

POTENCIALES EVOCADOS SACROS

Técnica y aplicaciones

Dr. Ramírez, Daniel - Dr. Gerstenberg, Thomas - Dr. Klarskov, Peter - Dr. Hald, Tage

El principal foco de atención de las investigaciones neuroanatómicas relacionadas con la inervación vesicouretral se centralizó específicamente en las conexiones eferentes. Fue así como quedó demostrada la inervación autonómica vesical,^(1,2) y la doble inervación —autonómica y somática— del esfínter uretral externo.⁽³⁾ Por el contrario, es muy poco lo que se sabe respecto de la inervación aferente vesicouretral.^(4,5)

Uno de los métodos clínicos para evaluar la actividad refleja del cono medular es la obtención del reflejo bulbocavernoso, tal como fuera descrito por Bors y Comarr.⁽⁶⁾ Clásicamente, este reflejo se pone en marcha luego de la estimulación (pellizcamiento) en el glande o clítoris, y/o por estimulación de la mucosa vesical, en la región trigonal, realizada con el balón por un suave tironeamiento de la sonda uretral. En respuesta a esta maniobra, se contraen los músculos bulbocavernosos y el esfínter anal externo, siendo en el último lugar donde se observa la respuesta. Se ha estimado que este reflejo puede ser demostrado clínicamente en sólo 70 % de los hombres normales (80 % con registro electromiográfico).⁽⁶⁾

Las nuevas técnicas electrofisiológicas para la obtención de potenciales evocados sacros, que involucran electroestimulación y promediación digital, proveen una segura información acerca del tiempo de tránsito de la señal a través del arco reflejo y de la magnitud de la respuesta del órgano efector.

Las respuestas evocadas sacras fueron realizadas por primera vez en el hombre en 1967 por Rushworth,⁽⁷⁾ estableciéndose la latencia del reflejo bulbocavernoso entre 35 y 40 milisegundos (mseg). El autor describió a este reflejo como "nociceptivo, de latencia muy constante, que no sufre habituación, y que puede ser evocado por un solo impulso de baja intensidad sobre el glande". También estableció que en el individuo normal la respuesta puede obtenerse con latencias similares en forma bilateral.

En 1972, Bradley,⁽⁸⁾ utilizando electrodos concéntricos bipolares adaptados a un catéter de Foley, estimuló la uretra posterior y el cuello vesical, registrando la respuesta por medio de un electrodo concéntrico en el esfínter anal. La latencia de la respuesta osciló entre 50 y 70 mseg. Según Bradley, la respuesta del esfínter anal fue el resultado de la estimulación de los aferentes del cuello vesical. Los impulsos generados en estos aferentes pasaron a la médula sacra, donde excitaron a las células del núcleo motor del nervio pudendo.

El propósito de este trabajo es el de describir la técnica utilizada por nosotros para la obtención de potenciales evocados sacros en el Laboratorio de Urodinamia del Departamento de Urología, Hospital Herlev, Universidad de Copenhague, y presentar algunos resultados, discutiendo sus características neurofisiológicas.

Técnica

Para obtener las respuestas evocadas sacras se estimularon regiones de diferente inervación, como son el pene y la uretra posterior, a la vez que se intentó la aplicación de una técnica para la estimulación de vejiga.

Para estimular la uretra posterior, se utilizó un electrodo anular de superficie, montado en una sonda Foley 14 F, a 1 cm por detrás del balón.⁽¹⁰⁾ Dicho electrodo consta de 2 anillos de platino con una distancia entre sí de 10 mm.

Los mismos elementos se utilizaron para la estimulación vesical, procediéndose a introducir la sonda hasta que su extremo distal estuviera en contacto con el meato uretral, conectando la sonda a un tubo de aspiración continua con el fin de atraer la pared vesical alrededor del electrodo.

Para estimular el pene se utilizó un electrodo de superficie cutánea. La estimulación se realizó en la línea media del dorso peniano y en el trayecto de cada nervio dorsal del pene por separado.

A través de la salida del estimulador se enviaron impulsos rectangulares de 0,2 mseg de duración, con una frecuencia de 2 Hz, variando la amplitud de acuerdo con la percepción del paciente, con un tiempo constante de barrido de 200 mseg. Las respuestas se obtuvieron en el esfínter anal y/o en ambos músculos bulbocavernosos, utilizándose electrodos concéntricos.

