

Fisiología del tracto urinario inferior

Juan Pablo Valdevenito S.⁽¹⁾, Ana María Moreno V.⁽⁴⁾, Pablo Salinas C.⁽³⁾, Álvaro Gómez G.⁽²⁾, Miguel Ángel Cuevas T.⁽²⁾, José Pablo Díaz L.⁽⁴⁾, Andrés Vega A.⁽⁴⁾

⁽¹⁾Unidad de Urodinamia, Servicio de Urología, HCUCH.

⁽²⁾Servicio de Urología, HCUCH.

⁽³⁾Servicio de Neurología, Hospital San Borja Arriarán.

⁽⁴⁾Estudiante de Medicina, Universidad de Chile.

SUMMARY

The lower urinary tract has two functional units: a reservoir (the bladder) and an outlet tract (bladder neck, urethra and external urethral sphincter). It is innervated by the sympathetic, parasympathetic and somatic nervous system (NS). During urine storage the bladder is relaxed and the outlet tract contracted (due to an activated sympathetic NS, an inhibited parasympathetic NS and an activation of the somatic NS with increased external urethral sphincter tone and voluntary control of it). During urine emptying the bladder is contracted and the outlet tract relaxed (due to a voluntary relaxation of the external urethral sphincter and an activation of the parasympathetic NS). This operation is controlled by a complex supraspinal neural network systematized in three circuits constituted by the midbrain periaqueductal gray matter and pontine structures, the limbic system and the cortical and cingulate system, which allow the micturition reflex to be mechanically appropriate, emotionally safe and socially appropriate respectively. The knowledge of normal physiology and of the anatomical location of nervous system pathology allows us to infer most of the secondary voiding dysfunctions.

INTRODUCCIÓN

El tracto urinario inferior (TUI) tiene dos unidades funcionales: un reservorio de orina que corresponde a la vejiga y un tracto de salida de la orina que está constituido por el cuello vesical, la uretra (incluyendo su porción prostática) y el esfínter uretral externo. La actividad de la musculatura lisa y estriada de estos órganos es coordinada por un complejo sistema de control neurológico que está localizado en el cerebro, la médula espinal y los ganglios periféricos. El TUI tiene sólo dos modos de operación a saber: el almacenamiento de orina (sin incontinencia) y el vaciamiento de

la orina (en forma periódica). En consecuencia, muchos de los reflejos centrales que lo controlan están organizados en circuitos de conmutación *on-off* que mantienen una relación recíproca entre la vejiga y su tracto de salida. Además y a diferencia de muchas otras funciones viscerales, los reflejos de la micción están bajo control voluntario que depende de un comportamiento aprendido durante la maduración del sistema nervioso central. Si estos reflejos operan en forma aislada, se produce un vaciamiento involuntario de la vejiga cuando el volumen vesical llega a un nivel crítico, lo cual es tolerable en niños (y senescentes), pero no en adultos^(1,2).

Tabla 1.
Componentes que participan en la inervación y control del funcionamiento del tracto urinario inferior

Médula espinal	Sacra Sacra Toraco - lumbar Inter - neuronas	Sistema nervioso somático Sistema nervioso parasimpático Sistema nervioso simpático
Tronco encefálico	Protuberancia Protuberancia Mesencéfalo	(dorso) lateral - región L - locus subcoeruleus centro de almacenamiento pontino (PSC: pontine storage center) (dorso) medial - región M - núcleo de Barrington centro de la micción pontino (PMC: pontine micturition center) Substancia gris periacueductal (PAG)
Sistema límbico	Hipotálamo Amígdala / complejo parahipocampo Giro cingulado posterior y (pre)cuneus Región septal (núcleo accumbens)	
Sistema cortical y cingulado	Ínsula Corteza cingulada anterior (CCA) dorsal Corteza prefrontal (CPF) ventromedial y lateral Corteza parietal y temporal	

En esta revisión nos referiremos a: 1) la inervación del TUI, 2) los reflejos de almacenamiento y vaciamiento vesical, 3) la red neurológica supraespinal que controla el funcionamiento del TUI y 4) aspectos generales de la disfunciones miccionales por enfermedades neurológicas. La Tabla 1 muestra los componentes que participan en la inervación y control del funcionamiento del tracto urinario inferior.

INERVACIÓN DEL TRACTO URINARIO INFERIOR

El TUI tiene inervación periférica del sistema nervioso (SN) autonómico simpático y parasimpático y del SN somático.

SN autonómico simpático: las neuronas aferentes del SN autonómico simpático tienen su cuerpo celular en ganglios de la raíz dorsal toraco-lumbar T11 – L2. Las neuronas eferentes preganglionares se originan en la columna intermediolateral de la médula espinal T11 – L2 y sinaptan en la cadena simpática paravertebral, en el ganglio mesentérico

inferior y en el plexo pélvico, desde donde se originan las neuronas eferentes postganglionares que inervan la vejiga y la uretra. El nervio hipogástrico lleva aferentes y eferentes simpáticos. El nervio pélvico también contiene fibras simpáticas de la cadena ganglionar. Las neuronas preganglionares liberan el neurotransmisor excitatorio acetilcolina (Ach) que activa receptores nicotínicos postsinápticos ubicados en ganglios de la cadena simpática, ganglio mesentérico inferior y ganglios del plexo pélvico. Las neuronas postganglionares liberan noradrenalina que estimula receptores alfa 1 adrenérgicos de la base de la vejiga y el músculo liso uretral, produciendo su contracción y receptores beta 3 adrenérgicos del cuerpo de la vejiga produciendo su relajación (Figura 1)^(3,4).

