



---

**VALOR DE LA NEUMOPLETISMOGRAFIA  
DINAMICA PENEANA EN LA  
EVALUACION DE PACIENTES CON  
DISFUNCION SEXUAL ERECTIL**

---

**Dres. Farrell, G.; Mundo, M.; Alescio, J.\***

---

**RESUMEN:** Cuando se evalúan pacientes portadores de disfunción sexual eréctil (DSE) es fundamental el estudio hemodinámico de la erección y es importante contar con un método de estudio oligotraumático y simple para cumplir este cometido. La neumopletismografía penenana dinámica (NPD) es un método complementario de diagnóstico poco invasivo, para la detección de DSE, por afectación del sistema vascular aferente del cuerpo cavernoso. La forma de la gráfica que determina está dada por los cambios de volumen peneano con cada pulsación, tomando en cuenta toda la estructura vascular y no sólo los ejes vasculares como lo hacen otros métodos de estudio, por ejemplo índice penelbraquial (IPB), doppler pulsado, sonografía duplex, etc.

Con el objeto de valorar el aporte de la NPD al estudio de la DSE, se hace una revisión crítica y retrospectiva de 50 pacientes que completaron nuestro protocolo de estudio hasta el diagnóstico etiológico.

Sobre la base de los hallazgos encontrados se analiza el valor predictivo de las variables del pulso-volumen pletismográfico, su sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de la DSE por afectación del sistema vascular aferente del cuerpo cavernoso.

(Rev. Arg. de Urol., Vol. 60, Nº 1, Pág. 7, 1995)

---

**Palabras clave:** Neumopletismografía; Disfunción sexual eréctil; Sistema vascular aferente del cuerpo cavernoso.

---

---

**INTRODUCCION**

---

La erección debe ser considerada como un evento hemodinámico complejo, controlado por el sistema neuroendocrino que actúa en su iniciación, desarrollo y resolución, a través de mediadores neuroquímicos no adrenérgicos no-colinérgicos ampliamente estudiados<sup>(6)</sup>.

El desarrollo de una erección fisiológica normal supone la permeabilidad del sistema vascular aferente del cuerpo cavernoso, la capacidad de incremento del flujo arterial ante la demanda erectiva<sup>(9,10)</sup>, la indemnidad de la

equilibrada estructura histológica del tejido eréctil y de la función contracción-relajación del músculo liso del mismo y por último, la presencia del mecanismo veno-oclusivo que posibilita la rigidez de penetración y su mantenimiento el tiempo necesario para la actividad coital<sup>(5,9)</sup>.

El estudio de cada uno de los aspectos mencionados en el párrafo anterior, constituye la "hemodinamia de la erección". Cuando se hace referencia a la etiología de la disfunción eréctil, sin duda la primera causa orgánica es la impotencia arteriogénica; nosotros, ampliando el concepto, hablaremos de alteración del sistema vascular aferente.

Se han propuesto varias técnicas para evaluar esta etiología, incruentas o poco invasivas, algunas de las cuales estudian el árbol arterial, tales como la presión sistólica de arterias peneanas, gradiente de presión penobraquial, IPB, doppler pulsado o continuo y duplex sonografía; otras evalúan el sistema vascular aferente en forma indirecta, a través del estudio funcional del tejido eréctil, co-

---

Servicio de Urología  
Clínica Modelo Morón  
Dirección Postal  
(1708) Morón - Prov. de Buenos Aires - Argentina

Aceptado para su publicación en setiembre de 1994

mo el débito cavernoso inicial, test de erección farmacológica, estimulación visual con curvas rigidométricas asociadas, índice de resistencia, actividad bioeléctrica del músculo cavernoso<sup>(2, 8, 10)</sup>.

Nuestra sistemática, asociando la fluxometría dinámica a la neumopletismografía logra evaluar la totalidad del sistema vascular aferente del cuerpo cavernoso, obteniéndose además datos indirectos sobre el estado del sistema vascular aferente.

Otros métodos son invasivos y directos como la Aorto-arteriografía y la Phalo-angiografía.

El sustrato fisiopatológico de la disfunción arteriogenica es la alteración del flujo arterial (disminución del volumen de sangre que pasa por un punto determinado de la circulación del pene en la unidad de tiempo) y/o la insuficiente respuesta ante la demanda eréctil; a esto debemos agregar las alteraciones del tejido eréctil en lo referente a una disminución de la capacidad de las células del mismo para recibir el flujo arterial, ya sea por fibrosis o disfunción del músculo liso; incluido este último factor se constituye lo que en nuestra opinión es la disfunción del sistema vascular aferente.

