en ascitis **(30)** y en DP es directamente proporcional al aumento de la PIP aumentando el VIP y se inicia el estudio de las vías a través de las cuales se produce esta reabsorción. En 1992 se comprueba este efecto en pacientes en DP, disminuyendo la UF neta con intensidad proporcional a la PIP **(5)**.

Además de estas demostraciones experimentales directas de que el aumento de la PIP disminuye la UF, existen otras evidencias indirectas: a) Con intercambios de misma duración y composición pero con diferente volumen, existe un aumento de la UF al incrementar el volumen, aunque el aumento de la UF es cada vez menor con los sucesivos incrementos de volumen, al contrario de lo que cabría esperar; al aumentar el volumen se aumenta cada vez más el tiempo en que se mantienen los gradientes iniciales de concentración y osmótico y, por tanto, los aumentos de aclaramiento y UF deberían ser cada vez mayores **(19)**. b) En otros experimentos se vio que, comparando intercambios de 2 y 3 litros al 1,36%, el incremento medio de volumen fue inferior con 3L que con 2L, debido a una mayor reabsorción de agua (2'16 mL/mn vs 0'94, $p < 0.01$) probablemente por un aumento de la reabsorción linfática **(43)**. Lo mismo se ha visto con 1,5 y 2,5 litros al 2,27% **(44)**.

Este efecto de la PIP en oposición a la UF en DP se realiza por tres mecanismos, que exponemos a continuación **(45)**, **(46)**:

- **Aumento de la tasa de absorción linfática (TAL).** La absorción linfática depende de la presión hidrostática de manera directa, ya que, si esta aumenta, estamos incrementando directamente el volumen que se filtra, y, por lo tanto, también deberá aumentar el volumen que sale a través de los linfáticos para volver al torrente sanguíneo **(6)**, **(18)**. Por tanto, a más PIP, mayor es el flujo linfático y menor la UF neta **(11)**, **(23)**, **(45)**, **(47)**, **(48)**, **(49)**.
- **La disminución de la filtración transcápilar:** el aumento de PIP hace que disminuya el gradiente de presión transcápilar. El aumento de presión hidrostática contrarresta la presión osmótica y disminuye la UF **(33)**.
- **Absorción tisular por vías extralinfáticas.** Los estudios experimentales realizados en ratas por Flessner **(31)**, **(42)**, **(49)** demostraron que el aumento

de la PIP hace que el líquido difunda desde la cavidad abdominal hacia los tejidos, como puede ser, por ejemplo, el músculo de la pared abdominal, lo cual hace que la UF neta sea menor porque el líquido se escapa. Además, considera este mecanismo el cuantitativamente más importante debido al cual la UF disminuye cuando aumentamos la PIP, y no al aumento de la absorción linfática.

Otros factores independientes del gradiente osmótico que pueden influir significativamente sobre la UF, y modular o artefactar en ocasiones el efecto de la PIP sobre la misma, son:

1. Una adecuada perfusión intracapilar para mantener la UF **(9)**. Ya que, sin una presión de perfusión mínima, disminuiría mucho la presión hidrostática capilar, según las fuerzas de Starling, y eso se sumaría al efecto de la PIP para disminuir la filtración transcapilar. Por el contrario, debemos tener en cuenta que, una mayor sobrecarga de líquidos que tenga el paciente, mayor UF producirá, debido a este mecanismo **(38), (50), (51), (52), (53)**.
2. Al aumentar el volumen de infusión la PIP aumenta y la UF disminuye: un incremento de 1 cm de H₂O en la PIP produciría un descenso de 70 ml en el UF global después de 2 horas **(8), (29)**. Para algunos autores solo se encuentra esta relación cuando el paciente se encuentra en decúbito supino **(18)**, debido a que no hay actividad física y el aumento de PIP se puede correlacionar directamente con el aumento de volumen. Por tanto, se debería individualizar el VIP en función del ASC para no aumentar mucho la PIP, no siendo este menor de 1500 ml/m² de superficie corporal para no disminuir la eficiencia de la diálisis **(28)**.
3. Algunos autores encuentran ultrafiltraciones levemente superiores cuando utilizan volúmenes más elevados **(19)**. Esta relación se pierde cuando se maneja el porcentaje del volumen infundido **(44)**.

