

# Estandarización y control de calidad en los estudios urodinámicos

Juan Pablo Valdevenito S.

*Unidad de Urodinamia, Servicio Urología, HCUCH.*

## SUMMARY

*The main purpose of urodynamic studies is to reproduce the patient's symptoms and correlate them with the findings in the examination, so that we can answer the specific question that motivated it. Its success depends on a careful tuning of equipment and strict quality control over each of the procedures. In this article we refer to standards and best practices for measurement and quality control of uroflowmetry, filling cystometry and voiding cystometry (pressure-flow study), following the nomenclature and suggestions of the International Continence Society (ICS). This organization recommends a careful and continuous observation of the signals as they are obtained and an ongoing assessment of the credibility of them, so as to avoid artifacts which must be corrected immediately, as it is always difficult and often impossible to correct them retrospectively. Only in this way can we achieve our goal.*

## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de la urodinamia es reproducir los síntomas del paciente y correlacionarlos con los hallazgos encontrados en el examen, de modo de poder responder la pregunta específica que motivó el estudio. Su éxito depende de una meticulosa puesta a punto de los equipos y de un estricto control de calidad a lo largo de cada uno de los procedimientos.

En este artículo me referiré a la estandarización y buenas prácticas para la medición y control de

calidad en los diferentes estudios urodinámicos, siguiendo la nomenclatura y sugerencias de la Sociedad de Continencia Internacional (Internacional Continence Society, ICS). Para tal efecto usaré el siguiente orden:

- 1) Equipos: especificaciones técnicas mínimas y calibración.
- 2) Uroflujometría: estandarización y control de calidad.
- 3) Cistometría de llene y miccional: catéteres usados, estandarización de la presión cero y altura

de referencia, control de las señales de presión y resolución de problemas en la medición, problema del retraso del flujo y otras consideraciones en la estandarización.

### **EQUIPOS: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CALIBRACIÓN**

Antes de adquirir un equipo de urodinamia se debe tener en cuenta que la ICS recomienda las siguientes especificaciones técnicas mínimas: exactitud mínima de  $\pm 1$  cm de agua para la presión y  $\pm 5\%$  de la escala completa para el volumen. Los rangos de medición deben ser de 0 – 250 cm de agua para la presión, 0 – 50 ml/s para el flujo y 0 – 1000 ml para el volumen. Durante el registro y el análisis la escala mínima de presión debe ser 50 cm de agua por centímetro para la presión, 10 ml/s por centímetro para el flujo y 1 min/cm ó 5 s/mm durante el llene y 2 s/mm durante la micción para el tiempo<sup>(1)</sup>.

La calibración de los equipos debe hacerse en forma regular especialmente si se cambian los transductores y no debe confundirse con el “balance a cero”. La calibración del uroflujómetro se debe hacer vertiendo un volumen preciso a un flujo continuo conocido, para lo cual existen botellas de flujo constante especiales. Se recomienda probar la bomba de infusión con las líneas de llene conectadas, midiendo el tiempo que demora en entregar un volumen conocido. En este punto se debe tener en cuenta que muchos vasos de precipitado de uso clínico no son precisos en la medición del volumen. Los transductores de presión se pueden controlar comprobando el registro que entregan, elevando las líneas de medición un número determinado de centímetros por sobre la altura de referencia<sup>(1,2)</sup>.

Por otra parte, cuando en un estudio urodinámico se usa un *software* para analizar la información obtenida de acuerdo a un concepto publicado, se debe especificar la fuente de dicho *software* y afir-

mar claramente que éste ha sido validado. La mayoría de los *softwares* ofrecidos por la industria de equipos de urodinamia no son originales ni han sido validados<sup>(1)</sup>.

### **UROFLUJOMETRÍA: ESTANDARIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD**

Como ya se ha dicho, el reporte técnico de la ICS recomienda los siguientes estándares para los uroflujómetros: un rango entre 0 y 50 ml/s para el flujo máximo ( $Q_{\text{máx}}$ ), entre 0 y 1.000 para el volumen orinado, una constante de tiempo máxima de 0,75 s y una exactitud de  $\pm 5\%$  en relación a la escala completa. Considerando esta exactitud no es significativo reportar un  $Q_{\text{máx}}$  con una resolución superior a un mililitro completo por segundo (ml/s)<sup>(1)</sup>.

Como la mayoría de los uroflujómetros son flujómetros de masa (de peso o de disco giratorio), se debe considerar la densidad del líquido emitido. Por ejemplo, una orina altamente concentrada puede aumentar en apariencia el flujo urinario un 3% y un medio radio opaco (video urodinamia) en hasta un 10%. Estos efectos deben ser corregidos con *software* de calibración<sup>(1)</sup>. En el caso de no disponerlos, se debe conocer la densidad del medio de contraste utilizado; para obtener el flujo real simplemente se debe dividir el flujo medido por dicha densidad<sup>(2)</sup>.

