

# Uroflujometría: Estudio del Flujo de la Orina. Revisión Bibliográfica

Juan Pablo Valdevenito S.<sup>(1)</sup>, Nicolás Martínez<sup>(2)</sup>, Gonzalo Valdevenito<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Unidad de Urodinamia, Servicio de Urología, HCUCb.

<sup>(2)</sup>Alumno Medicina Universidad de Chile.

<sup>(3)</sup>Alumno Medicina Universidad Austral de Chile.

## RESUMEN

La uroflujometría es un estudio no invasivo del tracto urinario inferior que entrega información objetiva del flujo urinario, resultado final de la micción. Cuando es normal, permite descartar razonablemente obstrucción urinaria baja y alteración de la contractilidad vesical. Los parámetros más utilizados en este examen son el volumen orinado, el flujo máximo, el flujo promedio y el patrón de la curva de flujo. Los valores normales dependen del volumen orinado, del sexo y la edad del paciente. Para su interpretación se han utilizado diferentes nomogramas, dentro de los cuales destacamos el de Liverpool. Finalmente, el patrón de la curva de flujo puede orientar hacia una patología determinada sin ser fidedigno.

## SUMMARY

*Uroflowmetry is a noninvasive lower urinary tract study that provides objective information of the urine flow, final result of urination. If it is normal bladder outlet obstruction and impaired bladder contractility can reasonably be discarded. Most used parameters in this examination are voided volume, maximum flow rate, average flow rate and flow-curve pattern. Normal values depend on patient's voided volume, sex and age. Different nomograms have been used for their interpretation, within them we highlight Liverpool's. Finally, the flow-curve pattern can guide to an underlying disease but it isn't reliable.*

Recibido 10/02/2006 | Aceptado 10/05/2006

## INTRODUCCIÓN

La urodinamia permite la evaluación directa de la función del tracto urinario inferior (TUI) a través de la medición de diferentes parámetros e incluye la uroflujometría, la cistometría, el estudio flujo-presión, la electromiografía perineal y el perfil uretral entre otros exámenes. La uroflujometría (UFM) es un estudio de primera línea en la evaluación de pacientes con sospecha de disfunción del TUI, que entrega información

cuantitativa objetiva. Corresponde a un estudio no invasivo simple y barato, que permite determinar las características del flujo urinario, el cual es el resultado final de la micción. Cuando es normal permite descartar razonablemente la presencia de obstrucción urinaria baja y de disminución de la contractilidad vesical. Además de su utilidad en la evaluación inicial de los pacientes es adecuado para determinar la progresión de una enfermedad y para evaluar el resultado de un tratamiento.

## TIPOS DE UROFLUJÓMETROS

Las primeras mediciones del flujo urinario fueron hechas por Rehfisch en 1897 con un instrumento que usaba el principio de desplazamiento de aire<sup>(1)</sup>. Actualmente existen varios uroflujómetros disponibles, los cuales utilizan diferentes principios, siendo tres de éstos los más usados<sup>(2-6)</sup>:

1. de peso: usa transductores de peso que miden la masa de orina y de esta forma el volumen emitido; calculan el flujo urinario en forma electrónica por diferencia en función del tiempo; la medición no se afecta por el sitio de impacto del chorro de orina; es sensible a distorsiones mecánicas (golpes y vibraciones).
2. de disco giratorio: tiene un disco que gira a una velocidad constante; la inercia de la orina que cae sobre él tiende a retardar la rotación; la diferencia de poder necesaria para mantener constante la rotación es proporcional al flujo urinario; la señal de flujo es integrada electrónicamente para registrar el volumen orinado; mide directamente el flujo urinario y no se afecta por distorsiones mecánicas.
3. de capacitancia: tiene un indicador de nivel ("dip-stick") montado en un colector de orina que disminuye su capacitancia en forma proporcional a medida que se acumula la orina; esta señal es diferenciada electrónicamente y la tasa de cambio de volumen da el flujo urinario; es más barato.

En el caso de los uroflujómetros de peso y 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 en hasta un 10%<sup>(7)</sup>.