SN autonómico parasimpático: las neuronas aferentes del SN autonómico parasimpático tienen su cuerpo celular en ganglios de la raíz dorsal S2 – S4. Las neuronas eferentes preganglionares se originan en la columna intermediolateral de la médula espinal S2- S4 y sinaptan en ganglios del plexo

pélvico y en ganglios intramurales de la vejiga y la uretra; ambas viajan en el nervio pélvico. Desde estos ganglios se originan las neuronas eferentes postganglionares que inervan la vejiga y la uretra. Las neuronas eferentes preganglionares liberan el

neurotransmisor excitatorio acetilcolina, que activa receptores postsinápticos nicotínicos. Las neuronas eferentes postganglionares liberan: a) acetilcolina que estimula receptores muscarínicos y ATP que estimula receptores purinérgicos P2X,

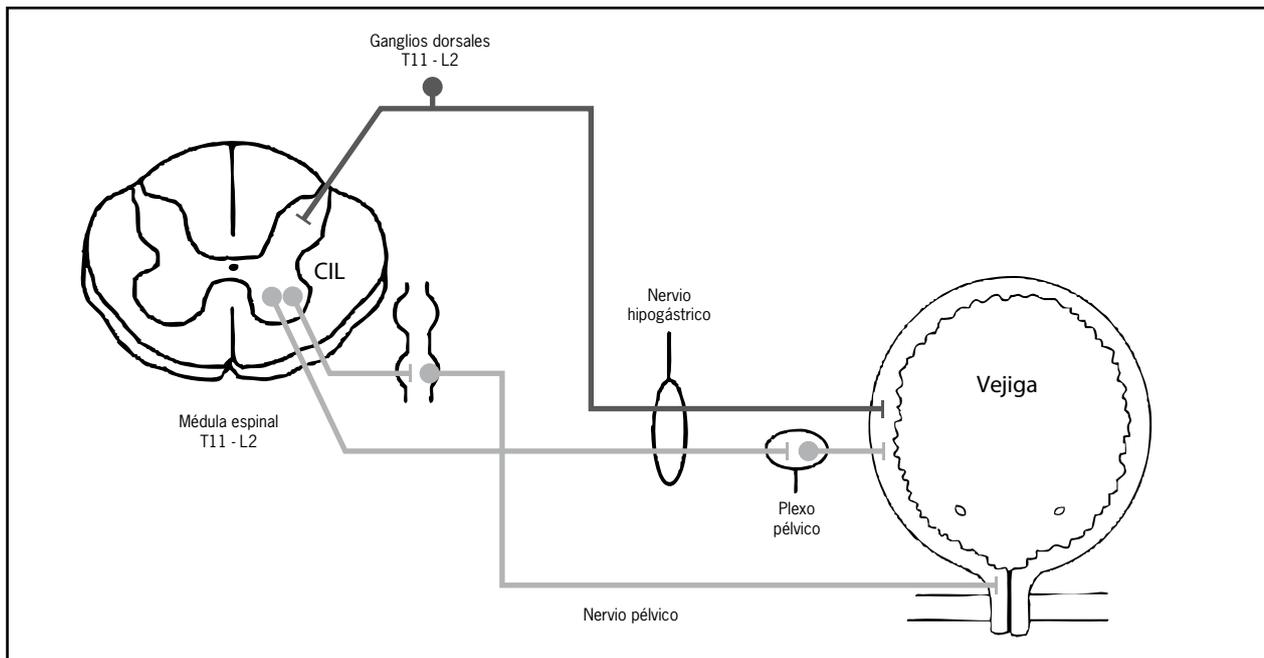


Figura 1. Inervación simpática aferente y eferente de la vejiga y uretra (adaptado de Figura 2 de referencia 3).