Para facilitar el reconocimiento del patrón de las curvas de flujo se recomienda que la escala gráfica del trazado de una uroflujometría se estandarice de la siguiente forma: un milímetro de papel debe ser igual a un segundo en el eje de las X y a un mililitro/segundo y 10 mililitros de volumen orinado en el eje de las Y<sup>(1)</sup>. Para ejemplificar los cambios en el patrón de las curvas evaluaremos la uroflujometría de un hombre de 63 años que orinó 160 ml con un flujo máximo de 10 mL/s y un residuo postmiccional de 30 ml: la Figura 1 muestra los cambios al variar la escala del tiempo

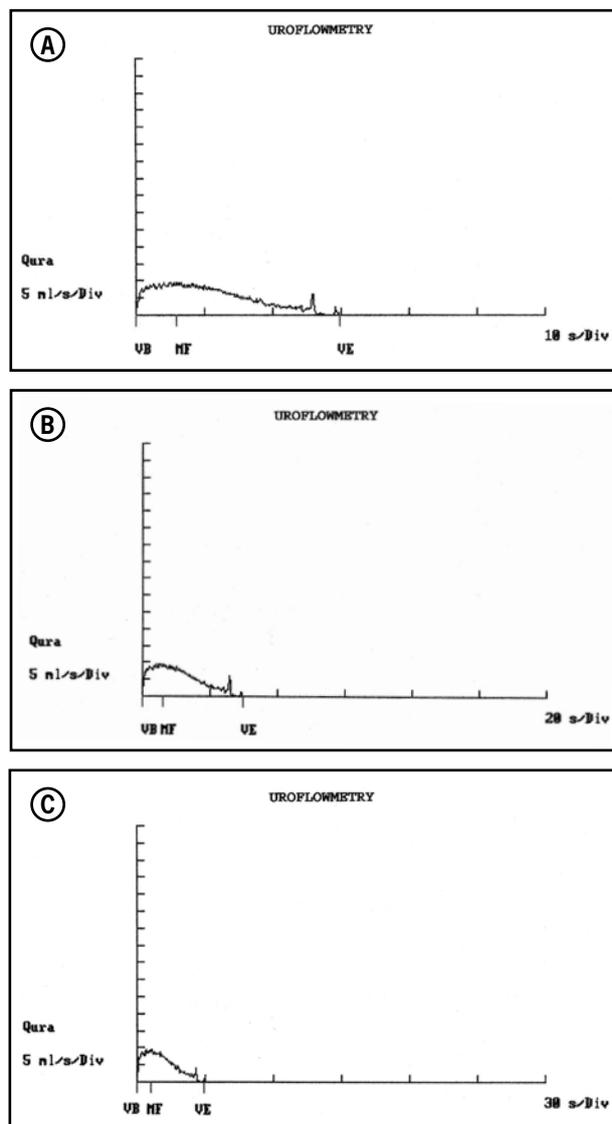
en el eje de las X y la Figura 2 muestra los cambios al variar la escala del flujo en el eje de las Y; las Figuras 1B y 2B corresponden a la recomendación de la ICS.

La ICS recomienda suavizar la curva de flujo a ojo, trazando una línea continua de tal forma que en cada período de 2 segundos no haya cambios rápidos de éste, para luego obtener el  $Q_{m\acute{a}x}$  corregido (Figura 3). Si el  $Q_{m\acute{a}x}$  no es corregido ( $Q_{m\acute{a}x}$ , raw) debe especificarse detalladamente el tipo de uroflujómetro utilizado para su adecuada interpretación. Además se recomienda que el  $Q_{m\acute{a}x}$  sea redondeado al número entero más cercano (por ejemplo, un registro de 10,25 ml/s a 10 ml/s) y el volumen orinado a los 10 ml más cercanos (por ejemplo, un volumen orinado de 342 ml a 340ml). Finalmente sugiere documentar el  $Q_{m\acute{a}x}$  en conjunto con el volumen orinado y el volumen de orina residual postmiccional, utilizando el siguiente formato standard: MICCIÓN: flujo máximo / volumen orinado / volumen de orina residual postmiccional, usando un renglón si no se dispone de alguno de los valores<sup>(1)</sup>.

## CISTOMETRÍA DE LLENE Y MICCIONAL

### Catéteres usados

Para la medición de la presión intravesical y el llene de la vejiga, el catéter estándar en una urodinamia de rutina es el catéter doble lumen transuretral. Este debe ser lo más fino posible, lo que se ve limitado por la facilidad práctica de su inserción (se dificulta si es muy fino y flexible) y el tamaño de los lúmenes internos que deben impedir la amortiguación de los registros de presión y permitir una adecuada velocidad de infusión. La mayor ventaja del catéter doble lumen es que se puede repetir la secuencia de llene y vaciamiento sin necesidad de cateterizar de nuevo al paciente. Se debe tener en cuenta que un catéter doble lumen 6 Fr (tamaño mínimo disponible desde el punto de vista práctico) puede limitar la