En definitiva, la relación entre una PIP elevada y una disminución en la UF es clara y sucede con presiones intraperitoneales que se alcanzan cotidianamente en DP, por lo que es muy probable que influya significativamente en la UF neta y constituya una causa de fallo de UF en muchos pacientes, aunque no está

detectada como tal ni se enumera este factor causal en los tratados y revisiones del tema, ni tampoco se maneja en el tratamiento del fallo de UF **(36), (37), (38)**. De ahí la importancia de este artículo para estimular la medida de PIP en DP y el estudio más exhaustivo del tema.

Aclaramiento de solutos.

Otro de los objetivos fundamentales en la DP es el aclaramiento de solutos.

Uno de los vínculos más mencionados es el que se establece entre la PIP elevada y el aclaramiento de proteínas: a mayor PIP, menor es el aclaramiento de proteínas de elevado peso molecular **(33)**. Sin embargo, el aclaramiento de proteínas no tiene trascendencia en la eficacia depurativa de la DP.

Sobre la influencia de la PIP en el aclaramiento de otros solutos, algunos trabajos han demostrado la relación existente **(19), (28), (33), (35)**. Así, el aclaramiento de urea y creatinina (como el de sodio, potasio y fosfatos), aumenta al aumentar los volúmenes de llenado, aunque mucho menos de lo que cabría esperar para ese volumen **(35)** porque al aumentar la PIP se produce absorción de dializado. Dese debe deducir que el aumento de PIP disminuye el aclaramiento de solutos **(19)**.

CONCLUSIONES

Es fundamental monitorizar la PIP en los pacientes en DP, para asegurar el empleo de volúmenes de llenado suficientes que maximicen la eficacia de la DP sin superar niveles de 18 cm H₂O que se asocian a complicaciones clínicas, disminuyen su efectividad y contrarrestan significativamente la UF, de modo que este factor debería incluirse entre las causas y tratamiento del fallo de UF en DP.

Glosario

ASC: área de superficie corporal.

CVF: capacidad vital forzada.

DP: diálisis peritoneal.

DPA: diálisis peritoneal automática.

DPCA: diálisis peritoneal continua ambulatoria.

ESM: error estándar de la media.

IMC: índice de masa corporal.

PIP: presión intraperitoneal.

PIA: presión intraabdominal.

RGE: reflujo gastroesofágico.

UCI: unidad de cuidados intensivos

UF: ultrafiltración.

TAL: tasa de absorción linfática.

VIP: volumen intraperitoneal.