Las fórmulas clásicas para calcular el flujo son:  $Q = GP/R$ , donde GP es el gradiente de presión entre los extremos del vaso y R la resistencia o bien  $Q = \text{Velocidad de sangre} \times \text{diámetro del vaso}$ .

El flujo sanguíneo peneano en flacidez es de 1,5 a 4 ml/min., sirviendo a propósitos nutricionales y en erección aumenta 3 a 4 veces.

Los medidores de flujo utilizados en la medicina experimental son los rotámetros, y en la medicina clínica los flujómetros electromagnéticos, ultrasónicos y pletismográficos.

La pletismografía es el registro de los cambios de volumen por el ingreso de sangre en cada pulsación en una porción del cuerpo (miembro, dedo, pene), utilizable también en órganos internos (oncómetros) y aun en el cuerpo entero.

La pletismografía del pene puede realizarse con el aparato clásico o el automatizado.

En el caso del pletismógrafo clásico, se coloca el pene en una cámara hermética (semejante al cilindro del *Vacum*) conectada a un tambor de registro en el cual se inscribe la onda que genera cualquier cambio de volumen del pene.

El segundo método consiste en colocar un manguito de presión (neumopletismografía = NPG) que se insufla a una presión encima de la venosa y por debajo de la sistólica; los cambios de volumen son transmitidos por medio de un transductor automatizado a un equipo de registro que grabará una onda pletismográfica, y el análisis de su particular estructura permitirá sacar conclusiones respecto del flujo peneano<sup>(2, 3, 4, 7)</sup>.

Cualquier estudio hemodinámico de la erección carece de valor, si no se realiza en forma dinámica.

El objetivo de esta presentación es mostrar el valor que para nosotros tiene la NPD, como método específi-

co, sensible, oligotraumático y utilizable como *screening* para la detección de la DSE del sistema vascular aferente del cuerpo cavernoso.

## MATERIAL Y METODOS

Entre noviembre de 1992 y junio de 1994, recibimos en consulta 292 pacientes de primera vez, que manifestaban como síntoma principal disfunción eréctil. La edad promedio fue de 53 años, con un rango entre 22 y 81.

De la totalidad de los pacientes seleccionamos 50 para hacerlos objeto del presente estudio.

El criterio de selección para integrar este grupo fue el de haber completado nuestro protocolo de estudio llegando a un diagnóstico etiológico.

Dicho protocolo consiste en la confección de la historia clínica general completa, el interrogatorio sexológico dirigido, la investigación de los factores de riesgo especialmente relacionados con trastornos de la erección (diabetes, hipertensión, tabaquismo, consumo de drogas, dislipemias, tratamientos para enfermedades clínicas, etc.), estudio del perfil hormonal, test de erección farmacológica, fluxometría y neumopletismografía dinámica y test neurofisiológicos como exámenes básicos, a los que agregamos la cavernosomanometría y cavernosografía dinámica, la aortoangiografía asociada a la arteriografía pudenda selectiva y la phaloarteriografía cuando consideramos necesario.

El equipamiento para la realización de la fluxometría y neumopletismografía es el detector ultrasónico de flujo por efecto doppler con registro computarizado incorporado de la onda y velocidad de flujo, transductor de 8 MHz y transductor para registro de modificaciones de volumen con ganancia automática (neumopletismografía) fabricado por HADECO.

### Procedimiento

1. Con el paciente en posición supina se efectúa el examen genital, la palpación de los pulsos periféricos y se registra la presión arterial.
2. Se registran la onda y la velocidad de flujo con el aparato mencionado, en las cuatro arterias peneanas.
3. Se procede a realizar el registro de la neumopletismografía basal (NPB).
4. Se efectúa la inyección intracavernosa (IIC) del estímulo vasoactivo. Habitualmente PGE1 en dosis de 10 microgramos que reemplazamos por sustancias alternativas en casos en que se plantean dudas de interpretación por discordancia con el cuadro clínico, para descartar falsos negativos (triple asociación).
5. Entre los 4 y 7 minutos posteriores a la IIC se realiza un nuevo registro de onda y velocidad de flujo de las 4 arterias, se toma la presión sistólica de las mismas calculándose el índice de presión pene/brazo (IPB).

Este es el período ideal para evaluar la respuesta vascular al estímulo vasoactivo, a través de la velocidad del pico, aceleración y promedio global de incremento del flujo. Se realiza el cálculo del Índice de Resistencia según la fórmula de Muelemans.

