**RIGIDOMETRIA DE INFLEXION DIGITAL EN EL ESTUDIO DE LA DISFUNCION ERECTIL.****Nueva Técnica****DIGITAL INFLEXION RIGIDOMETRY IN ERECTIL DYSFUNCTION.****New Technique**

Dr. Rossello Barbará, M.*

RESUMEN: *Objetivos:* Durante mucho tiempo se ha estado buscando un equipo que nos permitiese medir con fiabilidad la rigidez axial del pene. Los tres años de investigación y desarrollo sobre este tema han dado como fruto el Rigidómetro de Inflexión Digital.

Método: El Rigidómetro de Inflexión Digital se ha utilizado en 150 pacientes que consultaron por disfunción eréctil de etiologías variadas.

Resultados: En un 60% de los casos, el Rigiscan ha demostrado una rigidez circunferencial de 60-70%; sin embargo, el Rigidómetro de Inflexión Digital constató una falta de rigidez axial suficiente para las relaciones sexuales. En 14 casos de disfunción eréctil de etiología psicogénica, todos ellos obtuvieron una rigidez axial por encima de los 600 gramos., con más de 300 gramos de diferencia sobre la registrada en la clínica, postinyección. En los 14 casos en los que se sospechaba fuga venosa, cuando el paciente utilizó el Rigidómetro de Inflexión Digital en su domicilio, se observó una pérdida entre 300 y 500 gramos entre la primera y la segunda medición (tras andar 3 o 4 pasos).

Conclusión: Consideramos el Rigidómetro de Inflexión Digital el equipo idóneo para el diagnóstico de la disfunción eréctil pues mide con precisión y sin dolor la rigidez axial del pene, la presión relativa intracavernosa y la temperatura del glande.

(Rev. Arg. de Urol., Vol. 62, Nº 1, Pág. 27, 1997)

Palabras clave: Rigidómetro de Inflexión Digital; Medición; Rigidez axial del pene.

SUMMARY: *Objectives:* A device for reliable measurement of penile axial rigidity has been sought for some time. Three years of research have led to the development of the Digital Inflexion Rigidometer. The new technique and the results obtained are described herein.

Method: The Digital Inflexion Rigidometer was utilized in 150 patients that had consulted for erectile dysfunction of different etiologies.

Results: In 60% of the cases, the Rigiscan recorded a circumferential rigidity of 60-70%; however, the Digital

* Centro de Urología, Andrología y Sexología de Baleares (Clínica Roger)
C/ Santiago Russiñol, 9 - 3ª pl., 07012 Palma de Mallorca, España

Artículo publicado en Archivos Españoles de Urología, Vol 49 Nº 3, 1996, y autorizado para publicar en la Revista Argentina de Urología.

Inflexion Rigidometer showed penile axial rigidity to be insufficient for coitus. Fourteen cases with psychogenic erectile dysfunction had an axial rigidity greater than 600 grams, a difference of more than 300 grams in comparison with the recorded clinical postinjection rigidity. Home Digital Inflexion Rigidometry of 14 cases suspected as having venous leakage showed a difference of 300 to 500 grams between the first and second measurement (performed after taking 3 or 4 steps).

Conclusion: *In our view, the Digital Inflexion Rigidometer is a useful diagnostic tool in erectile dysfunction which permits precise and painless measurement of the penile axial rigidity, relative intracavernosal pressure and penile temperature.*

(Rev. Arg. de Urol., Vol. 62, Nº 1, Pág. 27, 1997)

Key words: Digital Inflexion Rigidometry; Measurement; Penile axial rigidity.

INTRODUCCION

Cuando leemos en la literatura sobre la disfunción eréctil y los distintos procedimientos de medir la erección, nos encontramos con las siguientes expresiones: erección inestable, estable, corta, mala o buena calidad de la erección, suficiente o insuficiente, etc....

Y yo pregunto: ¿No piensan ustedes que estos términos son muy imprecisos? ¿No creen ustedes que sería necesario que evaluásemos la erección de una forma más precisa y universal?

“La metodología para reconocer la calidad de la erección se basa en la determinación de la presión sanguínea en el pene, el flujo sanguíneo, la temperatura, el aumento de circunferencia y la rigidez.” Esta última característica, la rigidez del pene (según *Goldstein, Padma-Nathan y Krane*), es la más difícil de demostrar y medir; sin embargo, es la que debemos investigar para poder conocer con claridad “la calidad de la erección”.