## TÉCNICA DEL EXAMEN

El objetivo de la UFM es registrar una micción representativa de la forma habitual en que orina

un paciente, por lo que es frecuente tener que repetirla. Si se combina con otros estudios urodinámicos, se sugiere practicarla antes de cualquier uso de sonda urinaria, ya que esta instrumentación puede alterar los resultados<sup>(8,9)</sup>. Debe efectuarse en privado, con el mínimo ruido ambiental, el hombre en posición de pie y la mujer en posición sentada. Se le pide al paciente que orine de la forma más natural posible, estando éste con un deseo "normal" de orinar. Al final del examen se debe preguntar al paciente: a) si hizo pujo abdominal para iniciar o mantener el chorro miccional, b) si sintió que la vejiga se vació completamente y c) si la micción fue mejor, igual o peor que lo habitual. Idealmente el estudio debe complementarse con la medición del volumen de orina residual postmiccional, ya sea en forma ecográfica o instrumental (cateterismo vesical).

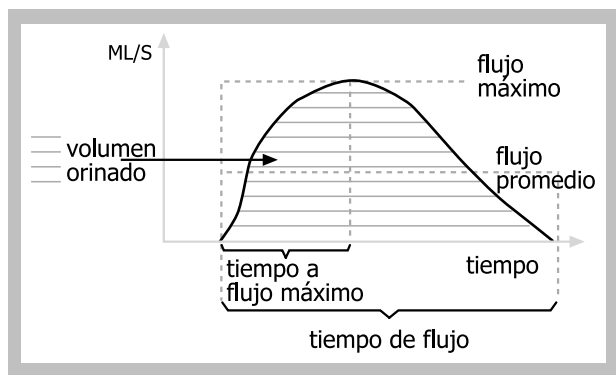
Existen varias razones por las cuales un paciente puede presentar un flujo urinario no representativo: 1) Inhibición psicológica: el temor o la ansiedad puede dar origen a una inhibición de la contracción de la vejiga, a una mayor actividad del músculo perineal (esfínter) o a ambas cosas, lo cual puede producir un flujo bajo o intermitente e incluso la incapacidad de orinar. 2) Uso de pujo abdominal para iniciar o aumentar el flujo urinario, en ocasiones como el resultado del deseo del paciente de cooperar con el estudio cuando factores psicológicos están evitando el inicio de la micción. Otras veces el paciente usa el pujo abdominal con intención de mejorar un flujo alterado crónicamente. Este pujo abdominal puede reconocerse en la curva de flujo como aumentos abruptos de flujo de corta duración. 3) Instrumentación uretral reciente. Así mismo existen causas de alteración del registro una vez emitido el chorro urinario: a) Interferencia entre el chorro urinario y el embudo colector. b) Movimientos del chorro urinario en la pared del embudo del uroflujómetro y c) Movimientos del propio paciente mientras orina.

## RESULTADOS DE LA UROFLUJOMETRÍA

La UFM mide el volumen de orina emitido por unidad de tiempo y se registra en forma gráfica como flujo versus tiempo. La curva de flujo urinario se caracteriza principalmente por la forma del trazado, por el flujo máximo, por el tiempo al flujo máximo y por el tiempo de flujo<sup>(10)</sup>. La ICS (Sociedad de Continencia Internacional) recomienda que la escala gráfica del trazado de una UFM 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>(7)</sup>.

Los parámetros del flujo urinario más comúnmente medidos son los siguientes (Figura 1):

1. volumen orinado: volumen total de orina expedido por la uretra;
2. tiempo de micción: tiempo en que ocurre toda la micción; tiene una relación lineal con el volumen orinado;
3. tiempo de flujo: tiempo en que efectivamente se mide flujo; cuando la micción es completa, sin interrupciones, el tiempo de flujo es igual al tiempo de micción.
4. flujo máximo ( $Q_{\text{máx}}$ ): es el máximo flujo registrado después de la corrección de artefactos; se afecta predominantemente por el volumen vesical inicial; es el mejor parámetro que se correlaciona con el grado de obstrucción;



**Fig. 1** Diagrama de una curva de flujo continuo (Modificado de Referencia 10)

5. flujo promedio ( $Q_{\text{prom}}$ ): es el volumen orinado dividido por el tiempo de micción;
6. tiempo al flujo máximo: tiempo transcurrido entre el inicio del flujo hasta lograr el flujo máximo; en un individuo normal corresponde aproximadamente a un tercio del tiempo de micción.