6. Inmediatamente a continuación se realiza la NPD, la mejor curva es hallada a los 6 minutos de la IIC.

7. Entre los 10 y 13 minutos posteriores a la IIC se repiten los registros.

### Interpretación de los datos obtenidos

El índice de presión pene/brazo indica permeabilidad de ejes arteriales.

Los registros de fluxometría mencionados en los puntos 2 y 5 son de gran valor comparativo, puesto que muestran la "capacidad reactiva" del sistema arterial para responder a las necesidades de incremento de flujo para una erección.

El índice de resistencia, con valores inferiores a 0,95 son normales en los registros de 4 a 7 minutos y significan presencia de flujo en diástole, persistencia de valores bajos a los 12 minutos; cuando la presión de las celdas cavernosas debería ser igual o mayor a la diastólica, constituye signo indirecto de Insuficiencia Venooclusiva.

La evaluación del valor de la neumopletismografía es el objetivo de este trabajo. Nos referimos a los registros de los puntos 3 y 6 del procedimiento mencionado (Fig. 1).

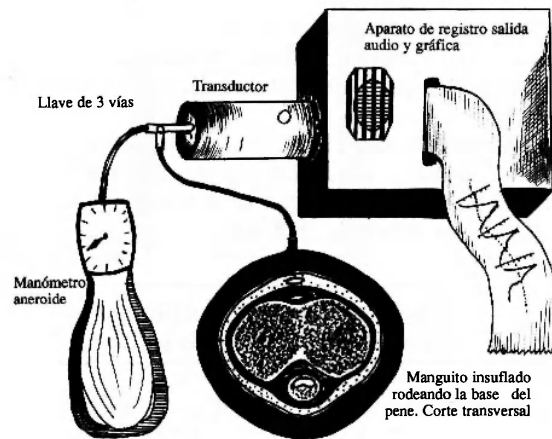
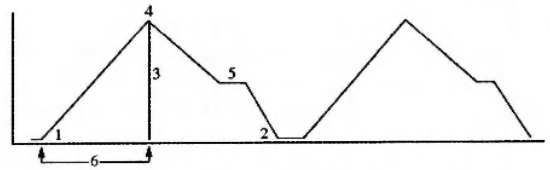


Figura 1

La estructura de la onda pletismográfica tiene una serie de variables a considerar que aportan signos de importante valor, así consideramos Gráficos 1 y 2.

### Onda pletismográfica Sus componentes



1 - Ángulo anacrótico. 2 - Ángulo catacrótico. 3 - Amplitud.  
4 - Punta. 5 - Muestra dicota. 6 - Longitud al pico máximo.

Gráfico 1

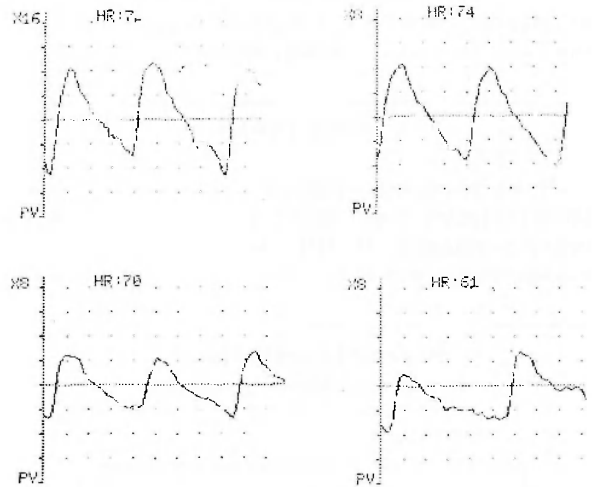


Gráfico 2: Arriba: NPD en un paciente sin afectación del sistema vascular aferente.

Abajo: NPD en un paciente con afectación del sistema vascular aferente.

A - AMPLITUD, es la distancia entre la línea de base y la cresta de la onda, su valor lo expresamos en unidades volumétricas que nuestro aparato las registra en el eje de las ordenadas con ganancia automática. Valor normal 4 unidades volumétricas  $\pm 2$ .

- Incremento de amplitud**, este parámetro tiene importancia en la relación de incremento de la curva dinámica con respecto a la basal. Valor normal 3 veces o más 1,5 de incremento.
- Distancia al pico máximo**, es la distancia entre la deflexión inicial de la onda y el punto en que la vertical, pasando por su pico máximo, corta el eje de las abscisas. El valor normal es 5 mm  $\pm 1$ .
- Ángulo anacrótico**, es el que se forma entre la línea de base y la rama ascendente (anacrótica) de la onda, siendo normalmente su valor promedio de 80°  $\pm 10$ .