En nuestra opinión es necesario conocer la rigidez en una medida universal con la que el entendimiento sea común.

¿Qué es la rigidez del pene? Es la capacidad de presión en su eje longitudinal medida en gramos; en otras palabras, la rigidez del pene es la capacidad de penetración sin ayuda de las manos.

En la erección, el pene obtiene una máxima rigidez cuando sus estructuras eréctiles, cuerpos cavernoso y túnica albugínea, llegan a su máxima extensibilidad debido al ingreso en los cuerpos cavernosos de un flujo sanguíneo elevado, lo que proporciona una presión sanguínea suficiente para distenderlas y al mismo tiempo, debido a que la presión interna conseguida colapsa el sistema venoso (mecanismo corporo-veno-oclusivo), reduciendo el retorno venoso. En la rigidez máxima el flujo sanguíneo se reduce a lo que llamamos flujo de mantenimiento, que puede llegar a ser mínimo entre 3 y 10 ml/minuto.

Este mecanismo da lugar a la rigidez del pene, al aumentar la presión sanguínea y ejercer una fuerza tridimensional sobre los tejidos blandos, dada la elongabilidad de éstos.

La rigidez del pene es el parámetro más importante para determinar la calidad de la erección (*Goldstein y Krane*). Según *Karacan y Moore*⁽³⁾, la rigidez necesaria para penetrar, medida en gramos, es de 500, por supuesto con una anatomía del introito vaginal normal y con una lubricación adecuada. Guiados por estas afirmaciones, en 1986 diseñamos el rigidómetro mecánico y con él hallamos la relación entre rigidez y capacidad de penetración midiéndola en gramos. Nuestros hallazgos coinciden con los de *Karacan*. De 0 a 400 gramos la rigidez es insuficiente para la penetración, de 400 a 500 gramos la rigidez permite la penetración con ayuda de las manos, y una rigidez de más de 600 gramos la consideramos óptima. La rigidez axial del pene puede llegar a 2.000 gramos.

La erección se desencadena y mantiene por diferentes tipos de estímulos, sensoriales y psicógenos, y por la sumación temporal y espacial de las incitaciones nerviosas a nivel medular.

Los estímulos psicógenos, generados en el cerebro, son principalmente recuerdos eróticos, creación de fantasías sexuales, pensamientos eróticos, potenciación del deseo, de los sentimientos, etc.

Los estímulos sensoriales integrados en el cerebro dependen de la vista (lóbulo occipital), el oído (lóbulo temporal), el gusto (lóbulo parietal y circunvolución del hipocampo), el olfato (circunvoluciones límbicas) y el tacto (lóbulo parietal). Todos estos estímulos, los psicógenos y los sensoriales, favorecen por mecanismos aún desconocidos la liberación de neurotransmisores a nivel de las formaciones vasculares del pene que permiten que se produzca la erección, en condiciones normales, con una rigidez axial de más de 500 gramos, y que se mantenga el tiempo suficiente para permitir una relación sexual satisfactoria para el individuo y su pareja. Es conveniente decir aquí que a nuestro juicio la turgencia no representa más que una situación de paso desde la flaccidez a la erección sin que pueda considerarse un estado final, salvo en condiciones patológicas.

En la clínica, durante las exploraciones para el diagnóstico de la DE, es imposible conseguir una atmósfera suficientemente recogida y estimulante, en el sentido



Figura 1: Rigidómetro de Inflexión Digital (RID).

erótico y sexual, sin que se dé una importante inhibición psicológica a los estímulos; la video-sex-estimulación, inyección intracavernosa, Rigiscan en tiempo real, sensores de presión, etc. Además, la erección debe ser controlada en ocasiones por el propio médico explorador o por el personal auxiliar, lo que sin duda aumenta el grado de inhibición psicológica.

Es evidente que la máxima rigidez del pene, el hombre la consigue en su domicilio, en el ambiente erótico que se crea con su pareja y donde esté ausente todo tipo de instrumentación agresiva y prolongada; por esta razón, en 1986 desarrollamos el rigidómetro mecánico, que aun siendo útil no nos permitía tener documentadas las mediciones efectuadas ni las presiones registradas en tiempos determinados.