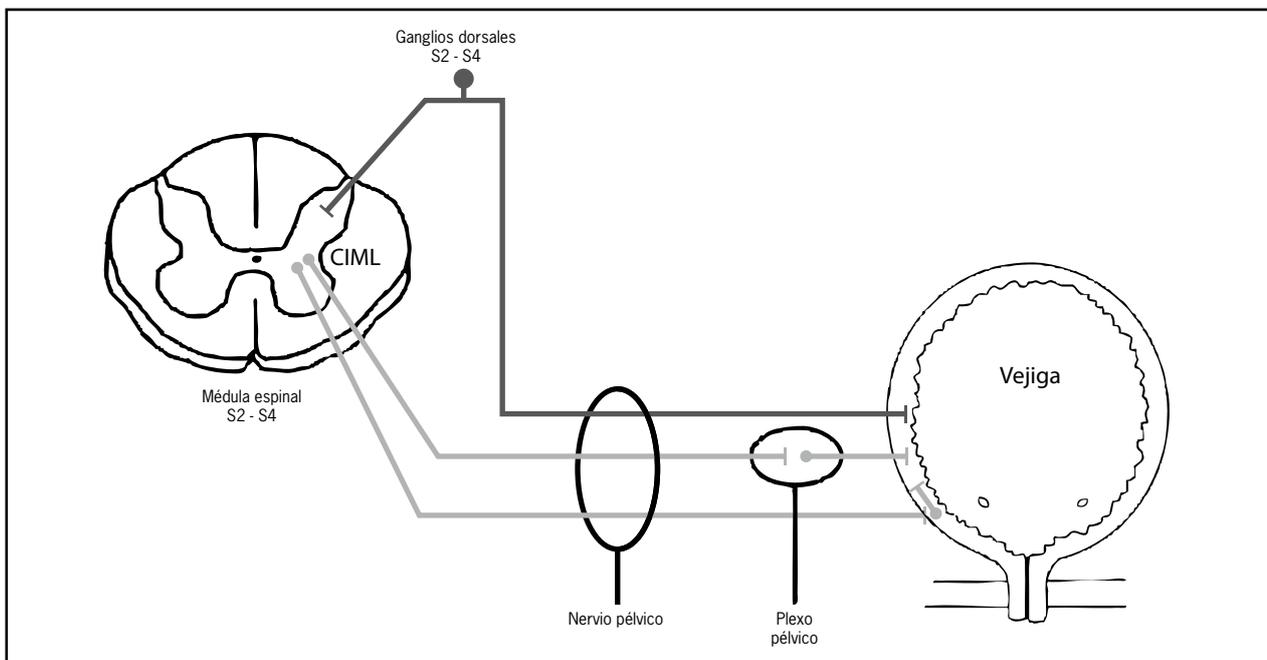


Figura 2. Inervación parasimpática aferente y eferente de la vejiga y la uretra (adaptado de Figura 1 de referencia 3)

Tabla 2. Efectos de los receptores muscarínicos en la vejiga

Receptor muscarínico	Ubicación	Acción
M1	Pre-sináptico	Facilitan la liberación de acetilcolina (en rata y conejo)
M2	Post-sináptico	Apoyan la contracción del detrusor mediada por M3 (más abundantes)
M3	Post-sináptico	Principal responsable de la contracción del detrusor
M4	Pre-sináptico	Inhiben la liberación de acetilcolina

produciendo la contracción del músculo liso de la vejiga y b) óxido nítrico que produce relajación directa del músculo liso de la uretra (Figura 2)^(3,4). La Tabla 2 muestra los efectos de la activación de los diferentes receptores muscarínicos encontrados farmacológicamente en la vejiga humana⁽⁵⁾. Es importante recordar la presencia de ganglios parasimpáticos en la pared de la vejiga, ya que pacientes con lesiones de la cauda equina o del plexo pélvico tendrán su TUI neurológicamente descentralizado pero no completamente denervado⁽⁴⁾.

SN somático: las neuronas aferentes del SN somático tienen su cuerpo celular en ganglios de la raíz dorsal S2 – S4. Las neuronas eferentes residen en el asta anterior de la médula espinal S2 – S4 (núcleo de Onuf) e inervan el esfínter uretral

externo a través del nervio pudendo (el esfínter uretral tiene inervación somática y autonómica). Estos liberan acetilcolina que actúa en receptores nicotínicos produciendo la contracción muscular (Figura 3)^(3,4).

La Figura 4 resume los neurotransmisores involucrados en las vías eferentes simpáticas, parasimpáticas y somáticas del TUI⁽²⁾.

La médula espinal sacra contiene interneuronas de 2° orden que relevan información a otras regiones de la médula espinal y al cerebro, jugando un rol esencial en regulación de la función del TUI. Con técnicas marcadoras de peroxidasa del rábano picante se ha determinado la distribución primaria de los componentes aferentes

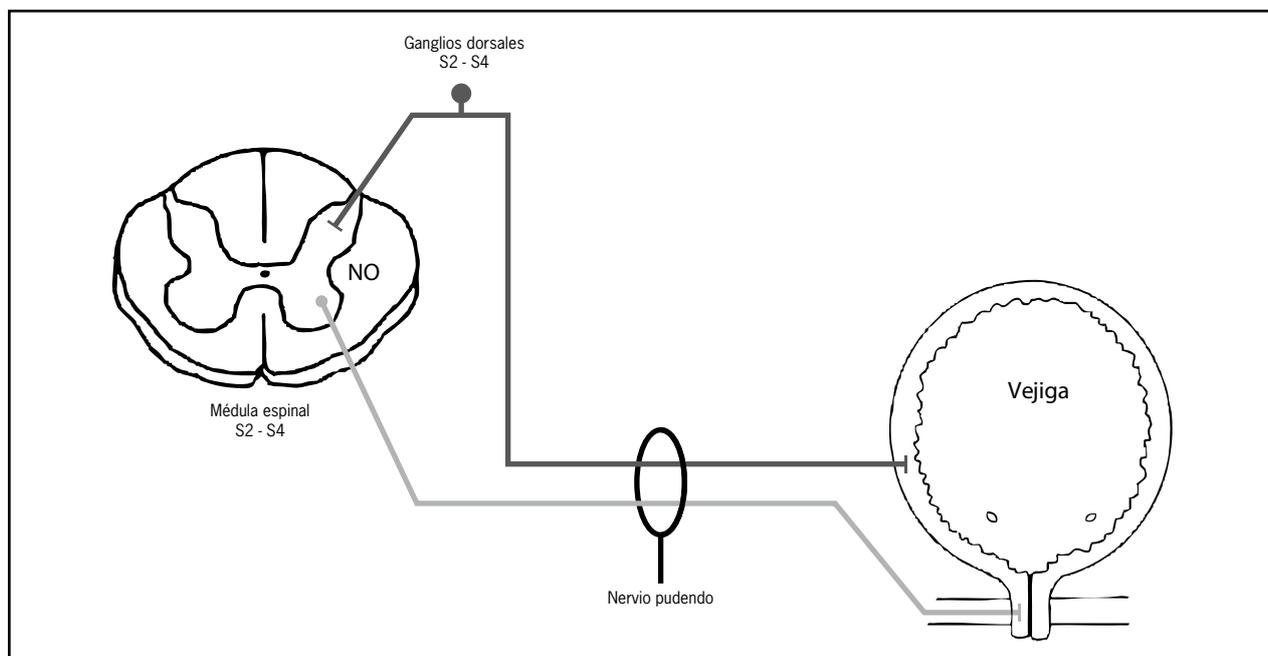


Figura 3. Inervación somática aferente y eferente de la vejiga y la uretra (adaptado de Figura 3 de referencia 3)