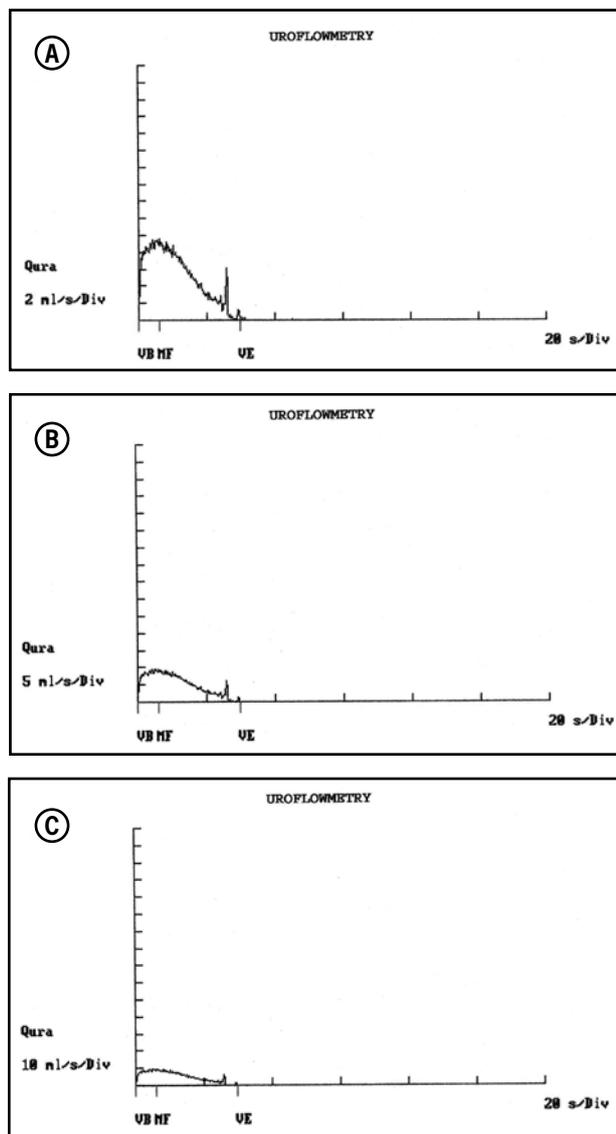
**Figura 1.** Cambios en el patrón de la curva de la uroflujometría al variar la escala del tiempo en el eje de las X, considerando la escala recomendada de flujo en el eje de las Y de 1 mililitro por mililitro/segundo.

El flujo máximo es 10 ml/s, el volumen orinado 160 ml y el residuo postmiccional 30 ml.

- A. Escala de 2 milímetros por segundo.
- B. Escala de 1 milímetro por segundo (recomendación de la ICS).
- C. Escala de 0,66 milímetro por segundo.

velocidad de infusión a 20-30 ml/min, lo cual puede llevar a que la máquina de urodinamia indique un volumen de llene incorrecto cuando el volumen infundido es calculado por la programación de la bomba de infusión. Por otro lado, el uso de 2 catéteres para la medición de la presión y el llene de la

vejiga es menos conveniente, ya que si bien el retiro del catéter de llene antes de la micción parecería una ventaja al dejar un solo catéter fino en la uretra, en el caso de requerir una repetición del estudio sería necesario instalar uno nuevo<sup>(1)</sup>.



**Figura 2.** Cambios en el patrón de la curva de la uroflujometría al variar la escala del flujo en el eje de las Y, considerando la escala recomendada de tiempo en el eje de las X de 1 milímetro por segundo. El flujo máximo es 10 ml/s, el volumen orinado 160 ml y el residuo postmiccional 30 ml.

- A. Escala de 2,5 milímetros por mililitro/segundo.
- B. Escala de 1 milímetro por mililitro/segundo (recomendación de la ICS).
- C. Escala de 0,5 milímetro por mililitro/segundo.

Para la medición de la presión abdominal se recomienda el catéter rectal con balón. En la mujer éste también se puede instalar en la parte alta de la vagina. El rol del balón es mantener un pequeño volumen de líquido en la apertura del catéter para evitar el bloqueo por heces. Adicionalmente, como el recto y la vagina no se encuentran homogéneamente llenas de líquido, el balón previene artefactos en la medición de la presión producidos por el contacto entre la apertura del catéter y la pared del órgano. La mejor función del balón se logra cuando se llena sólo a un 10 – 20% de su capacidad no distendida. Un error común en la medición de la presión abdominal es el uso del balón sobre distendido que producirá una lectura de presión elevada engañosa, lo que se puede evitar haciéndole un pequeño hoyo<sup>(1)</sup>. Actualmente existen catéteres cuyo balón presenta una abertura de fábrica, lo cual permite su lavado para desobstruirlo en el curso del examen.