A finales de 1993 desarrollamos el Rigidómetro de Inflexión Digital (RID) (Figura 1). Este nuevo aparato nos permite medir la rigidez axial en gramos, la presión

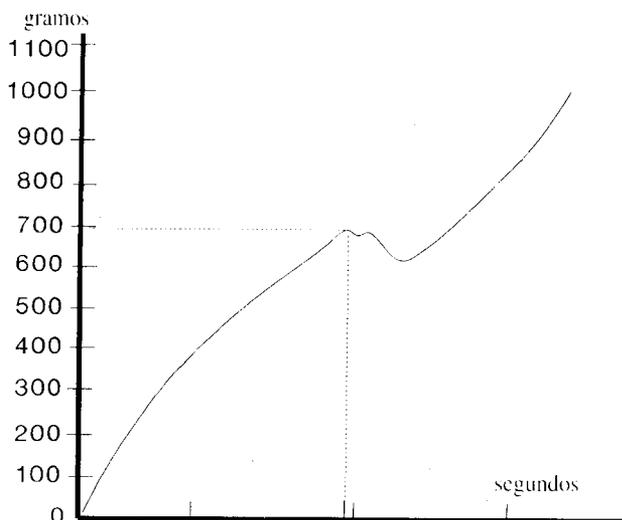


Figura 2

relativa intracavernosa y la temperatura del glande. Además nos informa de la fecha, día y minutos en que se ha realizado la medición, así como registro de la inflexión del pene en caso de que ésta se produzca, que coincide con la rigidez axial máxima. Todo ello medido en un tiempo máximo de 5 a 15 segundos, y de una forma totalmente incruenta.

El sensor del RID consta de un dispositivo cerámico que nos produce tensiones eléctricas proporcionales a la presión que estamos ejerciendo con el pene sobre el aparato de medición; estos valores eléctricos, promediados a razón de 50 lecturas por segundo, van a ser posteriormente guardados en una memoria,

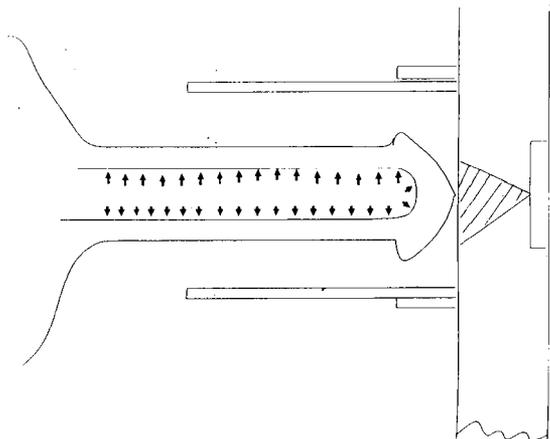


Figura 3.

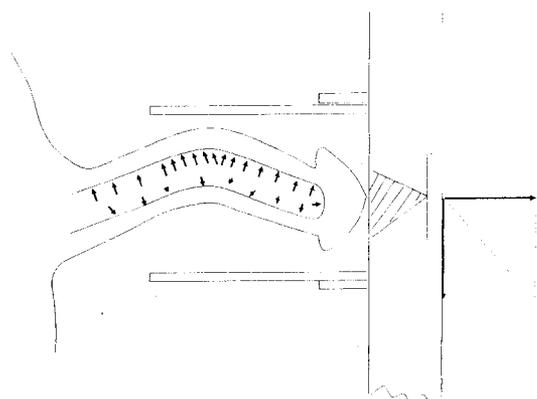
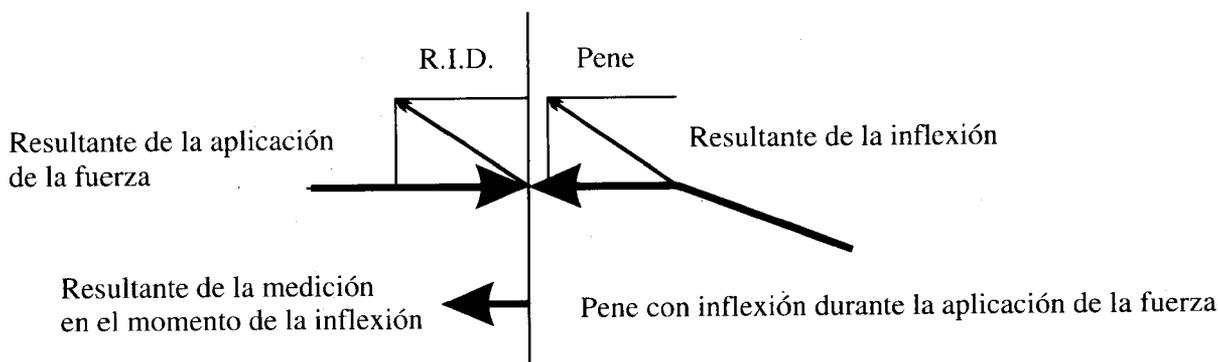


