

# OPINIONES, DEBATES Y CONTROVERSIAS

## SÍNDROME DE RESECCIÓN TRANSURETRAL DE PRÓSTATA. Revisión de conceptos

Transurethral prostate resection syndrome. Review of concepts

### Resumen

Desde que el síndrome de resección transuretral de próstata (SRTUP) fue descrito hace casi sesenta años su reconocimiento y su entendimiento han abarcado un importante acervo dentro de la literatura médica mundial. A pesar de esto, conceptos como la interacción de la hiponatremia, hipoosmolaridad y glicinemia, así como el descubrimiento de nuevas moléculas con poder osmolar adecuado quedan aún por refinar con nuevos estudios en años venideros. No obstante, hace siete años se publicó la experiencia en una institución de tercer nivel local acerca del síndrome, es importante retomar esta importante complicación quirúrgica, dada su morbilidad y mortalidad, transmitir una revisión bibliográfica reciente de conceptos fisiopatológicos, clínicos y de manejo para el ámbito urológico colombiano.

**Palabras clave:** síndrome, resección transuretral de la próstata, hiponatremia, hiperglicinemia.

**Moncada-G J, Donoso-Donoso W.** Síndrome de resección transuretral de próstata. Revisión de conceptos. *Rev.Fac.Med.* 2009; 57: 184-195.

### Summary

Since the transurethral prostate resection syndrome was described almost sixty years ago, its recognition and understanding have reached an important wealth in the world medical literature. Despite this, concepts like the interaction of hyponatremia, hypoosmolarity and glycinemia, as well as the discovery of new molecules with proper osmotic power can still be further refined in forthcoming years. Even though the experience of a third level of complexity institution in Colombia was published seven years ago, it is important to reassess this important surgical complication, given its morbidity and mortality, and to undertake a bibliographical review of physiological and clinical management concepts in the Colombian context.

**Key words:** syndrome, transurethral resection of the prostate, hyponatremia, hyperglycinemia, nonketotic.

**Moncada-G J, Donoso-Donoso W.** Transurethral prostate resection syndrome. Review of concepts. *Rev.Fac.Med.* 2009; 57: 184-195.

## Introducción

Por primera vez descrito en 1947 por los doctores Creevy y Webb (1), a partir de la observación de hemólisis fatal luego de una prostatectomía transuretral y posteriormente la observación por parte de los doctores Harrison y Boren de la concurrencia de hiponatremia y colapso vascular posterior a este mismo procedimiento (2), el síndrome de resección transuretral de próstata (SRTUP) conforma una serie de alteraciones en el volumen hídrico corporal total, osmolaridad y concentración de solutos que se relaciona con la aparición de diversa sintomatología neurológica y cardiovascular acaecidos por la absorción de líquido de irrigación.

## Incidencia

Ha sido identificado con una incidencia del 1 al 15 por ciento en RTUs (3), siendo aún del 25 por ciento cuando se agregan los casos con sintomatología incompleta (4). En Colombia, una serie de 128 pacientes del Hospital San Juan de Dios arrojó una incidencia de 2.3 por ciento (5). Otras series extranjeras, más recientemente, han encontrado una incidencia del 0.8 por ciento (6,7). De acuerdo a una revisión contemporánea en una institución de tercer nivel local se encontró una frecuencia del 1.26 por ciento (8). Así mismo no solamente se relaciona con la RTU de próstata, sino que también ha sido observado con ablación endometrial y procedimientos ureteroscópicos (9-11). Su mortalidad abarca un 0.2 a 0.8 por ciento de los casos (12,13). Por otro lado se ha visto que puede presentarse desde quince minutos luego de iniciado la RTU a veinticuatro horas posterior al procedimiento (14,15)

## Factores de riesgo

Durante una RTU de próstata se ha evidenciado que el ingreso del líquido de irrigación sucede a través de los senos prostáticos que se abren durante el procedimiento, así como lentamente a partir del espacio perivesical y retroperitoneal (16). Por otro lado se han contemplado varios aspectos que predicen un aumento en la absorción del líquido de irrigación (Tabla 1).