### Estandarización de la presión cero y altura de referencia

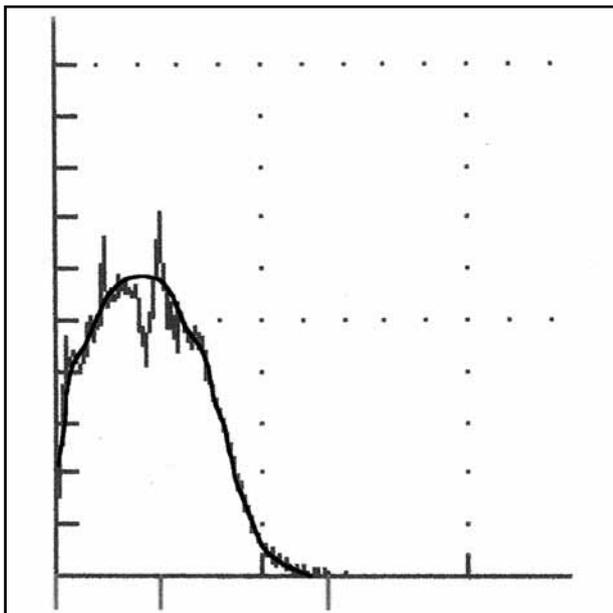
La ICS recomienda el uso de catéteres y líneas llenas de líquido y transductores de presión externos para la medición de la presión intravesical y abdominal, debido a su precisión y características propias que facilitan su uso en la estandarización de la presión cero y la altura de referencia. Se recomienda seguir en forma estricta esta estandarización, ya que es la única forma de poder comparar los registros de presión entre los diferentes pacientes y centros de estudio<sup>(1)</sup>.

La presión cero es la presión atmosférica circundante; cuando el transductor está abierto directamente al medio ambiente se debe realizar el “balance” o “cero”. Se define la altura de referencia como el borde superior de la sínfisis pubiana; es el nivel al cual se deben poner los transductores de modo que todas las presiones registradas tengan el mismo componente hidrostático. De esta forma la posición del catéter en la vejiga no tiene efecto en la medición de la presión. A menudo se argumenta que este hecho

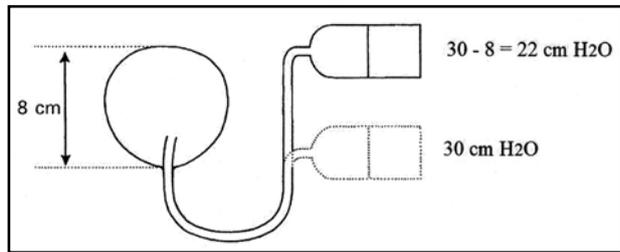
no hace diferencia en la presión del detrusor (parámetro más relevante) si se introduce el mismo error a la medición de la presión vesical y abdominal. Sin embargo, la presión hidrostática es real e importante y muchos aspectos del control de calidad se basan en su adecuada medición. Además, algunas mediciones se hacen en la presión intravesical y no en la presión del detrusor (por ejemplo, la presión de punto de escape con valsalva, VLPP)<sup>(1)</sup>. Conviene recalcar que cualquier cambio de posición del paciente requiere un ajuste inmediato del transductor a la altura de referencia. La Figura 4 muestra cómo cambia la medición de la presión al variar la posición de los transductores externos<sup>(3)</sup>.

### Control de calidad de las señales de presión y resolución de problemas en la medición

Antes de comenzar el estudio urodinámico es muy importante observar y probar cuidadosamente las señales de presión de modo de corregir cualquier problema. El primer objetivo es evitar artefactos



**Figura 3.** Flujo máximo corregido. Uroflujometría de disco giratorio: el flujo máximo no corregido es 36 ml/s, el volumen orinado es 390 ml sin residuo postmiccional. Se recomienda suavizar la curva de flujo a ojo, trazando una línea continua de tal forma que en cada período de 2 segundos no haya cambios rápidos de éste: el flujo máximo corregido no supera los 30 ml/s.



**Figura 4.** Los transductores de presión externos miden la presión de acuerdo a su posición en relación a la vejiga, sin importar la posición de la punta del catéter. Si a nivel de la sínfisis pubiana el transductor registra 30 cm de agua, al elevarlo 8 cm registrará 22 cm de agua<sup>(3)</sup>.

y el segundo, corregir sus causas inmediatamente cuando se producen. Si las señales son perfectas al comienzo generalmente se mantienen así sin la necesidad de intervenciones mayores<sup>(2)</sup>.

Los siguientes criterios forman parte de las recomendaciones para asegurar el control de calidad de las señales de presión:

1. Confirmar que los valores de reposo de la presión abdominal e intravesical estén dentro de un rango típico: posición supina 5-20 cm de agua, posición sentada 15-40 cm de agua, posición de pie 30-50 cm de agua (Tabla 1)<sup>(1,3,4)</sup>.
2. Corregir las alteraciones iniciales de la presión del detrusor: generalmente las presiones abdominal e intravesical son casi idénticas, por lo que la presión del detrusor inicial es cero o cercana a cero. El documento de buenas prácticas urodinámicas de la ICS cita a Liao y cols. encontró presiones del detrusor iniciales entre 0 y 6 cm de agua en el 80%