La fórmula “flujo máximo/tiempo a flujo máximo” permite describir la aceleración del flujo desde el inicio de la micción al flujo máximo.

La lectura electrónica de las variables de la UFM ha introducido dificultades en su interpretación. Cuando se interpreta una curva en forma crítica se puede desatender espigas insignificantes o artefactos obvios en el trazado. Se sugiere que para que un flujo máximo sea válido debe durar al menos 2 segundos<sup>(11)</sup>. Algunos estudios describen menores valores de flujo máximo al comparar la medición hecha en forma visual en relación a la hecha en forma automática<sup>(12,13)</sup>. Grino y cols. reportan que los valores de flujo máximo obtenidos visualmente, en promedio, son 1,5 ml/seg menores que aquellos obtenidos en forma automática y que en un 20% de los casos existen artefactos que causan diferencias de 2 ml/seg o más entre la medición visual y automática<sup>(12)</sup>.

## VALORES NORMALES

Para evaluar la normalidad de un flujo urinario se debe considerar el volumen orinado, el sexo y la edad del paciente<sup>(2-5)</sup>. El flujo urinario depende en forma importante del volumen orinado. Cuando el detrusor de la vejiga se distiende logra un desempeño óptimo, pero si se sobre distiende pierde su eficiencia. Los flujos urinarios son más altos y predecibles en el rango de 200 a 400 ml orinados<sup>(2)</sup>. Generalmente se acepta un volumen orinado de 150 – 200 ml ó superior para interpretar en forma adecuada una UFM<sup>(2,4,5)</sup>. En el hombre, los flujos urinarios son más bajos que en la mujer y el flujo máximo disminuye con

la edad, situación que es menos evidente en la mujer<sup>(2,4,5)</sup>.

En la práctica clínica la definición de normalidad se puede considerar de dos formas: La manera más simple es considerar un flujo mínimo aceptable para determinado sexo y edad, lo cual requeriría un volumen orinado sobre los valores antes nombrados, de modo minimizar la dependencia a este último factor. En general en el hombre un flujo máximo mayor de 15 ml/seg es considerado normal y uno menor de 10 ml/seg anormal. En la mujer se considera como normal un flujo máximo mayor o igual a 20 ml/seg<sup>(4)</sup>. Se debe tener en cuenta que muchos pacientes con trastornos de la micción no logran orinar dichos volúmenes: Reynard y cols. describen que un 25% de pacientes con hiperplasia prostática sintomática presentan un volumen orinado menor de 150 ml y de igual forma la UFM puede aportar información diagnóstica útil<sup>(14)</sup>. Otra forma de considerar normalidad es usar nomogramas de flujo máximo y promedio versus volumen orinado o volumen vesi-

cal, teniendo en consideración el sexo y la edad del paciente (Tablas 1 y 2)<sup>(15-19)</sup>. Von Garrelts, con mediciones obtenidas con un flujómetro de peso, construyó 3 nomogramas de flujo máximo versus volumen orinado, para hombres menores de 25 años, entre 25 y 50 años y mayores de 50 años<sup>(15)</sup>. Drach y cols. publicaron 3 nomogramas de flujo máximo versus edad para volúmenes orinados entre 150 y 299 ml, entre 300 y 449 ml y entre 450 y 600 ml, describiendo zonas de flujo normal, de superposición y anormal, con datos obtenidos en micciones repetidas de un número no indicado de hombres normales y patológicos<sup>(16)</sup>. Siroky y cols., con múltiples mediciones obtenidas con un flujómetro de peso en 80 hombres normales, construyeron nomogramas de flujo promedio y flujo máximo versus volumen vesical (volumen vesical = volumen orinado + volumen residual), expresando los resultados anormales bajo 2 desviaciones estándar de la media; por considerar el volumen vesical en su confección la aplicación del volumen orinado llevará a sobrevalorar el flujo en pacientes con orina residual postmiccional<sup>(17)</sup>.