- d) **Angulo catacrótico**, se forma entre la línea de base y la recta que une el pico con el final de la inscripción de la rama descendente (catacrótica). Valor normal  $55^\circ \pm 15$ .
- e) **Punta**, constituida por la unión de la rama ascendente y descendente, debe ser aguda y menor de  $70^\circ$ .
- f) **Muesca dicrótica**, se inscribe en la rama descendente de la onda. Normalmente está presente en la NPD.

Los signos que sugieren afectación del sistema vascular aferente son: bajo incremento de la *amplitud* comparativa entre NPB y NPD; *punta* redondeada o en meseta; marcado descenso del *ángulo anacrótico* y *catacrótico*; prolongación del *tiempo al pico máximo* y ausencia de *muesca dicrótica*, estas dos últimas variables son a nuestro entender las de menor importancia predictiva en la valoración del sistema vascular aferente.

## RESULTADOS

De los 50 pacientes admitidos para este estudio, 20 (40%) tuvieron como diagnóstico final disfunción de origen psicógeno y 30 (60%) fueron diagnosticados como impotencia orgánica (Gráfico 3).

### Disfunción sexual eréctil Causas psicológicas y orgánicas

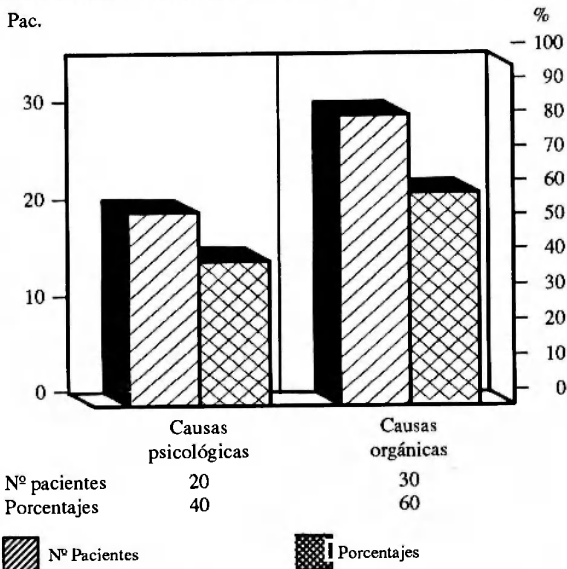


Gráfico 3

El diagnóstico etiológico de los pacientes catalogados como portadores de disfunción eréctil orgánica, lo presentamos en gráfico 4.

### Disfunción sexual eréctil Etiología orgánica

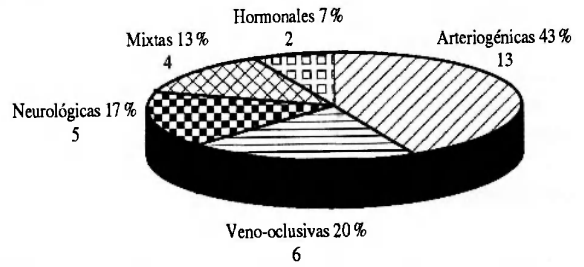


Gráfico 4

Los datos clínicos relevantes en la población de pacientes estudiados fueron los siguientes:

1. Motivo de consulta: ausencia de erección en el 22%; incapacidad para mantener la misma en 42%; dificultad para obtener rigidez en 16% y ambos problemas juntos en 20%.

2. La iniciación del cuadro fue brusca en el 29% e insidiosa en el 71% de los casos.

3. Los factores de riesgo y enfermedades concomitantes presentes fueron: diabetes, HTA, dislipemias, uso de medicamentos, en especial cardiológicos, tabaquismo, consumo inadecuado de alcohol, vasculopatías periféricas, neuropatías, cirugías urológicas y traumatismos.

La NPD nos resultó de gran utilidad para diferenciar los pacientes arteriogénicos de los no-arteriogénicos, hecho que consideramos de fundamental importancia como punto de partida para la evaluación de las disfunciones orgánicas.

La comparación entre la NPD y el IPB, nos permitió demostrar la mayor sensibilidad y especificidad diagnóstica de la primera con respecto al índice de presión, en los pacientes arteriales (Gráficos 5 y 6).