De acuerdo a varias observaciones, algunas hechas ya hace varios años, la presión intravesical a la que se encuentra la solución de irrigación juega un papel importante en la absorción. Se reportó que una presión por encima de 30 mmHg determinaba un aumento importante del paso de líquido al compartimiento intravascular, mientras que si se mantenía en 15 cm H<sub>2</sub>O ésta era prácticamente de cero. Por tanto el colocar la bolsa de la solución a 40 centímetros o menos de altura sobre la vejiga, usar resectoscopios de irrigación continua o establecer un drenaje suprapúbico previene satisfactoriamente una absorción aumentada de líquido (17-20).

El tiempo de resección máximo de 60 minutos y la permanencia de escaso tejido capsular que prevenga la exposición de senos prostáticos abiertos puede reducir la posibilidad de absorción de la irrigación en una RTU de próstata (21,2). Lo anterior recalca la correcta indicación de la resección transuretral máxima para un adenoma de 60 - 80 gramos, buscándose una duración del procedi-

**Tabla 1.** Factores que aumentan la absorción de solución de irrigación (13)

Uso de soluciones hipotónicas  
 RTUs prolongadas  
 Presión intravesical elevada de la solución  
 Persistencia de senos prostáticos abiertos

**Tabla 2.** Características de las diferentes soluciones de irrigación (19)

Solución	Osmolalidad
Agua destilada	0
Sorbitol 3%	178 mOsm/kg H <sub>2</sub> O
Glycina 1.5%	200 mOsm/kg H <sub>2</sub> O

miento aproximadamente de 70 minutos según los consensos internacionales. Un estudio contemporáneo comprueba nuevamente que los cambios en los niveles de sodio corporal son proporcionales al tiempo de duración de la resección (22).

A partir del descubrimiento del perjuicio del uso de soluciones hipotónicas y su consecuente hemólisis en procedimientos de resección transuretral, la utilización de soluciones de irrigación con solutos osmóticamente activos como la glicina, sorbitol y manitol, ha disminuido la mortalidad y la ocurrencia de hemólisis asociada al síndrome en más de un 50 por ciento (23) (Tabla 2). Un estudio reciente, llevado a cabo con rigor estadístico, demuestra que incluso el uso de solución al 5 por ciento de dextrosa en agua destilada no se asocia a la aparición del síndrome (24).

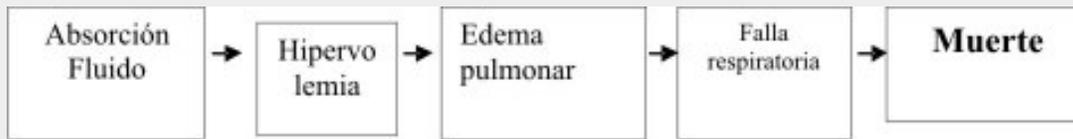
### Fisiopatología

De acuerdo a la definición expuesta al inicio del artículo los mecanismos por los cuales se genera el síndrome son debidos a alteraciones del volumen hídrico corporal total y a alteraciones en la concentración de los solutos (25).

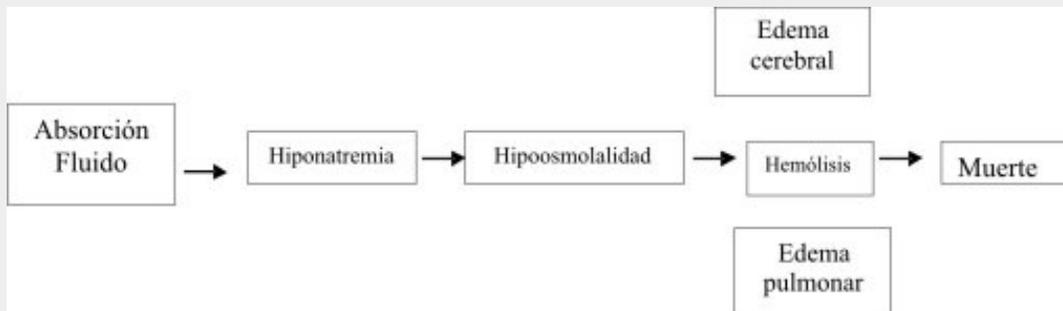
#### Alteraciones del volumen hídrico corporal