**Tabla 1. Rangos típicos de los valores de reposo de la presión abdominal y vesical**

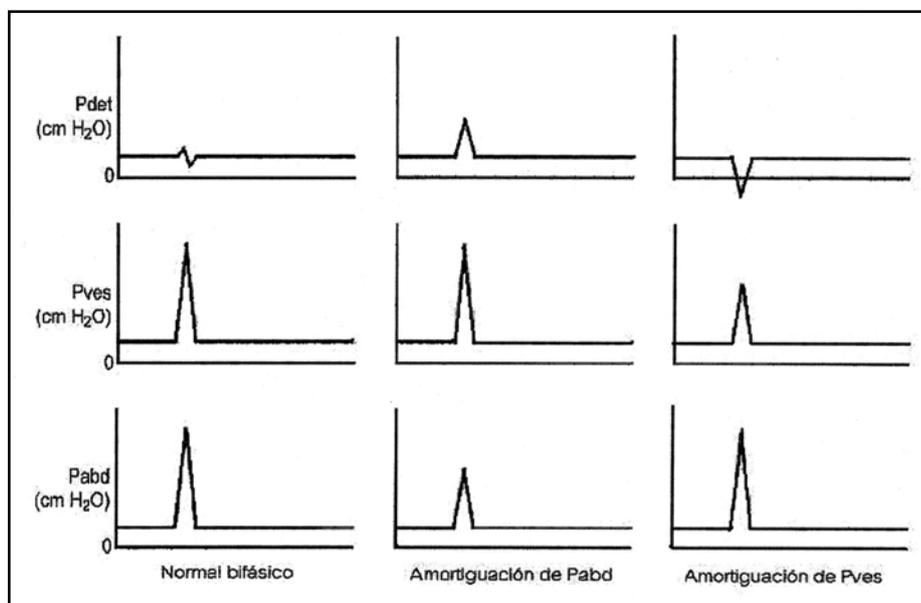
Posición	Presión (cm de agua)
Supina	5 – 20
Sentada	15 – 40
De pie	30 – 50

de los casos, con casos raros de hasta 10 cm de agua<sup>(1)</sup>. Sin embargo, se puede aceptar una presión del detrusor inicial de entre -5 y 15 cm de agua<sup>(2)</sup>.

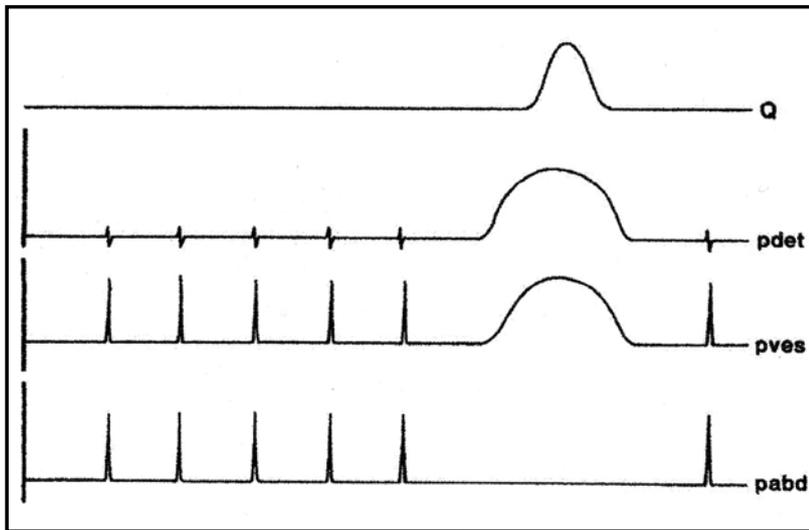
- a. Una presión del detrusor muy alta: i) se puede deber a que la presión abdominal está muy baja, ya sea porque el catéter rectal o sus conexiones están obstruidas o dobladas, porque tienen burbujas de aire o tienen una pérdida de líquido. Se debe lavar el sistema y excluir acodaduras y pérdidas de líquido; ii) se puede deber a que la presión intravesical está muy alta, ya sea porque el catéter vesical se desplazó al esfínter uretral o porque éste o sus conexiones están dobladas. Se debe descartar acodaduras y ajustar su posición si es necesario.
- b. Una presión del detrusor negativa: i) se puede deber a que la presión abdominal está muy alta, ya sea porque el catéter rectal se desplazó o está apoyado a la pared rectal, o bien, porque el catéter o sus conexiones están doblados. Se debe chequear su posición y excluir acodaduras. Además el balón rectal puede estar sobre distendido, en cuyo caso

se debe drenar algunas gotas de fluido del sistema o hacer un hoyo en el balón para remover el exceso de líquido; ii) se puede deber a que la presión intravesical está muy baja, ya sea porque el catéter o sus conexiones están obstruidas o acodadas o porque tienen burbujas de aire o tienen una pérdida de líquido. Se debe lavar el sistema y excluir acodaduras y pérdidas de líquido. Cabe recordar en este punto que el aire es compresible por lo que su presencia en el sistema de medición amortigua (disminuye) el registro de presión<sup>(1,3,4)</sup>.