Figura 4



Cuando se enfrentan dos fuerzas en la misma dirección de sentido opuesto y una de ellas, presenta una variable vectorial, el valor vectorial se refleja en el R.I.D., dando como resultado de la medición el valor de la fuerza de inflexión.

EEPROM, de 8 bits, que después podremos leer y procesar en un ordenador compatible, para obtener las diversas medidas que se han grabado durante la toma de presiones; conoceremos la rigidez del pene, la presión relativa intracavernosa y la temperatura del glande en las diferentes tomas.

El RID basa su funcionamiento en poder determinar cuándo una fuerza tiene un punto de inflexión. Veamos el ejemplo siguiente: tenemos un pene en erección colocado frente al punto de medida del RID, comenzamos a hacer presión sobre el glande. El RID nos va indicando el valor en gramos de la presión. Si en un momento determinado se produce una inflexión del pene, la presión disminuye y se registra en la memoria del RID; aunque se siga ejerciendo sobre el glande y siga aumentando la presión que registra el rigidómetro, tendremos memorizado el punto de inflexión que es el que nos da la *rigidez axial*, es decir, la rigidez útil (Figura 2).

Aplicando el pene sobre el sensor de presión del RID, al hacer presión en el sensor cerámico se produce una fuerza que se traduce en una tensión eléctrica que el microprocesador almacena como valor de la fuerza aplicada sobre el sensor, y la traduce en gramos (Figura 3).

Cuando se produce una deformación, debido a la fuerza que estamos ejerciendo sobre el sensor, se producen 2 vectores de fuerza, una es la fuerza longitudinal y otra es la fuerza tangencial. La resultante es el valor que el microprocesador toma como punto de inflexión (Figura 4).

En el eje de coordenadas se ve cómo actúa el microprocesador; en los 2 primeros segundos vemos una fuerza ascendente hasta 700 gramos, y en ese momento el pene sufre una inflexión. Ello determina la aparición del sector tangencial, y se archiva en el microprocesador como dato de la fuerza máxima en el momento de la inflexión (Figura 1).

Mientras la presión es lineal y se incrementa de una forma constante, la resultante de esa fuerza es también una presión incremental y constante donde el ángulo no varía; por tanto, la tensión del sistema de medida permanece constante, no ocurriendo lo mismo cuando el pene deja de ejercer una presión lineal y sufre una deformación de cualquier tipo, en cuyo momento aparecen los puntos distintos de aplicación de la fuerza y por lo tanto dos fuerzas resultantes diferenciadas, lo que obliga al sistema microprocesador a tomarlas en cuenta y capturar la correspondiente más pequeña, que es la que corresponde al momento de inflexión (Figuras 2 y 3).

La *presión relativa intracavernosa* (PRI) es un nuevo concepto en el estudio de la DE con el Rigidómetro de Inflexión Digital. La PRI corresponde a la presión de sangre en mmHg dentro de los cuerpos cavernosos necesaria para distender los tejidos elongables y dar una rigidez axial que puede ser medida en gramos por el RID. Para ello, el equipo debe conocer previamente la presión arterial sistólica. El RID, a través de una ecuación de cálculo matemático ($\text{presión} = \text{fuerza} + 908/109$) registra la presión necesaria de "líquido" dentro del cuerpo cavernoso, independientemente de la anatomía del pene, traduciéndola en mmHg; por lo tanto, la PRI es aquella necesaria para lograr una determinada dureza axialmente capaz de ser medida por presión y que la traduce en gramos.

Temperatura del glande

En una temperatura ambiente de 20 y 30°C, la temperatura del glande del pene está entre 34,5 y 34,8°C. Si la erección es superior a 600 gramos, el incremento del flujo de sangre arterial en los cuerpos cavernosos y cuerpo esponjoso produce un ligero aumento de la temperatura del glande entre 1 a 2,5°C. Debe tenerse en

cuenta que la temperatura del glande en estado de flaccidez está entre 1 y 2°C por debajo de la temperatura bucal o rectal. La temperatura del glande es un nuevo parámetro no medido hasta ahora que nos permitirá correlacionar la buena circulación cavernosa y la esponjosa.