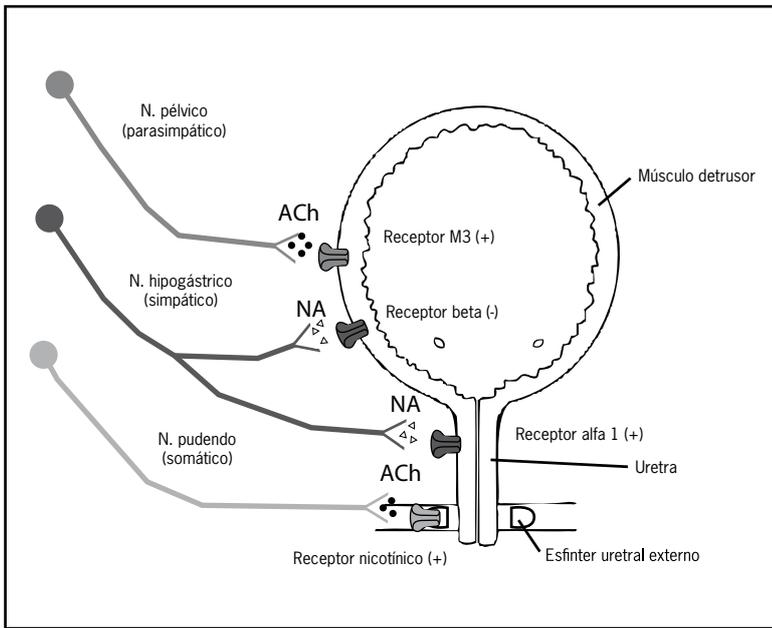


Figura 4. Neurotransmisores que regulan el tracto urinario inferior. Las neuronas simpáticas postganglionares del nervio hipogástrico liberan noradrenalina que activa receptores adrenérgicos beta 3 que relajan el músculo liso de la vejiga y receptores adrenérgicos alfa 1 que contraen el músculo liso uretral. Las neuronas parasimpáticas postganglionares del nervio pélvico liberan acetilcolina que estimulan receptores muscarínicos M3 del músculo liso vesical, produciendo la contracción de la vejiga. Las neuronas somáticas del nervio pudendo también liberan acetilcolina que estimula receptores nicotínicos del músculo estriado del esfínter uretral externo, produciendo su contracción.
 ACh: Acetilcolina.
 NA: Noradrenalina.
 (+): Contracción
 (-): Relajación
 (Adaptado de Figura 1B de referencia 2)

y eferentes en la médula espinal sacra, destacando que existe superposición de los componentes aferentes y eferentes, que existe superposición de aferencias viscerales del nervio pélvico (que inerva la vejiga y la uretra) y del nervio pudendo (que inerva el esfínter uretral externo) y que las

aferencias del músculo elevador del ano proyectan en zonas diferentes al esfínter uretral externo (Figura 5). Los neurotransmisores involucrados a este nivel son el ácido glutámico (excitatorio) y el ácido gama amino butírico (GABA) y la glicina (inhibitorios)^(4,6).

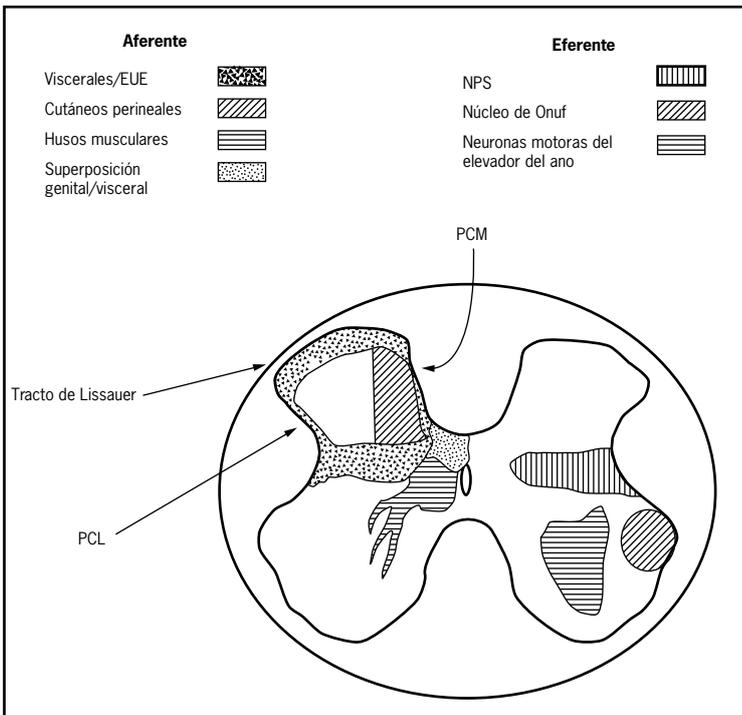


Figura 5. Distribución neuroanatómica de los componentes aferentes y eferentes primarios en la médula espinal sacra que están involucrados en los reflejos de almacenamiento y vaciamiento de la vejiga. Los componentes aferentes se muestran en el lado izquierdo y los eferentes en el lado derecho. Ambos se distribuyen bilateralmente por lo que se superponen en forma extensa.
 Viscerales: aferentes de la vejiga y uretra contenidos en el nervio pélvico.
 EUE: aferentes del esfínter uretral externo.
 Cutáneos perineales: aferentes de la piel perineal contenidas en el nervio pudendo.
 Husos musculares: aferentes de husos musculares del músculo elevador del ano.
 PCM: proyecciones aferentes colaterales mediales.
 PCL: proyecciones aferentes colaterales laterales.
 NPS: núcleo parasimpático sacro.
 (Adaptado de Figura 1 de referencia 6, con autorización del autor).