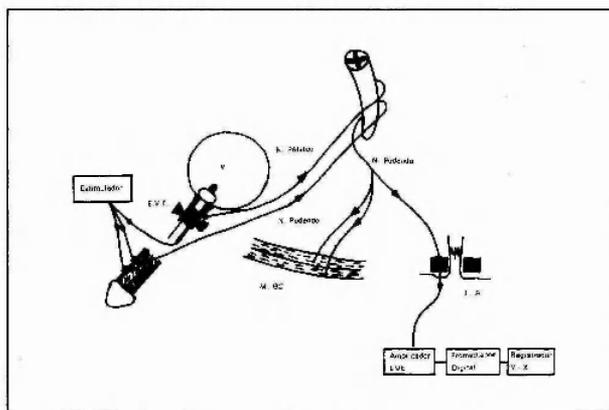


Figura 1. Técnica de estimulación para la obtención de potenciales evocados sacros.

El equipo utilizado constó de dos amplificadores de EMG 15C01, con una unidad programadora de estimulación 15E05, una unidad de salida del estimulador 15E07, y dos promediadores digitales 14G01, siendo todos estos módulos DISA (Herlev, Dinamarca). El equipo básico fue completado con un osciloscopio de dos canales Telequipment D61, y para la transcripción de las respuestas se utilizó un registrador de papel X-Y, Watanabe WX441.

Resultados

Una de las características de este método es la reproductividad de las respuestas, hecho éste que permite obtener seguridad en la interpretación, especialmente en aquellos casos en los que debido a la patología de base la respuesta tenga escasa amplitud. El factor más importante a analizar es la latencia de las respuestas, entendiéndose por tal al intervalo que transcurre entre la aplicación del estímulo y el comienzo de la respuesta.⁽⁹⁾ La amplitud de la respuesta puede ser otro factor a analizar, pero demostró ser muy variable, no sólo de persona a persona, sino en un mismo paciente, dependiendo de muchos factores como son: la amplificación usada, la intensidad del estímulo, la edad del paciente, la patología de base y las características eléctricas del equipo utilizado.

En la figura 1, se observan tres registros realizados en un paciente con esclerosis múltiple, luego de estimular la uretra posterior con diferentes amplitudes de estímulo, obtenidas en el esfínter anal con diferentes amplificaciones. La latencia de esta respuesta es prolongada, pero disminuye al aumentar la intensi-

dad del estímulo, hasta alcanzar un valor mínimo. El cambio en la duración del estímulo o de la amplitud causaron variaciones en la latencia, pero la amplitud del estímulo fue decisivamente más efectiva.

Estimulación de la uretra posterior

En el análisis de la latencia de estos potenciales se utilizaron valores propuestos por otros autores, oscilando entre 45 y 80 mseg.^(8,10) En la figura 2 se observa una respuesta con latencia normal, registrada en el esfínter anal, en un paciente voluntario.

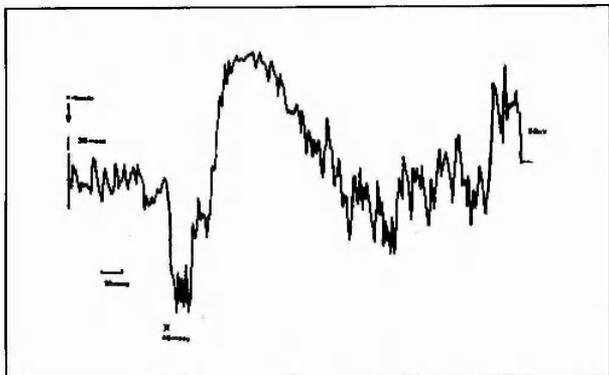


Figura 2. Estimulación de la uretra posterior. Latencia normal.

La respuesta comienza con una deflexión negativa y la amplitud de la respuesta es mayor que el doble de la amplitud del ruido de base. Esta es la medida que se toma como base para reconocer la respuesta.

Las respuestas registradas en los músculos bulbocavernosos del mismo paciente son del mismo tipo que la registrada en el esfínter anal, siendo la latencia 3 mseg menor, debido a que la intensidad del estímulo fue mayor.