### Disfunción sexual eréctil Neumopletismografía anormal

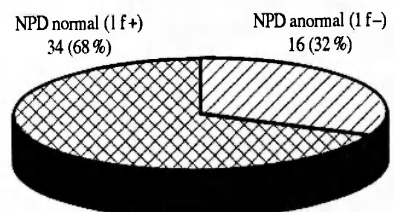


Gráfico 5

### Disfunción sexual eréctil Índice peno-braquial

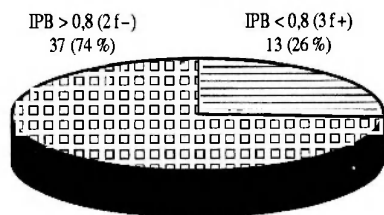


Gráfico 6

La sensibilidad de la NPD (capacidad para detectar pacientes enfermos) fue de 94,11 % (16 × 100/17).

La especificidad (capacidad para descartar pacientes sin enfermedad arterial) fue de 95 % (19 × 100/20).

La sensibilidad del IPB fue de 76,47 % (13 × 100/20) y la especificidad del mismo del 90 % (18 × 100/20) (Gráfico 7).

### Disfunción sexual eréctil Sensibilidad / Especificidad

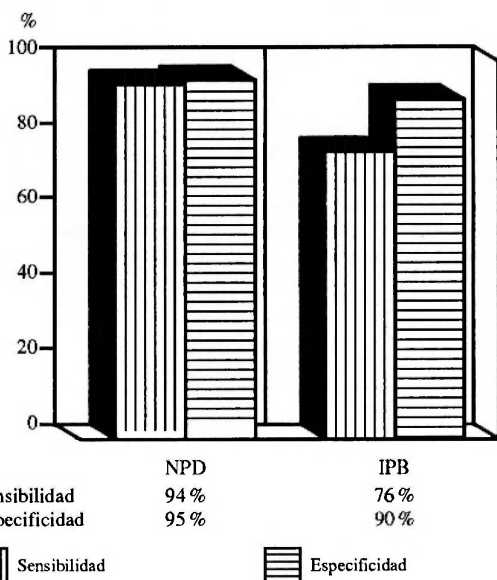


Gráfico 7

En este estudio detectamos un falso positivo con la NPD, debido probablemente al intenso tono adrenérgico en un paciente con disfunción psicógena, que posteriormente se lo atribuimos a la droga vasoactiva y no a la NPD, puesto que modificando la PGE1 por combinación de tres drogas el nuevo registro resultó normal.

El falso negativo detectado fue determinado por una afección arterial oclusiva de carácter leve.

En la evaluación del IPB, se detectaron 3 falsos positivos y 2 falsos negativos.

Determinamos el valor predictivo de cada variable de la onda registrada en la NPD para la diferenciación de pacientes arteriogénicos de no-arteriogénicos (Tabla 1).

Hemos observado estructura de ondas pletismográficas atípicas, en especial por la aparición de espículas en la rama dicrótica de la inscripción, cuya significación que suponemos importante estamos evaluando.

### Disfunción sexual eréctil Valor predictivo de la NPD

Variables	No arterio- grafía	Arterio- grafía	P
Amplitud	7 ± 2	3,70 ± 1,2	< 0,05
Incremento amplitud	3 ± 1,5	1,01 ± 0,4	< 0,05
Tiempo al pico máx.	5 ± 1	5,60 ± 1,4	> 0,05
Angulo catacrótico	60 ± 15	35 ± 24	< 0,05
Muesca dicrótica	Presente	Ausente	> 0,05

Tabla 1

### DISCUSION

En el estudio de la función eréctil, es de fundamental importancia la evaluación primaria del factor arteriogénico, puesto que de pasar inadvertido una alteración del mismo, el resto de los estudios hemodinámicos carecen de valor, en especial, los referidos al estudio de la función veno-oclusiva.

Cuando nos referimos al factor arteriogénico, incluimos las enfermedades de los ejes vasculares, como la enfermedad arterial oclusiva del eje aorto-hipogástrico-pudendo, la displasia arterial y las fístulas arteriovenosas extracavernosas congénitas o pos-traumáticas, pero además nos referimos también a una serie de cuadros donde el factor vascular aferente se altera por mecanismos inicialmente funcionales, pudiendo posteriormente evolucionar hacia la organicidad, que tienen como factor común, una disfunción del músculo liso vascular (ya sea el de los vasos aferentes y/o el del tejido eréctil) y que tienen etiología variada como la enfermedad de Raynaud, el tabaquismo, la hipertensión arterial crónica, arteriopatía diabética, neuropatías somáticas y vegetativas (alcoholismo, tóxicos, etc.).