**Tabla 1. Nomogramas en hombres<sup>(15-17,19)</sup>**

Autor	N° pacientes	Parámetros	Rango volumen orinado (ml)	Rango de edades (años)
von Garrelts 1957	125, normales	flujo máximo vs volumen orinado	0 - 450	?
Drach 1979	?	flujo máximo vs. volumen orinado	150 - 299 300 - 449 450 - 600	9 - 74
Siroky 1979	80, normales	flujo máx y prom vs. volumen vesical	50 - 500	?
Haylen 1989	331, normales	flujo máx y prom vs. volumen orinado	15 - 600	16 - 64

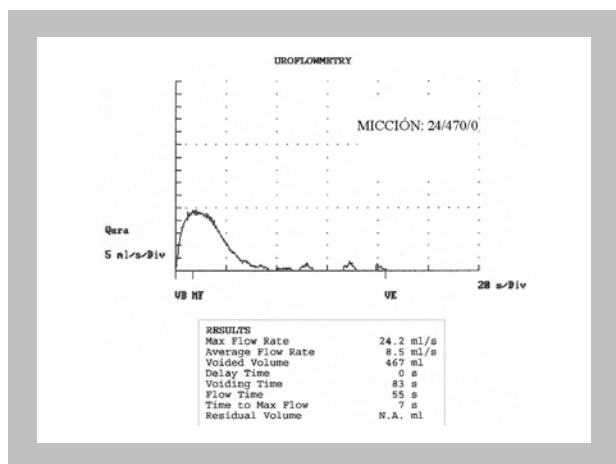
**Tabla 2. Nomogramas en mujeres<sup>(18,19)</sup>**

Autor	N° pacientes	Parámetros	Rango volumen orinado (ml)	Rango de edades (años)
Backman 1965	151, normales	flujo máximo vs. volumen orinado	50 - 400	?
Haylen 1989	249, normales	flujo máx y prom vs. volumen orinado	15 - 600	16 - 63

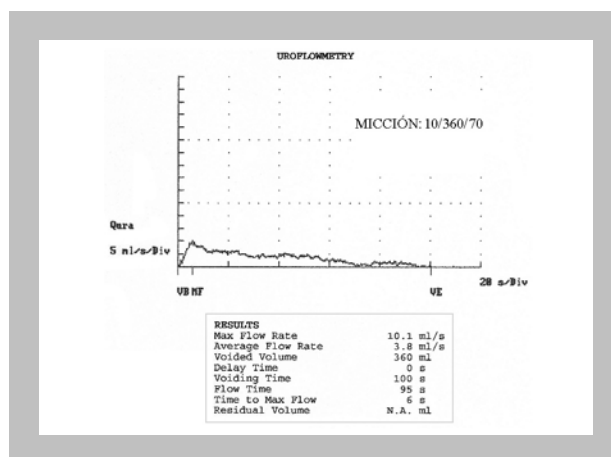
Backman, con datos obtenidos con un flujómetro de peso, construyó 3 nomogramas de flujo máximo versus volumen orinado, para mujeres menores de 25 años, entre 25 y 50 años y mayores de 50 años<sup>(18)</sup>. Finalmente, Haylen y cols., con mediciones obtenidas con un flujómetro de disco giratorio en 331 hombres y 249 mujeres normales, construyeron nomogramas de flujo máximo y promedio versus volumen orinado expresados en percentiles, para hombres menores de 50 años, hombres de 50 y mas años y mujeres sin distinción de edad (nomogramas de Liverpool)<sup>(19)</sup>.