Bibliografía

1. Baigorri F, Lorente JA. Manejo de la hipertensión intraabdominal y del síndrome compartimental abdominal en el paciente crítico médico [monografía en internet]. Info colloids. 2008 [acceso 25 de mayo de 2016]. disponible en : http://www.fresenius-kabi.es/pdf/info_colloides/InfoColloids%205.pdf
2. Durand PY, Chanliau J, Gamberoni J, Hestin D, Kessler M. Routine measurements of hydrostatic intra-peritoneal pressure. *Adv Perit Dial.* 1992; 8: 108-112.
3. Blasco-Cabañas C, Ponz-Clemente E, Betancourt-Castellanos L, Otero-López S, Marquina-Parra D, Gran-Pueyo C et al. Relación entre la presión intraabdominal en diálisis peritoneal con las hernias y fugas. *Enferm Nefrol.* 2012; 15: 94-100.
4. Mathieu B, Pillot A, ALTIR Nursing team. Measurement of hydrostatic intraperitoneal pressure. *Adv Perit Dial.* 1994; 10: 59-62.
5. Durand PY, Chanliau J, Gamberoni J, Hestin D, Kessler M. Intraperitoneal pressure, peritoneal permeability and volume of ultrafiltration in CAPD. *Adv Perit Dial.* 1992; 8: 22-25.
6. Abensur H, Romao JE Jr, Brandao de Almeida Prado E, Kakehashi E, Sabbaga E, Marcondes M. Influence of the hydrostatic intraperitoneal pressure and the cardiac function on the lymphatic absorption rate of the peritoneal cavity in CAPD. *Adv Perit Dial.* 1993; 9: 41-45.
7. Al-Hwiesh A, Al-Muelio S, Saeed I, Al-Muhanna FA. Intraperitoneal pressure and intra-abdominal pressure: are they the same? *Perit Dial Int.* 2011; 31: 315-319.
8. Durand PY, Chanliau J, Gamberoni J, Hestin D, Kessler M. Measurement of hydrostatic intraperitoneal pressure: a necessary routine test in peritoneal dialysis. *Perit Dial Int.* 1996; 16 (Suppl 1): S84-S87.

9. Fischbach M, Desprez P, Donnars F, Geisert J. Hydrostatic intraperitoneal pressure in children on peritoneal dialysis: practical implications. An 18 month clinical experience. *Adv Perit Dial.* 1994; 10: 294-296.
10. Fischbach M, Terzic J, Menouer S, Haraldsson B. Optimal volume prescription for children on peritoneal dialysis. *Perit Dial Int.* 2000; 20: 603-606.
11. Fischbach M, Terzic J, Laugel V, Escande B, Dangelser CI, Helmstetter A. Measurement of hydrostatic intraperitoneal pressure: a useful tool for the improvement of dialysis dose prescription. *Pediatr Nephrol.* 2003; 18: 976-980.
12. Gotloib L, Mines M, Garmizo L, Varka I. Hemodynamic effects of increasing intraabdominal pressure in peritoneal dialysis. *Perit Dial Bull.* 1981; 1: 41-43.
13. Twardowski ZJ, Prowant BF, Nolph KD, Martínez AJ, Lampton LM. High volume, low frequency continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney International.* 1983; 23: 64-70.
14. Twardowski ZJ, Khanna R, Nolph KD, Scalamogna A, Metzler MH, Schneider TW et al. Intraabdominal pressures during natural activities in patients treated with continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Nephron.* 1986; 44: 129-135.
15. Scanziani R, Dozio B, Baragetti I, Maroni S. Intraperitoneal hydrostatic pressure and flow characteristics of peritoneal catheters in automated peritoneal dialysis. *Nephrol Dial Transplant.* 2003; 18: 2391-2398.
16. Fischbach M, Warady BA. Peritoneal dialysis prescription in children; bedside principles for optimal practice. *Pediatr Nephrol.* 2009; 24: 1633-1642.
17. Díaz-Buxo JA. Continuous cycling peritoneal. In Nolph KD. ed *Peritoneal Dialysis. Second Edition.* 1985. Martinus Nijhoff. Dordrech. Pp 247-266