El RID lo utiliza el paciente en su domicilio. Antes lo invitamos a que acuda a la consulta para instruirle en el funcionamiento, dejando el equipo durante un corto período, habitualmente un fin de semana.

Si el RID lo utilizamos en la clínica, después de la video-sex estimulación, o después de la inyección de sustancias vasoactivas en los cuerpos cavernosos, previamente instruimos al paciente de su funcionamiento para que, en caso de que tenga erección, él mismo se haga las mediciones cada cinco o diez minutos. Asimismo, le informamos que está completamente solo, que no entrará nadie en la habitación que utilizamos a tal efecto, que si obtiene una erección procure no inhibirla, y que una vez pasado el tiempo que previamente le hemos indicado, nos avise, y quien va a atenderlo es el médico que ha realizado la exploración.

Resumimos el procedimiento de utilización del RID que viene ampliamente explicado en su manual de instrucción: a) Conectamos el RID con el PC, e in-

roducimos los datos del paciente a explorar, dotando al RID de la memoria necesaria para ser utilizado en 8 sesiones. b) El paciente debe pulsar la tecla ON, con lo que se encenderá el *display* y los indicadores luminosos de la tecla START parpadearán. c) Cuando el paciente cree que la erección es buena pulsa la tecla START y coloca el sensor sobre el glande, haciendo presión en sentido longitudinal. En el *display* aparecerá la cuenta atrás de 15 a 10 segundos, registrando el RID en su memoria el número de sesiones en que se realiza la medición.

Una vez utilizado por el paciente el RID, tenemos acceso a los datos registrados conectando el rigidómetro de inflexión digital a un ordenador compatible, donde se pueden obtener gráficamente las mediciones hechas.

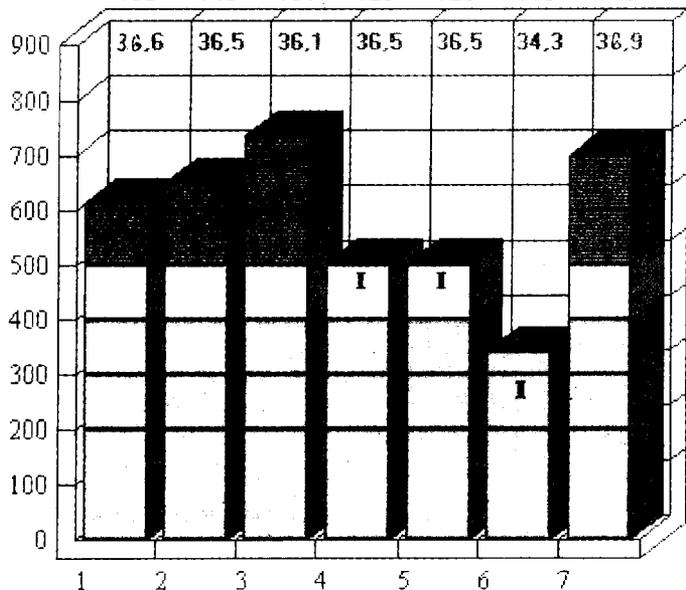
La gráfica de resultados que aparece en el ordenador está concebida para que de una forma automática ocupe toda la pantalla, tanto si se hace una medida como ocho.

Todas las medidas inferiores a 400 gramos aparecerán como barras en color rojo. Las medidas entre 400 y 500 gramos se distinguirán en color amarillo-ámbar. De igual forma, las medidas superiores a 500 gramos serán de color verde, que irá haciéndose más intenso a medida que la rigidez sea mayor.

En el eje de coordenadas, el rango de presión que el

Relative Intracavernous Pressure: II Glans Temperature: II

139 143 151 129 129 115 148



MAXIMUM PRESSURE: 735

MINIMUM PRESSURE: 342

MEDIUM PRESSURE: 577

NUMBER OF MEASUREMENTS: 7

SESSION	DATE	TIME	SC
1 st	25/10	17:55	4.31
2 nd	25/10	17:55	2.92
3 rd	25/10	17:55	5.00
4 th	25/10	17:56	4.92
5 th	25/10	17:56	2.85
6 th	25/10	17:57	4.08
7 th	25/10	17:57	4.00

H.C.: 00001995

Date of Program: 1995/10/25

Date of Reading: 1995/10/25

1st Surname: A

2nd Surname: B

Name: C

Age: 50

Max. Arterial Pressure: 120

Observations: NORMAL AUNQUE ESCASO APORTE ARTERIAL control 6 meses.S.V.O.