### PATRONES DE CURVAS

Como ya se ha dicho antes, además de los datos numéricos de la UFM, es importante la forma del trazado obtenido. La curva de flujo normal es continua y tiene una forma de campana con leve (a moderada) asimetría entre la vertiente ascendente y descendente (Figura 2). Se han descrito patrones de curvas que pueden orientar a determinadas alteraciones de la micción, sin embargo su interpretación suele presentar dificultades importantes: van de Beek y cols. describen que un grupo representativo de urólogos, al evaluar diferentes UFM, logra una concordancia con el diagnóstico definitivo en sólo un 36% de los casos<sup>(20)</sup>.



**Fig. 2** Curva de flujo normal, lectura electrónica y resumen según formato de la ICS



**Fig. 3** Curva de crecimiento prostático, lectura electrónica y resumen según formato de la ICS

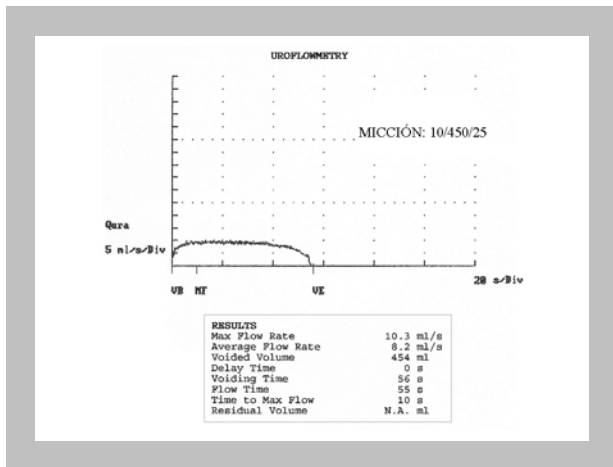
Tipos de curvas:

- de crecimiento prostático: curva continua, asimétrica por vertiente descendente aplanada y prolongada (Figura 3).
- de estenosis uretral: curva continua en que rápidamente se llega a flujo máximo y se mantiene ahí (plana) gran parte del volumen orinado (Figura 4).
- de disminución de la contractilidad vesical: curva continua y aplanada pero relativamente simétrica por prolongación del tiempo al flujo máximo (Figura 5).
- disinergia detrusor – esfínter: curva continua o discontinua con importantes fluctuaciones del flujo (Figura 6).

Como se ha explicado previamente, curvas no representativas que presentan cambios rápidos del flujo urinario pueden deberse a inhibición psicológica, a uso de pujo abdominal o a movimientos del chorro urinario en las paredes del embudo del uroflujómetro.

### INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

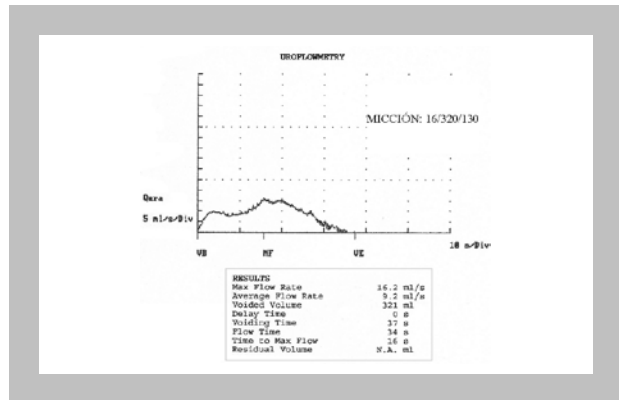
La UFM sola es insuficiente para diferenciar la obstrucción urinaria baja verdadera de la disminución de la contractilidad vesical. Chancellor y cols. no encontraron diferencias en ocho parámetros de la UFM al comparar pacientes con estas dos entidades clínicas<sup>(21)</sup>.