El contacto del paciente con la solución de irrigación genera una absorción del mismo al compartimiento intravascular, lo cual ha sido demostrado por varios métodos. La dilución de etanol infundido (26) detectado por niveles exhalados, el aumento de peso del paciente, la dilución del sodio corporal (21), el balance volumétrico de fluidos (21), la tendencia de la PVC (27), la concentración de magnesio y calcio (28) así como la medición del cambio de la impedancia transtorácica (29) han llegado a demostrar hasta un aumento de 3.3 kg en 20 minutos de RTU (30) y tasas de absorción de 200 mL/min (16). Según se reportó en cinco pacientes con sintomatología severa de SRTUP en estos no se halló variación significativa en los niveles de osmolalidad antes y después de la cirugía (31). Lo que demuestra el importante componente de sobrecarga hídrica que acontece por absorción de la infusión y que conlleva a hipertensión, bradicardia y en pacientes con función ventricular límite, a edema pulmonar (Figura 1) (32).

Posteriormente a la aparición de sobrecarga hídrica e hipertensión, y según lo demostró Hahn en los años ochenta, puede acontecer hipotensión. De acuerdo a las observaciones hechas por este autor, de varios pacientes en los que se demostró absorción neta de 1 litro de agua a partir de RTU



**Figura 1.** Eventos fisiopatológicos relacionada a la sobrecarga de líquidos



**Figura 2.** Eventos relacionados a hipoosmolalidad que aparece durante el Síndrome de Resección Transuretral de Próstata

de próstata varios de ellos presentaron hipotensión concurrente con fuga de líquidos al intersticio y disminución de la presión venosa central luego de 30 minutos, todo ello precedido de hipertensión. Tres de ellos alcanzaron a presentar cifras de tensión arterial sistólica inferiores a 80mmHg (17). Se explica lo anterior por la hipervolemia e hiponatremia coincidentes que en últimas conducen a una fuga de líquido al intersticio siguiendo gradientes osmóticos e hidrostáticos (25). Otros autores estiman que el bloqueo simpático dado por la anestesia regional puede coadyuvar al síndrome (25).

Por último, y hallazgo del que dan fe los descubridores del síndrome, la hemólisis resultante de la pérdida plasmática de tonicidad luego de la absorción de agua destilada aunada a una sostenida hipotensión puede conllevar a insuficiencia renal aguda y muerte (33,23).

#### Alteraciones en los solutos corporales

**Hiponatremia.** Desde un principio se ha culpado a la disminución en la concentración del sodio corporal como causante de los desórdenes neurológico y cardiovascular que predominan en el síndrome y que pueden conllevar a la muerte (34). Su ocurrencia es bastante frecuente, llegándose a encontrar niveles de sodio séricos por debajo de 125 mmol/L en hasta el 15 por ciento de las RTUs (35). Aún así se considera que la sola hiponatremia puede no ser el único o fundamental factor en la aparición de la sintomatología neurológica del síndrome (25).

**Hipoosmolalidad.** Según distintos estudios los cambios en la osmolalidad plasmática intervenirían de manera crucial en el funcionamiento alterado del neuroeje que se ve en el síndrome. La intoxicación hídrica neurológicamente sintomática en conejos producida por infusión de glucosa al

2.5 por ciento fue revertida mediante la infusión de solutos osmóticamente activos, sin que se corrigiera la hiponatremia resultante (36); por otro lado se comprobó que cortes de tejido neuronal expuestos a baños de solución hiponatrémica, en los que aparecía hiperexcitabilidad eléctrica, retornaban a su estado normoexcitativo luego de que se les restablecía la osmolalidad circundante con manitol, aunque permaneciera la hiponatremia en el suero infundido (36).