18. Imholz ALT, Koomen GCM, Voorn WJ, Struijk DG, Arisz L, Krediet RT. Day to day variability of fluid and solute transport in upright and recumbent positions during CAPD. *Nephrol Dial Transplant*. 1998; 13: 146-153.
19. Fukatsu A, Komatsu Y, Senoh H, Miyai H, Tanaka Y, Oiwa T et al. Clinical benefits and tolerability of increased fill volumes in Japanese peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int*. 2001; 21: 455-461.
20. Davis ID, Cizman B, Mundt K, Wu L, Childers R, Mell R et al. Relationship between drain volume/fill volume ratio and clinical outcomes associated with overfill complaints in peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int*. 2011; 31: 148-153.
21. Rusthoven E, Van der Vlugt ME, Van Lingen-Van Buereb LJ, Van Schaijk TC, Willems HL, Monnens LA et al. Evaluation of intraperitoneal pressure and the effect of different osmotic agents on intraperitoneal pressure in children. *Perit Dial Int*. 2005; 25: 352-256.
22. Fischbach M, Dheu C. Hydrostatic intraperitoneal pressure: an objective tool for analyzing individual tolerance of intraperitoneal volume. *Perit Dial Int*. 2005; 25: 338-339.
23. Fischbach M, Terzic J, Chauvé S, Laugel V, Muller A, Haraldsson B. Effect of peritoneal dialysis fluid composition on peritoneal area available for exchange in children. *Nephrol Dial Transplant*. 2004; 19: 925-932.
24. Dejardin A, Robert A, Goffin E. Intraperitoneal pressure in PD patients: relationship to intraperitoneal volume, body size and PD-related complications. *Nephrol Dial Transplant*. 2007; 22: 1437-1444.
25. Ventura MJ, Amato D, Correa-Rotter R, Paniagua R. Relationship between fill volume, intraperitoneal pressure, body size and subjective discomfort perception in CAPD patients. *Perit Dial Int*. 2000; 20: 188-193.
26. Stachoowska-Pietka J, Waniewski J, Flessner MF, Lindholm B. Distributed model of peritoneal fluid absorption. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2006;

291: H1862-H1874.

27. Outerelo MC, Gouveia R, Teixeira-Costa F, Ramos A. Intraperitoneal pressure has a prognostic impact on peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int.* 2014; 34: 652-654.
28. Durand PY, Balteau P, Chanliau J, Kessler M. Optimization of fill volumes in automated peritoneal dialysis. *Perit Dial Int.* 2000; 20 (Suppl2): S83-S88.
29. Durand PY. Measurement of intraperitoneal pressure in PD patients. *Perit Dial Int.* 2005; 25: 333-337.
30. Zink J, Greenway CV. Control of ascites absorption in anesthetized cats: effects of intraperitoneal pressure, protein and furosemide diuresis. *Gastroenterology.* 1977; 73: 1119-1124.
31. Flessner MF, Fenstermacher JD, Dedrick RL, Blasberg RG. A distributed model of peritoneal-plasma transport: tissue concentration gradients. *Am J Physiol.* 1985; 248: F425-F435.
32. Durand PY, Chanliau J, Gamberoni J, Hestin D, Kessler M. Intraperitoneal hydrostatic pressure and ultrafiltration in CAPD. *Adv Perit Dial.* 1993; 9: 46-48.
33. Imholz ALT, Koomen GCM, Struijk DG, Arisz L, Krediet RT. The effect of an increased intraperitoneal pressure on fluid and solute transport during CAPD. *Kidney Int.* 1993; 44: 1078-1085.
34. Zakaria ER, Rippe B. Peritoneal fluid and tracer albumin kinetics in the rat. Effects of increases in intraperitoneal hydrostatic pressure. *Perit Dial Int.* 1995; 15: 118-128.
35. Wang T, Heiburger O, Cheng H-H, Waniewski J, Bergstrom J, Lindholm B. Effect of increased dialysate fill volume on peritoneal fluid and solute transport. *Kidney Int.* 1997; 52: 1068-1076.
36. Mujais S, Smit W. Ultrafiltration failure. In Nolph and Gokal's Textbook of

Peritoneal Dialysis, eds. Khanna R, Krediet R. Springer Science + Business Media, LLC 2009. pp 505-522..