Es de fundamental importancia contar con un método incruento u oligotraumático sensible, específico y seguro para evaluar este factor arteriogénico.

Consideramos que la pletismografía peneana dinámica cumple con estos requisitos, aventajando por su sensibilidad y especificidad al IPB, como fue demostrado en el presente estudio.

En la comparación de los registros del grupo psicogénico con los del grupo arteriogénico es donde las diferencias son mucho más evidentes y significativas.

En la comparación de las diferentes causas del grupo orgánico, la diferencia fue menos significativa, lo que se explica perfectamente por el hecho de que las distintas etiologías actúan alterando los efectores vasculares que determinan la erección, constituyendo una suerte de factor arteriogénico de etiología extravascular.

La HTA crónica afectó particularmente la amplitud del trazado, mientras que la diabetes el ángulo de elevación anacrótico.

Tiene importancia considerar la presión aplicada al manguito del neumopletismógrafo. Alteraciones de dicha presión, pueden alterar la estructura de la onda registrada. Montague notó que si la presión excede el valor de la braquial media<sup>(8)</sup>, la amplitud del trazado declina, y Viagnoli<sup>(11)</sup> demostró que si excede la sistólica el trazado es una línea recta; otros autores proponen utilizar valores de presión inferiores a la diastólica. Nuestra sistemática utiliza valores 2 puntos por debajo de la presión braquial media. Los cambios posicionales o el ejercicio no modifican la estructura de la onda.

Un aporte adicional de la NPD y que actualmente estamos evaluando es su utilización como signo del estado funcional intrínseco del tejido eréctil, relacionándolo con el estudio de la distensibilidad peneana y con la biopsia del cuerpo cavernoso. Esta evaluación de la estructura funcional del tejido eréctil constituye un dato fundamental para la indicación de la cirugía vascular. Las conclusiones serán motivo de una próxima presentación.

---

## CONCLUSIONES

---

Destacamos que la fluxometría y pletismografía dinámicas, utilizadas con la sistemática presentada en el presente trabajo, aportan en su conjunto datos sumamente útiles para la orientación diagnóstica-terapéutica de la disfunción eréctil.

---

## BIBLIOGRAFIA

---

1. Crespo, E.; Bode, D. y Farrell, G.: Cinq ans d'expérience dans la revascularisation des corps caverneux. *Journal d'Urologie*, 8:587-593, 1983.
2. Elliot, B. M.; Collins, G. J.; Youkey, J. R. y Rich, N. M.: The non invasive diagnosis of vasculogenic impotence. *J. Vasc. Surg.*, 3:493-497, 1986.
3. Kedia, K. R.: Penile plethysmography useful in diagnosis of vasculogenic impotence. *Urology*, 22:235, 1983.
4. Kedia, K. R.: Vasculogenic impotence: Diagnosis and objective evaluation using quantitative segmental pulse volumen recorder. *Brit. J. Urology*, 56:516-520, 1984.
5. Lowe, M. A.; Schwartz, A. N. y Berger, R. E.: Controlled trial of infusion cavernosometry in impotent and potent men. *J. Urology*, 146:783-784, 1991.
6. Lue, T. F.: Erectile dysfunction: Problems and challenges. *J. of Urology*, 149:1256-1257, 1993.
7. Marmar, J. L.; De Benedictis, T. J. y Praiss, D. E.: Penile plethysmography on impotent men using vacuum constrictor devices. *Urology*, 32:198-203, 1988.
8. Montague, D. R.: Clinical evaluation of impotence. *Urol. Clin. North Am.*, 8:103, 1981.
9. Neuman, H. F. y Reis, H.: Artificial perfusion in impotence. *Urology*, 24:469-471, 1984.
10. Velcek, D.; Sniderman, K. W. y Vaughan, E. D.: Penile flow index utilizing a doppler pulse wave analysis to identify penile vascular insufficiency. *J. Urol.*, 123:669-673, 1980.
11. Viagnoli, G. C.: Automatic determination of penile blood pressure in evaluation of vasculogenic impotence. *Urology*, 20:267, 1982.