Una caída en la osmolalidad plasmática genera en las neuronas la salida de electrolitos y la regulación a la baja de los osmolitos intracelulares (aminoácidos) en busca de evitar el edema celular. En casos de cambios bruscos en la osmolalidad pueden no darse a la par estos cambios a nivel neuronal, dándose la aparición de edema cerebral, aumento de la presión intracraneal y, por reflejo de Cushing, hipertensión y bradicardia (Figura 2) (25).

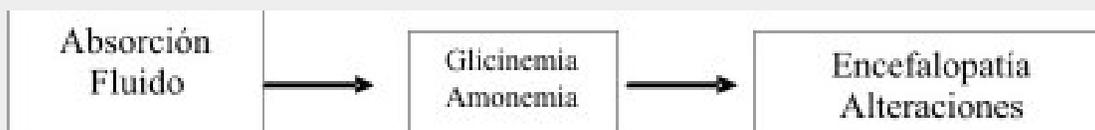
**Hiperamonemia.** La glicina que ingresa al cuerpo es metabolizada de dos maneras. En el lecho portal hepático y en los riñones es deaminada por medios oxidativos a ácido glioxílico y amonio; en cambio a nivel cerebral es degradada por medios enzimáticos a CO<sub>2</sub> y amonio (37,38).

Se considera que el efecto tóxico de los niveles aumentados de amonio que se ven en el SRTUP coadyuva en la sintomatología del síndrome. Los pacientes pueden presentar náuseas, emesis y letargia (39).

**Hiperglicinemia.** Se ha comprobado el efecto de la glicina como neurotransmisor inhibitorio similar al ácido gamaaminobutírico en el neuroeje y en el cordón espinal. Los efectos de sus niveles aumentados se homologan de bebés con ausencia del sistema enzimático de degradación de la glicina como defecto congénito, presentando éstos convulsiones incoercibles, espasticidad, letargia y muerte temprana (40).

Por otro lado, se postula que la glicina genera convulsiones y encefalopatía a partir de la activación alostérica del receptor del NMDA (N-metil-D-aspartato), mediando de un efecto excitatorio (41). Han llegado a detectarse luego de RTUs de próstata niveles de glicina de hasta 14.300 micromol/L (21, 42), que corresponden a diecisiete veces los valores de los bebés que fallecen por el referido defecto congénito. Las concentraciones elevadas de glicina a nivel cerebral originan náuseas, emesis, cefalea, malestar y debilidad. Niveles tan altos de glicinemia pueden verse a infusiones de glicina intravasculares al 1.5 por ciento a 54 cc/min.

Más recientemente se postula a la glicina como el principal candidato causal de los desórdenes visuales en el SRTUP. Puede presentarse desde visión borrosa hasta ceguera total, y se teoriza que sea debido a su probable efecto inhibitorio en la retina. Se han correlacionado niveles de glicina por encima de 4000 micromol/L con la aparición de sintomatología visual leve (43). Ciertamente, los trastornos visuales que se ven con este soluto desaparecen dentro de 24 horas conforme sus niveles descienden (25,43) (Figura 3). Recientemente se ha comprobado en un estudio ciego, prospectivo y de asignación aleatoria que la absorción de glicina a niveles bastante importantes se asocia con la aparición de SRTUP (24).



**Figura 3.** *Eventos relacionados hiperglicinemia e hiperamonemia*

**Tabla 3.** Signos y síntomas del SRTUP (19)

<b>Cardiovasculares</b>	<b>Plasmático y renal</b>	<b>Neuroeje</b>
Hipertensión	Hiperglicinemia	Náusea, emesis
Bradicardia	Hiperamonemia	Agitación
Arritmias	Hiponatremia	Parestesias, convulsiones
Dificultad respiratoria	Hipoosmolalidad	Ceguera
Hipotensión	Falla renal aguda	Coma
Colapso cardiocirculatorio	Hemólisis	MUERTE

## Clínica

Se pueden ver los primeros síntomas poco después de iniciada la intervención hasta veinticuatro horas en el postoperatorio, como se había mencionado. De carácter variable se presentan hipertensión, bradicardia, náusea, emesis, alteración del estado mental, que pueden hacerse progresivos hasta terminar en el coma y la muerte (44).