3. Confirmar que las señales de presión abdominal e intravesical estén “vivas”, con pequeñas variaciones causadas por la respiración o el habla, similares en ambas, las cuales no deben aparecer en la presión del detrusor<sup>(1,3,4)</sup>.
4. Habiendo asegurado que las presiones de reposo están dentro del rango típico, se debe evaluar la transmisión de las presiones e identificar y corregir cualquier amortiguación en el registro. Esto se hace pidiendo al paciente que tosa; tanto la presión abdominal como la intravesical deben responder de igual forma con un ascenso



**Figura 5.** Transmisión de las presiones. Izquierda: buena transmisión y sustracción sin amortiguación. Centro: amortiguación de la presión abdominal. Derecha: amortiguación de la presión vesical<sup>(4)</sup>.



**Figura 6.** Control de calidad: durante el examen se le pide al paciente que tosa al comienzo, cada un minuto durante el llene y después de orinar para asegurar que no se han desplazado los catéteres durante el examen.

y descenso brusco sin afectarse la presión del detrusor. Un registro bifásico, simétrico, de baja amplitud en la presión del detrusor también es considerado normal (debido a un retardo de registro en los 2 transductores); sin embargo, cualquier ascenso o descenso de la presión del detrusor sugiere amortiguación en el registro de las presiones en el sistema abdominal o intravesical respectivamente<sup>(1,3,4)</sup> (Figura 5).

5. Se debe evaluar la transmisión de las presiones y la amortiguación en el registro con el uso de la tos: a) al comienzo y final de cada estudio, b) cada 1 minuto durante todo el estudio, c) antes y después de cada evento mayor, tales como cambios de posición, escapes de orina y micción (por posibilidad de desplazamientos de los catéteres) (Figura 6). Generalmente el problema de la amortiguación ocurre en el sistema que menos se desvía con la tos y debe ser corregido de inmediato, habitualmente lavando las líneas<sup>(1,3,4)</sup>.
6. La presencia de cambios bruscos de la presión sugieren que ya sea el catéter rectal o vesical se ha desplazado. Se pueden salir completamente, produciendo que la lectura de presión caiga en forma dramática o se pueden mover a un área de mayor presión, por ejemplo, cuando el

catéter intravesical se desliza desde la vejiga al esfínter uretral. Se deben reposicionar a la brevedad o cambiar si han caído a una zona no estéril (Figura 7).

#### EL PROBLEMA DEL RETRASO DEL FLUJO

Normalmente no existe tiempo de retraso entre la presión intravesical y el flujo urinario en la zona de control de flujo del paciente. El análisis de la información del estudio flujo – presión requiere que el registro de la señal de presión y flujo estén sincronizadas. Sin embargo, como el flujo se registra fuera de la uretra, éste presenta un tiempo de retraso, el cual aumenta aún más por la distancia entre el meato uretral externo y el flujómetro. Además sabemos que nuestro entendimiento sobre la dinámica de los cambios del flujo urinario se ve más limitado por la lenta respuesta de la mayoría de los uroflujómetros que puede ser insuficiente para calzar con la dinámica de las señales de presión que son mucho más rápidas. Cuando se analizan los estudios flujo-presión se debe considerar una corrección del tiempo de retraso del flujo de entre 0,5 y 2 segundos, lo cual puede ser más importante cuando existen cambios rápidos en las presiones y el flujo (Figura 8)<sup>(5)</sup>. El tiempo de retraso entre el cierre de la uretra y el término de todo

registro de flujo urinario puede ser mucho mayor, especialmente en la obstrucción prostática, que entre la apertura de la uretra y el inicio de la medición del flujo. Es por esto que se recomienda el uso de una terminología más descriptiva para sincronizar los valores de presión y flujo, tal como presión de detrusor a la cual comienza el flujo en vez de presión del detrusor de apertura y presión del detrusor a la cual termina el flujo en vez de presión de detrusor de cierre<sup>(1)</sup>.

### OTRAS CONSIDERACIONES EN LA ESTANDARIZACIÓN

Durante la cistometría de llene es muy importante especificar y estandarizar los siguientes aspectos:

1. Velocidad de infusión: se considera velocidad de infusión fisiológica cuando es menor al resultado de dividir por 4 el peso corporal del paciente en kilos, expresado en ml/min, cualquier mayor velocidad de infusión es considerada no fisiológica<sup>(6)</sup>.
2. Temperatura del medio a infundir (ambiental o corporal).
3. Posición del paciente (decúbito supino, sentado o de pie) y
4. Métodos utilizados para la provocación de hiperactividad del detrusor (velocidad de infusión rápida, uso de medio de infusión frío, cambios de posición, lavado de manos, tos o pujo abdominal, oír correr agua)<sup>(1,3,4)</sup>.