Figura 5

RID puede medir es entre 200 y 2.000 gramos.

Encima de cada barra aparecerá en rojo y numéricamente la presión relativa intracavernosa y debajo de ésta, en verde, la temperatura del glande, si éste ha estado en contacto con el sensor al menos 10 segundos.

A la derecha de la gráfica se indicará la presión relativa mínima, media y máxima en números rojos. Debajo de estos datos se nos indicará el número de sesiones en que se han tomado las medidas, la hora y los minutos y el número de segundos que se ha ejercido presión sobre el sensor. Debajo de estos datos aparecerá la fecha programada, así como la fecha de toma de medidas, número de historia clínica y apellido y nombre del paciente y su presión arterial máxima. En la parte baja de la gráfica hay un espacio dedicado a observaciones y diagnóstico (Figura 5).

El RID sin duda hace más sencillo y veraz el estudio de la disfunción eréctil; el conocimiento de la rigidez axial es absolutamente incruento y la información que nos proporciona es más precisa y fiable que las obtenidas por métodos cuantitativos, ya que nos permite utilizar los estímulos sensoriales, psíquicos y genitales en todos los casos, cuando se utiliza en el propio domicilio del paciente.

El RID nos proporcionará una muy estimable información del valor de la rigidez del pene en los siguientes casos:

- 1° DE de origen arterial.
- 2° DE de origen venoso.
- 3° DE de origen psicológico.
- 4° DE de origen mixto.
- 5° Comprobación del efecto de drogas vasoactivas.
- 6° Comprobación del efecto de la video-sex estimulación.
- 7° Comprobación de resultados prácticos en la cirugía venosa.
- 8° Comprobación de resultados prácticos en la cirugía arterial.
- 9° Comprobación de fallos en las prótesis hidráulicas.
- 10° Medición de la calidad de la erección matutina.

Al incorporar, en el estudio de la disfunción eréctil, la medida de la rigidez en gramos, la temperatura del

glande, podremos valorar con exactitud y en un lenguaje universal los resultados de las diferentes técnicas exploratorias de la DE y la efectividad de las terapéuticas aplicadas.

Sin duda el RID es más útil que el Rigiscan para medir la rigidez del pene. Lo más importante en el proceso de la erección es la rigidez axial, parámetro que mide el RID, mientras que el Rigiscan mide únicamente la rigidez circunferencial. El Rigiscan puede detectar una buena rigidez circunferencial tanto en la base como en la punta del pene, y sin embargo el pene puede presentar una curvatura que hace imposible la penetración, al carecer de suficiente rigidez axial.

-Es un equipo que da confianza al paciente, pues su uso depende de él.

-No tiene necesidad de conexiones durante el uso.

-Nos permite una medida universal de la rigidez axial en gramos a las diferentes respuestas terapéuticas.

Les invito a considerar la importancia de esta técnica, que aporta la posibilidad de medir la rigidez del pene en el propio domicilio del paciente con absoluta fiabilidad, lo que sin duda nos ayudará a conseguir un diagnóstico más preciso en la disfunción eréctil y a valorar el seguimiento de los tratamientos con más fiabilidad.

En nuestro Centro utilizamos rutinariamente el Rigidómetro de Inflexión Digital en el estudio de la disfunción eréctil.

Recogemos nuestra experiencia en 150 casos divididos en las siguientes patologías:

Diabéticos	41
Trastornos vasculares	31
Enfermedad de la pyronie	24
Fuga venosa	14
DE psicológica	11
Curvatura congénita	10
Alcohólicos	6
Tabaquismo y drogas	5
DE primaria	5
Cirugía rectal	2
Tumor espina dorsal	1

Después de inyectar a 41 pacientes diabéticos 20 mg de PGE1, el Rigidómetro de Inflexión Digital registró

Resumen de 119 pacientes

Nº de pacientes	TA (mmHg)	Rigidez axial (grs)	Pric.	Temp. glande
29 Diabéticos	120/130	200/300	60/90	35/36,5
31 Hipertensos	115/190	200/500	90/50	35/36
24 Enfermedad de la pyronie	110/140	200/400	110/200	35,5/36,5
14 Fuga venosa después de caminar	110/130	300/700	80/170	35/36,5
10 Curvatura congénita	111/130	300/700	200/230	36,7/37,3
11 DE psicológica	110/130	600/1.600	180/240	36,7/37,5

SAU

una rigidez axial entre 200 y 300 gramos en 29 casos.