REFLEJOS DE ALMACENAMIENTO Y VACIAMIENTO VESICAL

En forma simplificada podemos decir que durante el almacenamiento de orina la vejiga se encuentra relajada y su tracto de salida contraído y a la inversa, durante el vaciamiento de orina la vejiga se encuentra contraída y su tracto de salida relajado⁽⁷⁾.

Vías aferentes

Axones aferentes de los nervios pélvicos, hipogástricos y pudendos transmiten información desde el TUI a la médula espinal lumbosacra. La sensación de llene de la vejiga proviene de los nervios pélvicos e hipogástrico y la información sensitiva de cuello vesical y uretra de los nervios hipogástrico y pudendo. Las fibras aferentes A δ mielinizadas del nervio pélvico (ubicadas en el músculo liso) responden a distensión pasiva de la vejiga y dan información del llene de la vejiga (además responden a la contracción activa de la vejiga con una importante función refleja para mantener la contracción de la vejiga durante el vaciamiento). Las fibras aferentes C no mielinizadas (ubicadas en la mucosa) son silentes bajo condiciones fisiológicas, pero se reclutan en patologías neurológicas y posiblemente en enfermedades inflamatorias, ocasión en que forman una nueva vía aferente funcional, respondiendo a estímulos nocivos químicos y de enfriamiento, pudiendo causar incontinencia urinaria de urgencia y posiblemente dolor vesical⁽⁴⁾.

Reflejos de almacenamiento vesical

La acomodación de la vejiga a volúmenes crecientes de orina es primariamente un fenómeno pasivo dependiente de las propiedades intrínsecas del músculo liso y estroma vesical, como también de la inactividad de las vías parasimpáticas eferentes⁽⁴⁾.

Existen reflejos espinales y supraespinales que son responsables del almacenamiento de orina en la vejiga:

1. Las aferencias nerviosas provenientes de la vejiga estimulan interneuronas en el asta dorsal de médula espinal S2 – S4. Estas interneuronas se proyectan a los segmentos toraco-lumbares T11 – L2 de la médula espinal, activando las neuronas eferentes preganglionares simpáticas del asta intermediolateral con lo que se produce un aumento del influjo simpático. Se produce entonces una inhibición de la contracción del músculo detrusor de la vejiga y un aumento de la resistencia uretral, además de una inhibición del SN parasimpático en los ganglios pélvicos.
2. Las aferencias nerviosas provenientes de la vejiga también se proyectan al asta anterior de la médula espinal S2 – S4 (núcleo de Onuf) donde residen las neuronas eferentes somáticas que inervan el esfínter uretral externo produciéndose un aumento de la resistencia uretral (reflejo de guardia)⁽³⁾. La actividad aferente del esfínter uretral externo y de la musculatura del piso pelviano activan las motoneuronas del mismo esfínter uretral externo aumentando la resistencia uretral.
3. La actividad aferente del esfínter uretral externo puede inhibir la respuesta del SN parasimpático sobre la contracción del músculo liso de la vejiga.
4. Proyecciones nerviosas provenientes de la protuberancia dorso-lateral (centro de almacenamiento pontino, PSC: *pontine storage center*) también pueden estimular al núcleo de Onuf del asta anterior de la médula sacra produciendo contracción del esfínter uretral externo y aumento de la resistencia uretral. La Figura 6 resume estos reflejos^(3,4,6).

Reflejos de vaciamiento vesical

Existen reflejos espinales y supraespinales que son responsables del vaciamiento de orina de la vejiga:

1. A cierto umbral de presión vesical se activan mecanorreceptores cuyas aferencias se proyectan

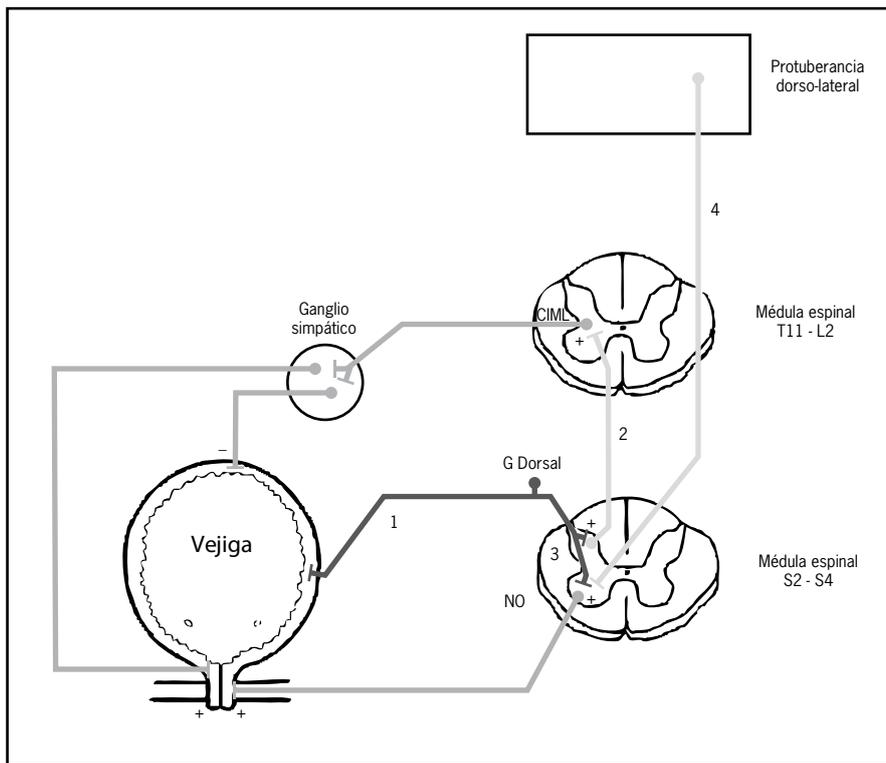


Figura 6. Reflejos de almacenamiento vesical.