**1er SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE  
DISFUNCION SEXUAL ERECTIL  
NEUROMIOVASCULOGENICA**



**1st INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON  
NEUROMYOVASCULOGENIC IMPOTENCE**

---

*23 - 24 de Junio de 1995*

---

**MARRIOTT - PLAZA HOTEL**  
*Buenos Aires, Argentina*

---

**DIRECTORES**

*Dr. Miguel Alfredo Rivero (Arg.)*

*Dr. Osvaldo Mazza (Arg.)*

**RELATORES INVITADOS**

**EXTRANJEROS**

*Dr. Irwin Goldstein (USA)*

*Dr. Nelson Rodrigues Netto Jr. (Bra.)*

*Dr. Iñigo Sáenz de Tejada (USA)*

*Dr. Ira Sharlip (USA)*

*Dr. Eric Wespes (Bélgica)*

---

**AUSPICIADO POR**

*Confederación Americana de Urología*

*Sociedad Argentina de Urología*

*Sociedad Argentina de Andrología*

*Cátedra de Urología de la Facultad  
de Medicina, Universidad Buenos Aires*

---

**SECRETARIA E INFORMES**

*Av. Santa Fé 2926 - piso 3 - Dpto. "D" - C.P. 1425 - Buenos Aires - Argentina*

*Tel. (+541) 822 1350 / 823 8236 / 822 4946 Fax: (+541) 826 2832*

# LÍNEA UROLÓGICA RAFFO

**ASOFLUT®**

Flutamida 250 mg.  
Envases conteniendo 60 comprimidos.  
**Antiandrogénico no esteroide. Cáncer de próstata.**

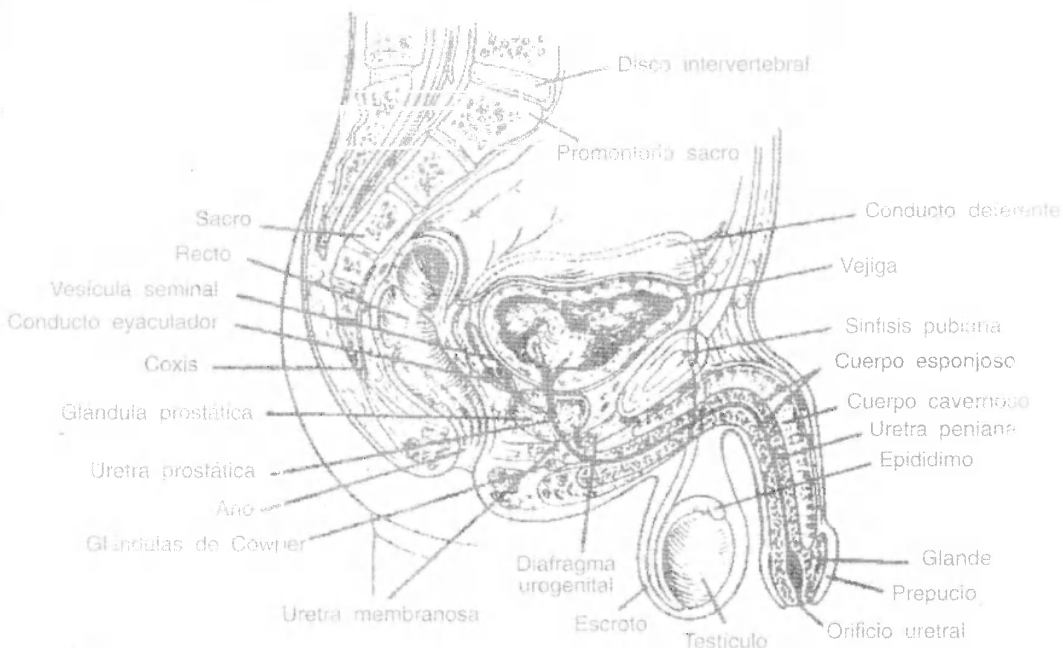
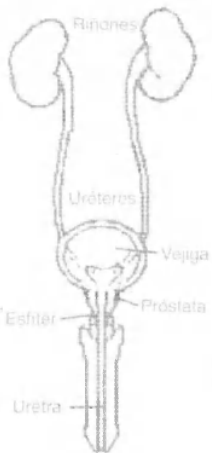
**DELAK®**

Oxibutinina 5 mg.  
Envases conteniendo 20 y 50 comprimidos.  
**Normalizador de la función vesical. Solución de la incontinencia urinaria con doble mecanismo de acción. Restablece el control fisiológico de la micción.**

**Instillagel®**

Lidocaína Clorhidrato - Clorhexidina Gluconato - Hidroxibenzoato.  
Envases con 1 y 10 jeringas precargadas, **estériles** descartables de 6 ml y 11 ml, listas para usar.  
**Único anestésico local, antiséptico y lubricante para mucosas de rápida acción antimicrobiana para endoscopías, cateterizaciones, etc.**