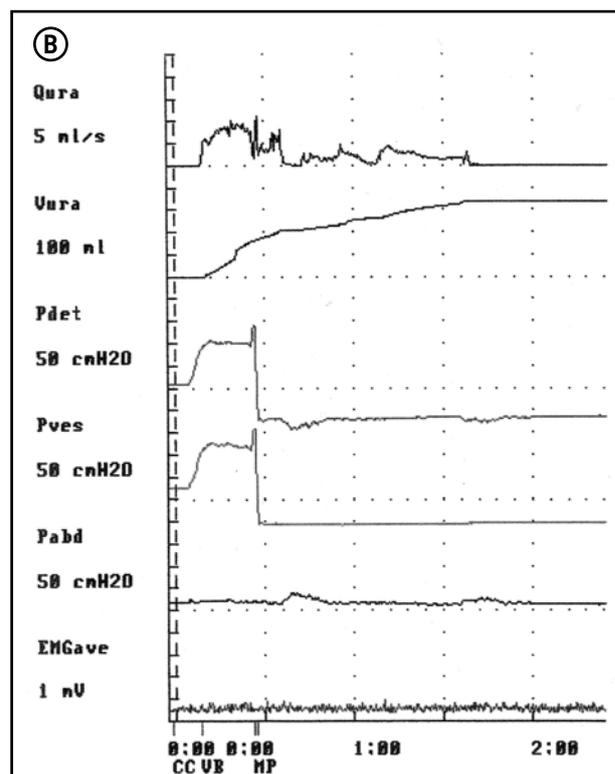
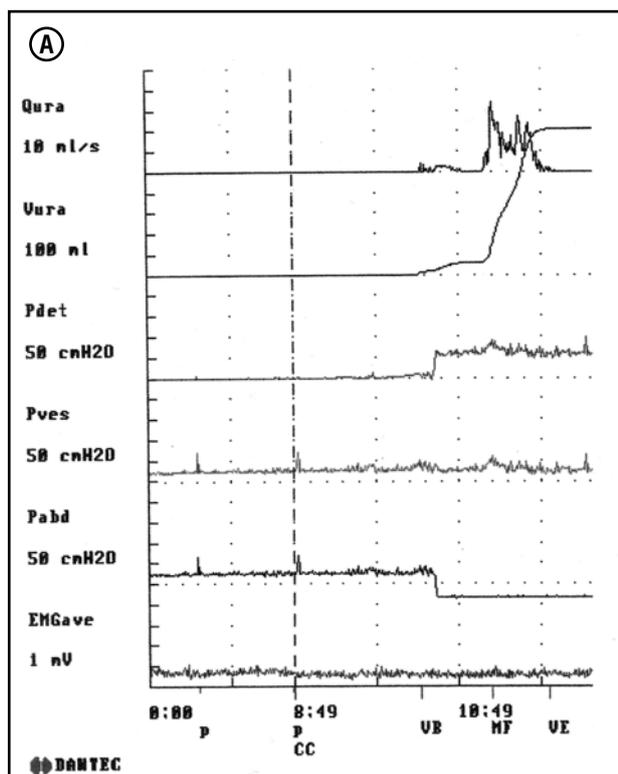
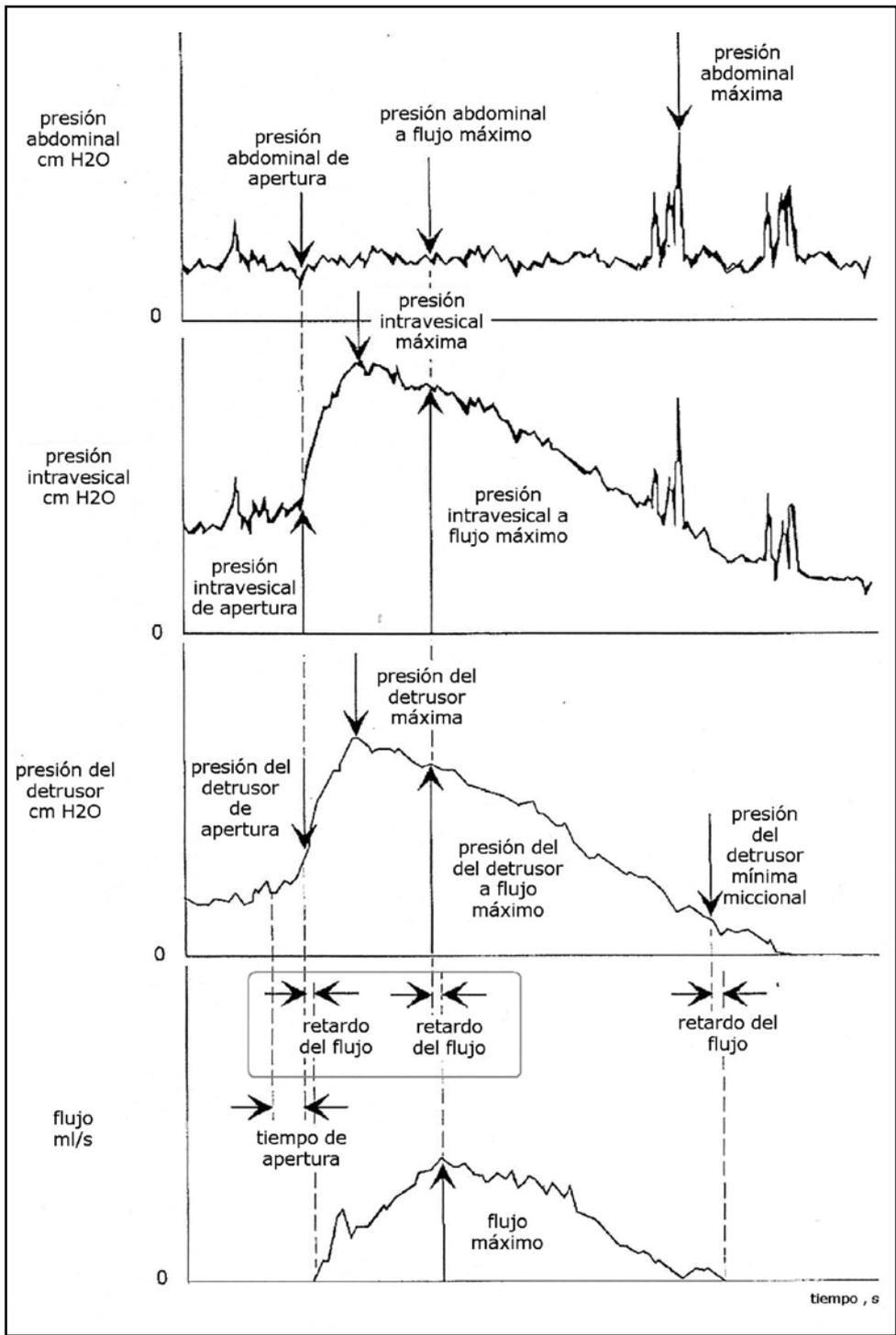