En 31 pacientes hipertensos y con trastornos vasculares, el RID registró 25 casos con rigidez axial entre 200 y 500 gramos.

En 24 pacientes con enfermedad de la Peyronie, 18 casos presentaron un Rigiscan positivo con una rigidez circunferencial del 70%. El RID demostró que la rigidez axial estaba por debajo de los 300 gramos.

En los 14 casos en los que se sospechaba una fuga venosa, los pacientes utilizaron el RID en su domicilio; cuando la erección era máxima, en la atmósfera erótica creada por ellos, la rigidez axial fue más de 600 gramos. Se indicó a los pacientes que caminaran unos pasos dentro de la habitación y volvieran a realizar las mediciones con el RID. En aquellos casos en que sí había una fuga venosa, el RID registró un descenso de la rigidez en más de 300 gramos.

De igual forma, en los 10 pacientes que presentaban una curvatura congénita, el Rigiscan daba una rigidez circunferencial de un 60/70%, mientras que el RID daba una rigidez axial inferior a los 400 gramos.

Todos los pacientes con disfunción sexual de origen psicológico presentaron una rigidez axial entre 600 y 1.200 gramos, registrada en el RID.

El resto de los pacientes observados: alcohólicos (6), con tabaquismo o adictos a las drogas (5), con disfunción eréctil primaria (5), operados de cirugía rectal (2) y uno con tumor en la espina dorsal, no alcanzaron los 300 gramos de rigidez axial.

También se estudiaron 15 pacientes con gran inhibición psicológica en las pruebas realizadas en la clínica. Ellos utilizaron el RID en sus domicilios. Los resultados probaron una alta rigidez axial, 300 gramos superior a los resultados obtenidos en la clínica.

BIBLIOGRAFIA

1. Frohr, D. A.; Goldstein, I.; Payton, T. R. y col.: Characterization of penile erectile states using external computer-based monitoring. *J. Biomech. Engin.*, 109, 1987.
2. Allen, R. P.; Smolev, J. K.; Engel, R. M. y col.: Comparison of Rigiscan and formal nocturnal penile tumescence testing in the evaluation of erectile rigidity. *J. Urol.*, 149, 1993.
3. Karacan, I.; Moore, C. y Sahamy, S.: Measurement of pressure necessary for vaginal penetration. *Sleep Res.*, 14, 1985.
4. Bradley, W. E.; Timm, G. W.; Gallagher, J. M. y col.: New method for continuous measurement of nocturnal penile tumescence and rigidity. *Urology*, 26, 1985.
5. Hahn, p! M. y Leder, R.: Quantification of penile "buckling" force. *Sleep*, 3, 1980.
6. Wasserman, M. D.; Pollak, C. P.; Spielman, A. J. y col.: The differential diagnosis of impotence. *JAMA*, 243, 1980.
7. Karacan, I.; Salis, P. J.; Ware, J. C. y col.: Nocturnal penile tumescence and diagnosis in diabetes impotence. *Am. J. Psychiatry*, 135, 1978.
8. Mrshall, P.; Morales, A. y Surridge, D.: Diagnostic significance of penile erections during sleep. *Urology*, 20, 1982.
9. Pressman, M. R.; Diphillipso, M. A.; Kendrick, J. I. y col.: Problems in the interpretation of nocturnal penile tumescence studies: disruption of sleep by occult sleep disorders. *J. Urol.*, 136, 1986.
10. Schmidt, H. S. y Wise, H. A.: Significance of impaired penile tumescence and associated polysomnographic abnormalities in the impotent patient. *J. Urol.*, 126, 1981.
11. Wein, A. J.; Fishkin, R.; Carpiniello, V. L. y col.: Expansion without significant rigidity during nocturnal penile tumescence testing: a potential source of misinterpretation. *J. Urol.*, 126, 1981.