Si existe una neuropatía periférica, la latencia estará prolongada, y el retardo será mayor inclusive hasta su total desaparición, de acuerdo con la magnitud de la neuropatía.

En un paciente con diabetes mellitus, de larga evolución, con alteraciones miccionales, el aumento de la intensidad del estímulo produjo un artefacto de estimulación y no se observó la disminución de la latencia, como ocurre en pacientes normales. En pacientes con disfunción vesical refleja ocurre lo contrario. En un registro obtenido en un paciente parapléjico, la latencia fue de 22 mseg, siendo la respuesta de tipo espástico, ya que la contracción dura el resto del intervalo del tiempo de barrido. Esto podría deberse a que la respuesta es seguida por una segunda o tercera respuesta, luego de un intervalo de silencio de 30 a 40 mseg. Este tipo de descargas no fueron observadas en ningún otro tipo de pacientes.

El registro de la respuesta en ambos músculos bulbocavernosos al mismo tiempo permite analizar las dos ramas del nervio pudiendo que inervan ambos músculos y compararlos con la que inerva el esfínter anal externo.

Vemos así que mientras anteriormente la latencia fue de 26 mseg, se registra en los músculos bulbocavernosos con 30 y 35 mseg. De esto se deduce que la velocidad de conducción de las 3 ramas pudendas no es la misma, existiendo una mayor lesión en la que inerva al músculo bulbocavernoso izquierdo, ya que la respuesta tiene una latencia mayor y a que el músculo tiene una contracción diferente sin segunda respuesta.

Estimulación de la mucosa vesical

El intento de desarrollar una técnica para realizar estimulación sobre la mucosa vesical se debió a la falta de datos sobre las respuestas a obtenerse posestimulación del parasimpático y a lo simple de la técnica a utilizar, ya que se usaron los mismos elementos, evitándose la colocación de electrodos por vía endoscópica.

En una respuesta obtenida en el esfínter anal luego de la estimulación vesical, cuya latencia es de 83 mseg, ésta no difirió (excepto en 3 mseg) del valor máximo normal de la latencia posestimulación de la uretra posterior.

Se observa también la aparición de un segundo componente. La respuesta obtenida en el paciente parapléjico muestra una latencia de 26 mseg, mientras que la latencia posestimulación de la uretra posterior en el mismo paciente fue de 22 mseg, registrándose también una segunda respuesta.

Estos ejemplos indicarían que la latencia de la respuesta por estimulación vesical (parasimpático) es semejante a la latencia por estimulación de la uretra posterior (simpático), por lo que los tipos de fibras aferentes de ambos sistemas autonómicos serían las mismas. Sin embargo, nos queda la duda si la estimulación vesical con esta técnica fue realizada a nivel del trigono y no sobre el detrusor.

Estimulación del nervio dorsal del pene

La estimulación en esta área permite estudiar el arco reflejo pudiendo y de esta forma comparar la velocidad de conducción nerviosa de los aferentes y eferentes involucrados en la actividad miccional y sexual.

La estimulación se realiza en el nervio dorsal del pene, en ambos lados por separado, registrándose la respuesta en ambos músculos bulbocavernosos, estableciendo las latencias ipsi y contralaterales, permitiendo no sólo el análisis de la velocidad de conducción de las ramas eferentes del pudendo, sino también el paso del impulso por la sustancia gris medular.

Los valores utilizados para considerar una latencia normal concordaron con los hallados por otros autores, oscilando entre 26 y 42 mseg.⁽¹¹⁾

Las respuestas obtenidas en un paciente normal, luego de estimular el nervio dorsal derecho del pene, con registro en ambos músculos bulbocavernosos, la latencia de la respuesta ipsilateral fue de 26 mseg, mientras que en el músculo contralateral fue de 28 mseg. Esta diferencia de 2 mseg en la respuesta fue notificada por otros autores.⁽¹⁰⁾ También apareció un segundo componente en la respuesta, luego de un intervalo de 40 a 55 mseg de silencio. La variación de la latencia del primer componente fue menor que la del segundo componente al aumentar la intensidad del estímulo.