**Fig. 4** Curva de estenosis uretral, lectura electrónica y resumen según formato de la ICS

Si bien los nomogramas han permitido neutralizar las diferencias en el volumen orinado y valorar los resultados en relación a la población normal, no son *per se* suficientes para descartar obstrucción urinaria baja. Haylen y cols., utilizando sus propios nomogramas (de Liverpool), propusieron en el hombre al percentil 25 como límite inferior normal, tanto para el flujo máximo como el flujo promedio; bajo el percentil 25 la sensibilidad para detectar correctamente la obstrucción fue de 69 y 81% para el flujo máximo y promedio respectivamente; si se agrega a lo anterior la presencia de volumen de orina residual postmiccional mayor de 50 ml, la sensibilidad aumenta a 86 y 91% respectivamente. En la mujer, propusieron como límite normal el percentil 10, tanto en flujo máximo como en flujo promedio, bajo el cual se identificarían aquellas pacientes con alto riesgo de presentar alteraciones miccionales<sup>(22)</sup>.

Por otro lado, el estudio multicéntrico de la Sociedad de Continencia Internacional sobre hiperplasia prostática benigna que incluye 1271 pacientes (ICS-“BPH” Study), aplicando el método de Schäfer para el diagnóstico de obstrucción<sup>(23)</sup>, encontró que la UFM aporta elementos en la evaluación de pacientes sintomáticos con disfunción del TUI, aunque no puede reemplazar al estudio flujo-presión en el diagnóstico de obstrucción

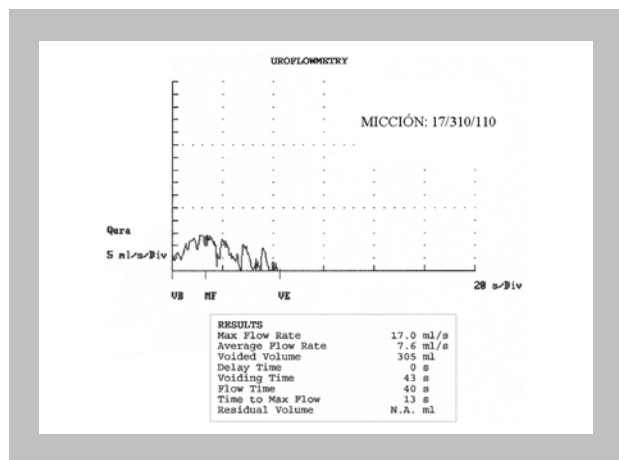


**Fig. 5** Curva de disminución de la contractilidad vesical, lectura electrónica y resumen según formato de la ICS

urinaria baja. La sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y I-valor predictivo negativo para predecir obstrucción urinaria baja con un nivel de corte de flujo máximo menor de 10 ml/segundo y menor de 15 ml/segundo se muestran en la Tabla 3<sup>(14)</sup>.

## RECOMENDACIONES DE LA SOCIEDAD DE CONTINENCIA INTERNACIONAL

La Sociedad de Continencia Internacional (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<sub>máx</sub> corregido. Si el Q<sub>máx</sub> no es corregido (Q<sub>máx,raw</sub>) debe especificarse detalladamente el tipo de uro-



**Fig. 6** Curva de disineria detrusor-esfínter, lectura electrónica y resumen según formato de la ICS

flujómetro utilizado para su adecuada interpretación. Además se recomienda que el Q<sub>máx</sub> sea redondeado al número entero más cercano (por ej. un registro de 10,25 ml/s a 10 ml/s) y el volumen orinado a los 10 ml más cercanos (por ej. un volumen orinado de 342 ml a 340ml). Finalmente sugiere documentar el Q<sub>máx</sub> 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>(7)</sup>.

**Tabla 3. Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y 1- Valor predictivo negativo (1-VPN) del Q<sub>máx</sub> para predecir obstrucción urinaria baja<sup>(14)</sup>**

	Q <sub>máx</sub> < 10 ml/seg	Q <sub>máx</sub> < 15 ml/seg
Sensibilidad	47%	82%
Especificidad	70%	38%
Valor predictivo positivo	70%	67%
1- Valor predictivo negativo	54%	42%