1. Las aferencias desde la vejiga estimulan interneuronas en asta dorsal de médula espinal S2 – S4.
2. Se proyectan a segmentos toracolumbares T11 – L2 sobre neuronas simpáticas preganglionares, produciendo un aumento del influjo simpático: inhibición de la contracción del detrusor, aumento de la resistencia uretral e inhibición del SN parasimpático en los ganglios pélvicos.
3. Las aferencias desde la vejiga también se proyectan al núcleo de Onuf, produciendo una activación del esfínter uretral externo con aumento de la resistencia uretral.
4. Proyecciones desde la protuberancia dorso-lateral también pueden estimular al núcleo de Onuf y aumentar la resistencia uretral.

(Adaptado de Figura 6 de referencia 3).

al asta anterior de la médula espinal S2 – S4 (núcleo de Onuf), inhibiendo las neuronas eferentes somáticas que inervan el esfínter uretral externo, produciéndose una disminución de la resistencia uretral.

2. Esas mismas aferencias estimulan interneuronas en el asta dorsal de la médula espinal S2 – S4 que se proyectan con actividad excitatoria a la protuberancia dorso-medial (centro de la micción pontino, PMC: *pontine micturition center*).
3. La protuberancia dorso-medial inhibe el núcleo de Onuf de la médula espinal S2 – S4 relajando el esfínter uretral externo, produciéndose una disminución de la resistencia uretral.
4. La protuberancia dorso-medial estimula el núcleo parasimpático de la médula espinal S2 – S4, produciendo la contracción del músculo liso de la vejiga y relajación del músculo liso de la uretra.
5. La actividad aferente de la uretra por el flujo urinario puede facilitar la respuesta eferente del SN

parasimpático al detrusor por un reflejo espinal a través de los nervios pélvicos y por un reflejo supraespinal a través del nervio pudendo (reflejos de la uretra a la vejiga), permitiendo la mantención de la contracción y vaciamiento completo de la vejiga. La fase de vaciamiento de la vejiga consiste de una relajación inicial del esfínter uretral seguido de una contracción de la vejiga, de un aumento de la presión intravesical y del flujo de orina. La Figura 7 resume estos reflejos^(3,4,6).

RED NEUROLÓGICA SUPRAESPINAL

El TUI está controlado por una compleja red neurológica supraespinal que en el ser humano ha podido ser conocida de mejor forma gracias a los estudios de imágenes funcionales cerebrales⁽⁸⁾. Esta red se ha sistematizado y simplificado en un modelo de control central compuesto de 3 circuitos⁽⁹⁾:

1. Circuito 1: ubicado en el tronco encefálico (mesencéfalo y protuberancia) es responsable de

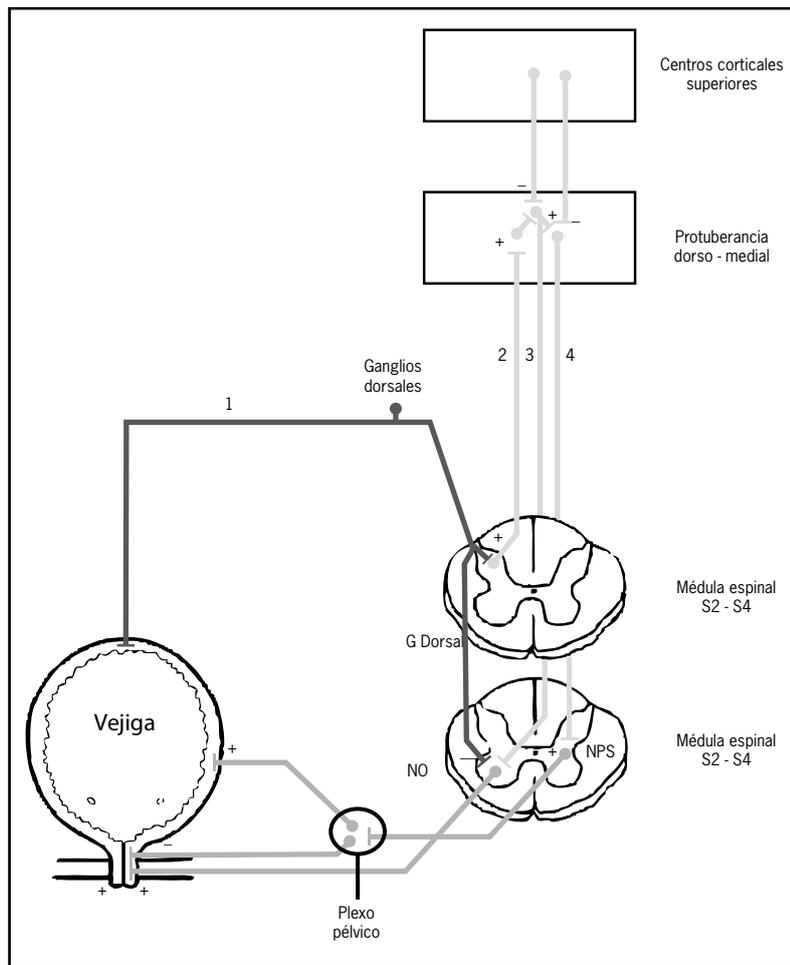


Figura 7. Reflejos de vaciamiento vesical.