37. Teitelbaum I. Ultrafiltration failure in peritoneal dialysis: a pathophysiologic approach. *Blood Purif.* 2015; 39: 70-73.
38. Boudville N, Blake PG. Volume status and fluid overload in peritoneal dialysis. In Daugirdas JT, Blake PG, Ing TS. *Handbook of dialysis*. Quinta ed. Philadelphia (PA): Wolters Kluwer, Lippincott, Williams & Wilkins; 2015. 483-489.
39. Guazzy M, Polese A, Magrini F, Fiorentini C, Olivari MT. Negative influence of ascites on the cardiac function of cirrhotic patients. *Am J Med.* 1975; 59: 165-170.
40. Henriksen JH, Lassen NA, Parving H-H, Winkler K. Filtration as the main transport mechanism of protein exchange between plasma and the peritoneal cavity in hepatic cirrhosis. *Scand J Clin Lab Invest.* 1980; 40: 503-513.
41. Twardowski Z, Janicka L. Three exchanges with 2.5-L volume for continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int.* 1981; 20: 281-284.
42. Flessner MF, Parker RJ, Sieber SM. Peritoneal lymphatic uptake of fibrinogen and erythrocytes in the rat. *Am J Physiol.* 1983; 244: H89-H96.
43. Krediet RT, Boeschoten EW, Struijk DG, Arisz L. Differences in the peritoneal transport of water, solutes and proteins between dialysis with two- and with three-litre exchanges. *Nephrol Dial Transplant.* 1988; 3: 198-204.
44. Pérez-Díaz V, Sanz-Ballesteros S, Hernández-García E, Sánchez-García L, Oviedo-Gómez V, Pérez-Escudero A et al. La influencia de la presión intraperitoneal (PIP) sobre la UF en Diálisis Peritoneal es relevante en la clínica (Abstract). Enviado al XLVI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Nefrología. Oviedo, 8-11 octubre 2016.

45. Rippe B. Is intraperitoneal pressure important? *Perit Dial Int.* 2006; 26: 317-319.
46. Flessner MF. Peritoneal ultrafiltration: physiology and failure. *Contrib Nephrol.* 2009; 163: 7-14.
47. Fischbach M, Terzic J, Bergere V, Gaugler C, Provot E. The optimal approach to peritoneal dialysis prescription in children. *Perit Dial Int.* 1999; 19: S474-S478.
48. Lambie M, Stompor T, Davies SJ. Understanding the variability in ultrafiltration obtained with icodextrin. *Perit Dial Int.* 2009; 29: 407-411.
49. Flessner MF. Peritoneal ultrafiltration: mechanisms and measures. *Contrib Nephrol.* 2006; 150: 28-36.
50. Perez-Díaz V, Pérez-Escudero A, Sanz-Ballesteros S, Rodríguez-Portela G, Valenciano-Martínez S, Palomo-Aparicio S et al. A new method to increase ultrafiltration in peritoneal dialysis: Steady Concentration Peritoneal Dialysis. *Perit Dial Int.* 2016. En prensa.
51. Konings CJ, Kooman JP, Schonk 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: 1556-1563.
52. Kuriyama S, Otsuka Y, Iida R, Matsumoto K, Hosoya T. Icodextrin with small and short dwell enhances ultrafiltration in peritoneal dialysis patients with severe overhydration. *Perit Dial Int.* 2006; 26: 508-509.
53. Davies SJ, García López E, Woodrow G, Donovan K, Plum J, Williams P et al. Longitudinal relationships between fluid status, inflammation, urine volume and plasma metabolites of icodextrin in patients randomized to glucose or icodextrin for the long exchange. *Nephrol Dial Transplant.* 2008; 23: 2982-2988.

54. Kawaguchi Y, Ishizaki T, Imada A, Oohira S, Kuriyama S, Nakamoto H et al. Searching for the reasons for drop-out from peritoneal dialysis: a nationwide survey in Japan. *Perit Dial Int.* 2003; 23 (Suppl 2): S175-S177.
55. Fischbach M, Zaloszc A, Schaefer B, Schmitt CP. Optimizing peritoneal dialysis prescription for volume control: the importance of varying dwell time and dwell volume. *Pediatr Nephrol.* 2014; 29: 1321-1327.