## REFERENCIAS

1. Rehfish E. Über den Mechanismus des Harnblasenverschlusses und der Harnentleerung. Virchow Arch Path Anat 1897; 150: III-51.
2. Abrams P, Feneley R, Torrens M. Urodynamics. Berlin: Springer-Verlag, 1983.
3. Siroky MB. Interpretation of urinary flow rates. Urol Clin North Am 1990; 17: 537-42.
4. Jorgensen JB, Jensen KM-E. Uroflowmetry. Urol Clin North Am 1996; 23: 237-42.
5. Webster GD, Guralnick ML. The neurourologic evaluation. En: Walsh PC, ed. Campbell's urology, eighth edition. Philadelphia: Saunders, 2002; págs. 900-930.
6. Rollema HJ. Uroflowmetry. En: Krane RJ, Siroky MB, ed. Clinical Neuro-urology, second edition. Boston: Little, Brown and Company, 1991; págs. 201-44.
7. Schäfer W, Abrams P, Liao L, Mattiasson A, Pesce F, Spangberg A y cols. Good urodynamic practices: uroflowmetry, filling cystometry, and pressure-flow studies. Neurourol Urodyn 2002; 21: 261-74.

8. Tessier J, Schick E. Does urethral instrumentation affect uroflowmetry measurements? *Br J Urol* 1990; 65: 261-3.
9. Issa MM, Chun T, Thwaites D, Bouet R, Hall J, Miller LE y cols. The effect of urethral instrumentation on uroflowmetry. *BJU Int* 2003; 92: 426-8.
10. Second report on the standardisation of terminology of lower urinary tract function. *Br J Urol* 1977; 49: 207-10.
11. Kaplan SA, Te AE. Uroflowmetry and urodynamics. *Urol Clin North Am* 1995; 22: 309-20.
12. Grino PB, Bruskewitz R, Blaivas JG, Siroky MB, Andersen JT, Cook T y cols. Maximum urinary flow rate by uroflowmetry: automatic or visual interpretation. *J Urol* 1993; 149: 339-41.
13. Jorgensen JB, Mortensen T, Hummelose M, Sjorslev J. Mechanical versus visual evaluation of urinary flow curves and patterns. *Urol Int* 1993; 51: 15-8.
14. Reynard JM, Yang Q, Donovan JL, Peters TJ, Schafer W, de la Rosette JJMCH y cols. The ICS-BPH study: uroflowmetry, lower urinary tract symptoms and bladder outlet obstruction. *Br J Urol* 1998; 82: 619-23.
15. Von Garrelts B. Micturition in the normal men. *Acta Chir Scand* 1957; 114: 197-210.
16. Drach GW, Layton TN, Binard WJ. Male peak urinary flow rate: relationships to volumen voided and age. *J Urol* 1979; 122: 210-4.
17. Siroky MB, Olsson CA, Krane RJ. The flow rate nomogram: I. Development. *J Urol* 1979; 122: 665-8.
18. Backman KA. Urinary flow during micturition in normal women. *Acta Chir Scand* 1965; 130: 357-70.
19. Haylen BT, Ashby D, Sutherst JR, Frazer MI, West CR. Maximum and average urine flow rates in normal male and female populations – the Liverpool nomograms. *Br J Urol* 1989; 64: 30-8.
20. Van de Beek C, Stoevelaar HJ, McDonnell J, Nijs HGT, Casparie AF, Janknegt RA. Interpretation of uroflowmetry curves by urologists. *J Urol* 1997; 157: 164-8.
21. Chancellor MB, Blaivas JG, Kaplan SA, Axelrod S. Bladder outlet obstruction versus impaired detrusor contractility: the role of uroflow. *J Urol* 1991; 145: 810-2.



22. Haylen BT, Parys BT, Anyaegbunam WI, Ashby D, West CR. Urine flow rates in male and female urodynamic patients compared with the Liverpool nomograms. Br J Urol 1990; 65: 483-7.
23. Schäfer W. Basic principles and clinical application of advanced analysis of bladder voiding function. Urol Clin North Am 1990; 17: 553-66.

#### **CONTACTO**

Dr. Juan Pablo Valdevenito Sepúlveda  
Hospital Clínico Universidad de Chile  
Santos Dumont 999, Independencia, Santiago  
Fono: 978 8524  
E-mail: [jpvaldevenito@redclinicauchile.cl](mailto:jpvaldevenito@redclinicauchile.cl)