La estimulación del paciente parapléjico en ambos lados del pene permite establecer importantes diferencias. Más adelante, la estimulación del nervio dorsal del pene en el paciente parapléjico se realizó en el lado derecho y se observa: 1) una disminución de la latencia, de acuerdo con los valores normales; 2) una diferencia de 4 mseg entre las dos latencias; 3) aparición de una segunda y tercera respuesta en el potencial ipsilateral y la falta de la segunda respuesta en el músculo contralateral. Luego la estimulación se realizó en el lado izquierdo del pene y los resultados permiten concluir que: 1) la latencia contralateral no se modificó, pero sí la latencia del músculo bulbocavernoso izquierdo, siendo la diferencia entre las dos latencias de 1 mseg; 2) no hay tercera respuesta en el músculo contralateral, y 3) aparece la segunda respuesta en el músculo ipsilateral.

Discusión

La realización de potenciales evocados sacros estimulando distintos aferentes y obteniendo las respuestas como resultado del paso del estímulo por tres ramas distintas de un mismo eferente, nos permite realizar un mapa neurofisiológico del arco reflejo sacro involucrado en la micción y en la erección. Las latencias posestimulación del aferente pudiendo es mucho más corta que la que sigue a la estimulación de la uretra posterior. Esto nos permite concluir, en este último caso, que el impulso viaja por fibras autonómicas de conducción lenta. Winter⁽¹²⁾ calculó que en las fibras nerviosas aferentes del trigono y uretra posterior, el impulso se conduce con una velocidad de 18-32 mseg.

Si tenemos en cuenta que la distancia entre la uretra y la médula es de aproximadamente 40 cm, el estímulo a una velocidad de conducción de 20 mseg tomaría 20 mseg para alcanzar la médula espinal. Por otro lado, la velocidad de conducción de las fibras motoras eferentes es mucho más rápida,⁽¹³⁾ alrededor de

55 mseg, por lo que el tiempo de tránsito desde la médula hasta el esfínter es de 7 mseg. Sumando los tiempos de tránsito por los aferentes y eferentes, la latencia es de 27 mseg. Esto podría interpretarse como que luego de estimular la uretra posterior hay un tiempo de tránsito intraespinal muy largo. Si tenemos en cuenta que el retardo del impulso es una sinapsis oscila entre 0,5 a 1 mseg podría concluirse que las vías son muy largas o multisinápticas.

En el paciente parapléjico se observó que el reflejo bulbocavernoso, además de estar presente tiene una latencia corta, lo que indicaría como improbable una vía intraespinal larga. Si suponemos que los receptores musculares también son estimulados podría justificarse una latencia más larga, ya que la velocidad de conducción es más lenta, 16 mseg (rango de 2 a 16 mseg). La corta latencia observada en la estimulación del arco reflejo pudiendo-pudiendo indicaría que el reflejo tiene pocas o una sola sinapsis espinal.

Krane y col.⁽¹¹⁾ compararon el reflejo BC con varios reflejos mediados por aferentes cutáneos con una vía polisináptica en el SNC, concluyendo que el reflejo BC al tener las mismas características (respuesta bilateral luego de estimulación unilateral, disminución de la latencia con el aumento de la intensidad del estímulo, la presencia de dos componentes) es un ejemplo de reflejo flexor especializado similar al reflejo del parpadeo.

El reflejo BC puede obtenerse en individuos normales con intensidades de estímulo que están por debajo del umbral de dolor. Esto indica que no necesariamente el reflejo es una respuesta al dolor por pellizcamiento del glande o por el suave tironeamiento del catéter. Los impulsos aplicados sobre el dorso del pene viajan por aferentes mielinizados de pequeño diámetro cuya velocidad de conducción es de 20 mseg, velocidad ésta mucho menor que la de las fibras eferentes pudendas.

Los mecanismos por el cual se producen los dos componentes en las respuestas no son claros. Se han invocado varias posibilida-

des, como son: 1) que cada componente esté provocado por la estimulación de fibras aferentes separadas; 2) que cada componente esté provocado por fibras eferentes separadas; 3) que el primer componente induzca a una inhibición temporaria que lleve a un breve período de silencio;⁽¹⁵⁾ 4) que el primer componente represente a un potencial neuronal que luego es seguido por un potencial muscular representado por el segundo componente; 5) que el fenómeno represente la existencia de dos vías nerviosas a través de la médula espinal, el primero como resultante de una vía oligosináptica y el segundo de una vía polisináptica.