1. Se activan mecanoreceptores a un umbral de presión vesical los que se proyectan al núcleo de Onuf (NO), inhibiéndolo y estimulando interneuronas en el asta dorsal de médula espinal S2 – S4.
2. Las interneuronas se proyectan a la protuberancia dorso-medial (PMC) con actividad excitatoria.
3. Desde la protuberancia dorso-medial se inhibe el núcleo de Onuf de la médula espinal sacra, disminuyendo la resistencia uretral.
4. Desde la protuberancia dorso-medial se estimula el núcleo parasimpático de la médula espinal S2 – S4, produciéndose una relajación de la uretra y una contracción del detrusor.

(Adaptado de Figura 5 de referencia 3).

que el reflejo de la micción sea “mecánicamente apropiado”, es decir, que ocurra a un volumen de orina vesical adecuado y con coordinación de los componentes del TUI.

2. Circuito 2: ubicado en el sistema límbico es responsable de que el reflejo de micción sea “emocionalmente seguro”, es decir, que ocurra en un ambiente seguro para el organismo (importancia evolutiva).
3. Circuito 3: conformado por el sistema cortical y cingulado es responsable de que el reflejo de micción sea “socialmente apropiado”, ya que entrega la sensación de llene de la vejiga y la motivación para ir a orinar. Los evalúa en el contexto social y decide si la micción voluntaria es o no apropiada. La determinación final sobre

si ocurre o no la micción dependerá también del procesamiento de los otros dos circuitos⁽⁸⁾. Se ha visto que existe una lateralización a derecha del control supraespinal a nivel pontino (circuito 1) y a nivel frontal (circuito 3).

Circuito 1: Está ubicado en el tronco encefálico y conformado por la sustancia gris periacueductal (PAG) y el centro de la micción pontino (PMC). La PAG tiene la función de procesar las señales provenientes de la vejiga y de los circuitos 2 y 3 y el PMC es responsable de organizar la contracción de la vejiga y la relajación sinérgica de la uretra. La vía aferente viaja desde la vejiga por la médula espinal hasta la PAG; dentro de la PAG (central y lateral) se procesan las señales; la vía eferente parte de la PAG lateral a través del PMC hasta la médula espinal

sacra. Durante el llene de la vejiga la vía eferente que va desde la PAG al PMC se apaga, previniendo la micción. A cierto nivel de distensión vesical la actividad aferente proveniente de la vejiga supera el umbral crítico de la PAG, produciéndose un cambio a activación máxima de la vía eferente excitando el PMC produciéndose la micción. Este circuito no provee de control voluntario⁽⁹⁾.

Circuito 2: Está ubicado en el sistema límbico cuyos componentes son el hipotálamo, la amígdala, el complejo parahipocampo, el giro cingulado posterior y (pre)cuneus y la región septal (núcleo *accumbens*). Este circuito recibiría información aferente de la vejiga a través de la PAG y directamente por el tracto espinotalámico. La información obtenida adquiere contenido emocional, comparándose con respuestas innatas y aprendidas en el parahipocampo y (pre)cuneus. De acuerdo a las circunstancias, la situación es considerada segura o insegura y se envía información tanto al circuito 1 como al circuito 3. Este circuito no sólo no provee control voluntario sino que puede anular dicho control⁽⁹⁾.

Circuito 3: Está compuesto principalmente por la ínsula, la corteza cingulada anterior (CCA) dorsal y la corteza prefrontal (CPF) ventromedial y lateral. Las vías aferentes siguen 2 tractos principales hacia el circuito 3: el tracto de la “sensación”, que se salta el circuito 2 y termina en la ínsula, y el tracto de la “emoción”, que viaja a través del circuito 2 y termina en la CCA dorsal. Las señales de la ínsula y la CCA dorsal pueden tomar múltiples diferentes vías eferentes dentro y fuera de la CPF.

A. La ínsula es la corteza aferente homeostática que registra las sensaciones viscerales. Su activación aumenta con el llene vesical y, por lo tanto, con el deseo de orinar (y tiene una menor activación en pacientes mayores con sensación vesical menos pronunciada).

B. La corteza cingulada anterior es la corteza motora límbica responsable de la motivación de

orinar (“cuánta atención le prestamos a las señales aferentes de la vejiga y cómo reaccionamos a ellas”).

C. La corteza prefrontal en sus regiones ventromediales está involucrada en la toma de decisiones en un contexto emocional y social (decisión de orinar). Se desactiva en respuesta al llene vesical y se activa durante la micción. Cuando se toma la decisión de orinar la CPF ventromedial levanta la inhibición del reflejo miccional a nivel de la PAG y si los otros circuitos coinciden ocurre la micción⁽⁹⁾.

En su revisión de los estudios de imágenes funcionales cerebrales, Griffiths y cols. proponen como resumen que en sujetos normales durante el almacenamiento de orina, las aferencias de la vejiga y uretra recibidas en la PAG y mapeadas en la ínsula dan origen a la sensación normal del deseo de orinar, el cual es monitorizado por la CCA. El resultado neto es la inhibición del PMC y del reflejo miccional junto con un aumento gradual de la respuesta de la ínsula, que se corresponde con un deseo progresivo de orinar hasta que se toma la decisión de orinar en la CPF. Por otra parte, aquellos pacientes con incontinencia urinaria de urgencia y presencia de contracciones no inhibidas del detrusor parecen tener como “firma neurológica” una desactivación de la CPF⁽⁸⁾.