*El sistema  
urinario masculino*



*Sección sagital de la pelvis del hombre*



# ASOTERON®

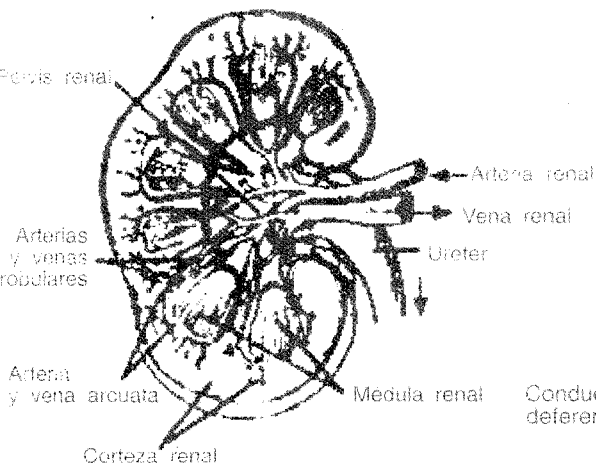
Ciproterona 50 mg.  
Envases conteniendo 50 comprimidos.  
**Tratamiento antiandrogénico del carcinoma de próstata**

# DOXORUBICINA ASOFARMA

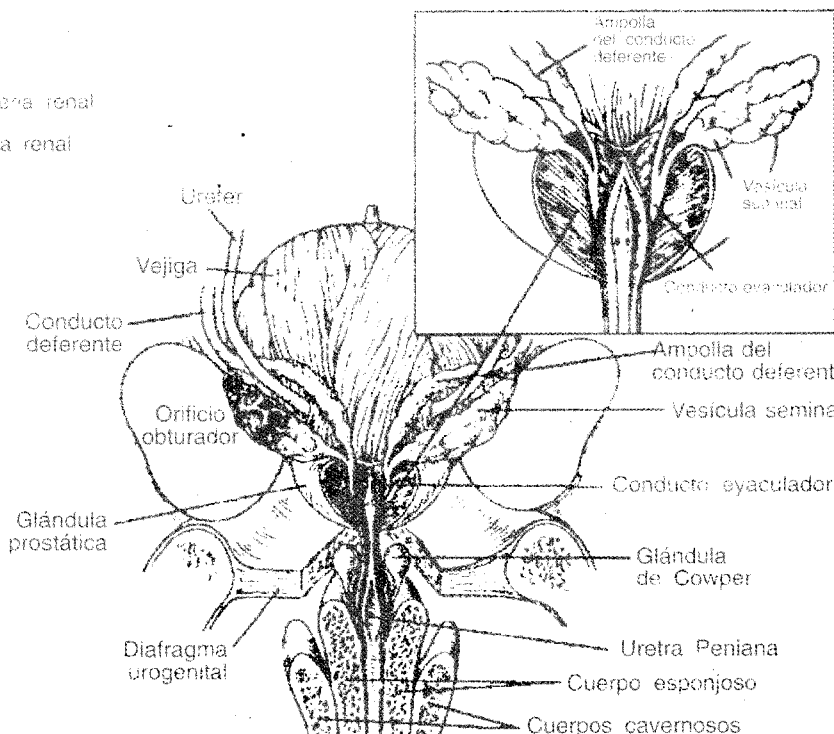
Doxorubicina 10 mg y 50 mg.  
10 mg: env. con 1 fco. amp. c/ liofilizado y 1 amp. c/ diluyente.  
50 mg: env. con 1 fco. amp. c/ liofilizado y 1 amp. c/ diluyente.  
**Antraciclina de elección. Quimioterápico antineoplásico.  
Cáncer de vejiga, etc.**

# PROLEUKIN®

Interleukina 2 IL recombinante 1 mg.  
Envase con 1 frasco ampolla con liofilizado  
(18.000.000 unidades).  
**A la vanguardia de la inmunoterapia en  
cáncer de células renales.**



*Vista posterior de la vejiga, próstata y vesículas seminales*



**LABORATORIOS RAFFO S.A.**

# LUPRON DEPOT® 7,5 mg

Acetato de Leuprolide para Suspensión Depot

PARA EL  
TRATAMIENTO  
CLINICO  
DEL CANCER  
AVANZADO  
DE PROSTATA

Una inyección intramuscular mensual

Reduce la concentración de Testosterona a niveles de castración

Baja incidencia de efectos secundarios

Mejora la calidad de vida de los pacientes

Permite un efectivo control de la enfermedad



ABBOTT

ABBOTT LABORATORIES ARGENTINA S.A.  
DIVISION PRODUCTOS FARMACEUTICOS