La explicación más comúnmente aceptada sería la existencia de dos vías intraespinales con diferente número de sinapsis, ya que está bien demostrado que la variación en la latencia aumenta decididamente con el número de sinapsis que hay en la vía. Esto resulta muy claro si se comparan las latencias de las respuestas obtenidas por fibras aferentes autonómicas y las obtenidas por fibras aferentes mielinizadas. Por otro lado, está apoyado en el resultado obtenido en pacientes con lesiones medulares suprasacras, donde la latencia se acorta, lo que daría la presunción de la existencia de una vía oligosináptica más larga en individuos normales.

En pacientes parapléjicos, la respuesta es seguida por una descarga posterior, configurando una segunda o tercera respuesta con forma similar, luego de un intervalo de silencio. Esto no fue observado en ningún otro grupo de pacientes, lo que podría indicar cierto grado de reorganización neuronal luego de la pérdida de control de los centros nerviosos superiores.

Los resultados obtenidos permiten realizar un mapa electrofisiológico del arco reflejo sacro, en pacientes con vejiga neurogénica, cualquiera sea su tipo, como también en pacientes impotentes para establecer la presencia o no de lesiones neurológicas, dada la objetividad con que se establecen las lesiones neurológicas con este método.

Bibliografía

1. Elbadawi, A.; Schenk, E. A.: "Dual innervation of the mammalian urinary bladder. A histochemical study of cholinergic and adrenergic nerves". *Am. J. Anat.*, 119:405, 1966.
2. Awad, S. A.; Bruce, A. W.; Carro-Ciampi, G.; Downie, J. W.; Lin, M.: "Distribution of alpha and beta adrenoceptors in human urinary bladder". *Brit. J. Pharmacol.*, 50:525-529, 1974.
3. Hald, T.; Golsing, J.: "Peripheral and central innervation of the lower urinary tract". Ed. por Kabi Vitrum, Estocolmo, 1980.
4. Uemura, E.; Fletcher, T. F.; Dirks, V. A.; Bradley, W. E.: "Distribution of sacral afferent axons in the cat urinary bladder". *Am. J. Anat.*, 139:389, 1973.
5. Uemura, E.; Fletcher, T. F.; Bradley, W. E.: "Distribution of afferent axons in the muscle coat of cat urinary bladder". *Am. J. Anat.*, 139:389, 1974.
6. Bors, E.; Comarr, A. E.: "Neurological urology. Physiology of micturition. Its neurological disorders and sequelae". Ed. por Karger, Basilea, 1971.
7. Rushworth, G.: "Diagnostic value of the electromyographic study of reflex activity in man. Recent develop". *Clin. Neurophysiology, Suppl.* 25. *Electroencephal. and Clin. Neurophysiol.* Ed. por L. Widen, pp. 65-73, Amsterdam, 1967.
8. Bradley, W. E.: "Urethral electromyography". *J. Urol.*, 108:563, 1972.
9. Esslen, E.; Isch, F.; Lambert, E. H.; Liberson, W. T.; Simpson, J. A.: "Terminology of electromyography". *Electroencephal. Clin. Neurophysiol.*, 26:224-226, 1969.
10. Nordling, J.; Meyhoff, H. H.; Walter, S.; Andersen, J. T.: "Urethral electromyography using a new ring electrode". *J. Urol.*, 120:571-573, 1978.
11. Krane, R. J.; Siroky, M. B.: "Studies on sacral evoked potentials". *J. Urol.*, 124:872, 1980.
12. Winter, D. L.: "Receptor characteristics and conduction velocity in bladder afferents". *J. Psychiat. Res.*, 3:225-235, 1971.
13. Ertekin, C.; Reel, F.: "Bulbocavernosus reflex in normal men and in patients with neurogenic bladder dysfunction and/or impotence". *J. Neurol. Sciences*, 28:1, 1976.
14. Chantraine, A.; Leval, J. de; Onkelinx, A.: "Motor conduction velocity in the internal pudendal nerve". En Desmond, "New developments in electromyography and clinical neurophysiology", vol. 2, pp. 433-438; Karger, Basilea, 1973.
15. Shahani, B. T.; Young, R. R.: "Human flexor reflexes". *J. Neurosurg. Psychiat.*, 34:616, 1971.