ASPECTOS GENERALES DE LAS DISFUNCIONES MICCIONALES POR ENFERMEDADES NEUROLÓGICAS

La mayoría de las disfunciones miccionales secundarias a enfermedades neurológicas son lógicas. Esto quiere decir que pueden ser inferidas del conocimiento de fisiología normal y de localización anatómica del proceso patológico. Sin embargo, la inferencia no es exacta, ya que dependerá por un lado de que la lesión sea completa o incompleta y por otro, de la presencia de otras lesiones no detectadas clínicamente. Es por esto que para su evaluación es fundamental el estudio urodinámico.

Los procesos patológicos del sistema nervioso se clasifican en: 1) distales a médula espinal, 2) de la médula espinal sacra, 3) de la médula espinal supra-sacra y 4) del tronco encefálico o superiores. A continuación describimos los aspectos generales de la disfunción miccional según localización de lesiones neurológicas establecidas⁽¹⁰⁾.

1. Lesiones distales a la médula espinal: durante el almacenamiento vesical puede aparecer mala acomodación de la vejiga (aumento excesivo de la presión basal del músculo detrusor vesical durante el llene), alteración de la sensibilidad y esfínter uretral liso relativamente incompetente. Durante el vaciamiento vesical a menudo existe falta de contracción del detrusor vesical y el esfínter uretral estriado no es susceptible a relajación voluntaria, manteniendo un tono fijo residual con obstrucción a la salida de la vejiga. Un ejemplo de esto es la lesión permanente del plexo pélvico durante una resección abdominoperineal de recto o una histerectomía radical.
2. Lesiones de la médula espinal sacra: las alteraciones son similares a aquellas de las lesiones distales a la médula espinal. Un ejemplo de esto son los traumatismos raquimedulares de S2 o distal y el mielomeningocele en el niño.
3. Lesiones de la médula espinal supra-sacra: durante el almacenamiento vesical existe detrusor hiperactivo (contracción involuntaria del detrusor vesical que puede llevar a incontinencia urinaria) y ausencia de sensibilidad. Durante el vaciamiento vesical existe disinergia del esfínter uretral estriado (contracción del esfínter uretral estriado durante la contracción del detrusor vesical) con obstrucción a la salida de la vejiga. El funcionamiento del esfínter uretral liso dependerá del nivel de la lesión. Si ocurre bajo los segmentos medulares correspondientes al SN autonómico simpático (T11 – L2) este esfínter será coordinado (se relajará durante la contracción del detrusor vesical). Si ocurre a nivel o sobre dichos segmentos este esfínter será disinérgico. Un ejemplo de esto son los traumatismos raquimedulares sobre el nivel S2.
4. Lesiones del tronco encefálico o superiores: durante el almacenamiento vesical existe detrusor hiperactivo (que puede llevar a incontinencia urinaria) y sensibilidad conservada (aunque puede alterarse). Durante el vaciamiento vesical la contracción del detrusor vesical suele ser normal (puede haber detrusor acontráctil especialmente en las lesiones del tronco encefálico que comprometen la PAG y el PMC) y los esfínteres uretrales liso y estriado son coordinados. Ejemplo de esto son los accidentes cerebrovasculares y la enfermedad de Parkinson.

REFERENCIAS

1. Yoshimura N, Jeong JY, Kim DK, Chancellor MB. Integrated physiology of the lower urinary tract. En: Corcos J, Schick E eds. Textbook of the neurogenic bladder, 2nd edition. United Kingdom: Informa Healthcare, 2008;101-15.
2. Fowler, CJ, Griffiths D, de Groat WC. The neural control of micturition. Nature reviews 2008;9:453-66.
3. Chai TC, Steeres WD. Neurophysiology of micturition and continence. Urol Clin North Am 1996;23:221-36.
4. Yoshimura N, Chancellor MB. Physiology and pharmacology of the bladder and urethra. En: Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA eds. Campbell-Walsh Urology, 10th edition. USA: Saunders Elsevier, 2012; 1786-1833.
5. Abrams P, Andersson KE. Muscarinic receptor antagonists for overactive bladder. BJU Int 2007;100:987-1006.
6. de Groat WC, Fraser MO, Yoshimaya M, Smerin S, Tai C, Chancellor MB, Yoshimura N, Roppolo JR. Neural control of the urethra. Scand J Urol Nephrol Suppl 2001;207:35-43.
7. Abrams P. A simple method for teaching about voiding disorders. BJU Int 2006;98:463.
8. Griffiths D, Tadic SD. Bladder control, urgency and urge incontinence: evidence from functional brain imaging. Neurourol Urodyn 2008;27:466-74.
9. Griffiths DJ, Apostolidis A. Neurological control of the bladder in health and disease. En: Fowler CJ, Panicker JN, Emmanuel A eds. Pelvic organ dysfunction in neurological disease. United Kingdom: Cambridge University Press, 2010;1-24.
10. Wein AJ. Lower urinary tract dysfunction in neurologic injury and disease. En: Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA eds. Campbell-Walsh Urology, 9th edition. USA: Saunders Elsevier, 2007; 2011-45.

CORRESPONDENCIA



Dr. Juan Pablo Valdevenito Sepúlveda
Servicio de Urología
Hospital Clínico Universidad de Chile
Santos Dumont 999, Independencia, Santiago
Celular: 6 595 4570
E-mail: jpvvaldevenito@yahoo.com