Figura 7.

- A. Desplazamiento total del catéter rectal que produce una brusca disminución de la presión abdominal y un brusco aumento de la presión del detrusor.
- B. Desplazamiento total del catéter vesical que produce una brusca disminución de las presiones vesical y del detrusor. Si ocurre después de logrado el flujo máximo, generalmente no requiere repetir el estudio.



**Figura 8.** Retardo del flujo: tiempo entre un cambio de la presión de la vejiga y el correspondiente cambio en el registro del flujo urinario (nomenclatura del estudio flujo – presión de la micción según la ICS)<sup>(5)</sup>.

**CONCLUSIÓN**

Los estudios urodinámicos invasivos sólo deben realizarse con una indicación precisa, es decir, habiendo formulado una “pregunta urodinámica”

específica. Existen algunas recomendaciones claves para llevarlos a cabo:

- a) Un buen estudio urodinámico debe realizarse en forma interactiva con el paciente, estable-

- ciendo con él si los síntomas se reprodujeron durante el examen;
- b) Debe haber una observación cuidadosa y continua de las señales a medida que son obtenidas y una evaluación continua de la verosimilitud de ellas y
- c) Se debe evitar los artefactos, los cuales deben ser corregidos de inmediato, ya que siempre es difícil y a menudo imposible corregirlos durante un análisis retrospectivo. Sólo de esta forma podremos cumplir nuestro objetivo.

## REFERENCIAS

1. Schäfer W, Abrams P, Liao L, Mattiasson A, Pesce F, Spangberg A *et al.* Good urodynamic practices: uroflowmetry, filling cystometry, and pressure-flow studies. *Neurourol Urodyn* 2002;21:261-74.
2. Drinnan M, Griffiths C, Hosker G. Basic principles of urodynamic measurements. Regional Medical Physics Department. Freeman Hospital, Newcastle Upon Tyne, United Kingdom 2004.
3. Abrams P. Urodynamics, third edition. London: Springer-Verlag, 2006.
4. Chapple Cr, MacDiarmid SA, Patel A. Urodynamics made easy, third edition. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2009.
5. Griffiths DJ, Höfner K, van Mastrigt R, Rollema HJ, Spangberg A, Gleason DM. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: pressure-flow studies of voiding, urethral resistance and urethral obstruction. *Neurourol Urodyn* 1997;16:1-18.
6. Abrams P, Cardozo L, Fall M, Griffiths D, Rosier P, Ulmsten U *et al.* The standardisation of terminology in lower urinary tract function. *Neurourol Urodyn* 2002;21: 67-78.

### CORRESPONDENCIA



Dr. Juan Pablo Valdevenito Sepúlveda  
Unidad de Urodinamia, Servicio Urología  
Hospital Clínico Universidad de Chile  
Santos Dumont 999, Independencia, Santiago  
Fono: 978 8510  
E-mail: [jpvaldevenito@redclinicuchile.cl](mailto:jpvaldevenito@redclinicuchile.cl) /  
[jpvaldevenito@yahoo.com](mailto:jpvaldevenito@yahoo.com)