El cuadro común es el del paciente que presenta hipertensión durante el transoperatorio seguida de náuseas y emesis 30 a 60 minutos más tarde; correlacionándose la aparición de alteraciones por sobrecarga hídrica con la absorción de dos litros de la solución de infusión y a partir de tres a cuatro litros la ocurrencia de alteraciones en la osmolalidad y distribución de solutos (39) (Tabla 3).

La hipotensión que puede ser precedida por hipertensión, como se vio en el aparte de fisiopatología, en el caso de ser coincidente con una caída sustancial en los niveles séricos de sodio se puede asociar a trastornos electrocardiográficos como prolongación del QRS, alteraciones del segmento ST y hasta paro cardíaco (45). Alternamente, algunos pacientes pueden referir dolor torácico al inicio del cuadro (46). Puede ocurrir edema pulmonar, que se manifiesta con aumento de la frecuencia y el trabajo respiratorio, siguiendo la cascada fisiopatológica previamente mencionada (39).

En casos en los que se utiliza glicina en el medio de infusión pueden acontecer de manera progresiva disestesias y parestesias en cara, cuello y miembros superiores y posteriormente visión borrosa o ceguera completa. Estas alteraciones visuales pueden ser los únicos síntomas del síndrome o estandartes de la severidad del mismo. Se sugiere que la hiponatremia pueda coadyuvar en el surgimiento de estos síntomas (39).

A parte de la alteración del estado de conciencia, con agitación o, por el contrario, estupor, se ha descrito la aparición de crisis convulsivas de tipo tónico clónico generalizadas. Casos severos terminan en coma que puede durar hasta veinticuatro horas; por encima de este período de tiempo se correlaciona con un desenlace muy pobre (47).

## Etanol

La monitorización de la concentración de etanol en aire espirado permite de manera muy fidedigna valorar la cantidad de infusión absorbida, estimándose que concentraciones de 0.2 mg/mL se asocian a importantes volúmenes absorbidos y a morbilidad (26,16). Esto se logra con la adición de etanol a bajas concentraciones (0.5-2%) al líquido de irrigación (39).

## Tratamiento

La capacidad que tenga el equipo quirúrgico de sospechar la entidad hará que su tratamiento sea instaurado pertinentemente; de lo contrario su demora puede acarrear graves consecuencias en casos en los que se instaure el cuadro florido (39). Cuando el cuadro se sospecha durante la intervención se podría recomendar la colocación de la bolsa de irrigación a 40 centímetros de altura de la próstata y el paso de una vía de drenaje suprapúbico (48), aunque varios autores recomiendan la suspensión del procedimiento y el proceder con el tratamiento pertinente (49).

Cabe destacar que la monitorización estrecha de los niveles de natremia ha sido recomendada, aún así sean imprecisos de la cantidad de líquido absorbido; lo que se busca es correlacionar y vigilar la hiponatremia tomándose muestras cada quince minutos durante el transoperatorio. Tal conducta traería una imposición alta en costos (50,51). Más sin embargo sería la monitorización de la osmolalidad plasmática un factor a tener más en consideración (25).

En los casos en los que aparece manifestación por hipervolemia e hipertensión el manejo sería con diurético de asa, llegándose a necesitar dosis de furosemida de 20 a 100 mg. Se busca redistribuir el líquido corporal desde el intersticio, promoviendo la diuresis y disminuyendo la volemia (48). Cabe recalcar que el manejo debe instaurarse de manera individualizada. En pacientes en los que se detecte compromiso por edema pulmonar se debe instaurar una terapia de soporte vital adecuada con intubación orotraqueal y monitorización hemodinámica precisa con el uso de catéter venoso central o catéter de arteria pulmonar (39). Otras referencias bibliográficas estiman que el uso de diuréticos osmóticos como el manitol, con especial cautela de empeorar la hipervolemia, puede ser beneficioso (48).

El uso de vasoconstrictores, la monitorización hemodinámica estrecha con PVC o catéter de arteria pulmonar, el uso de solución salina hipertónica y el calcio son recomendados por varios autores para el manejo de los cuadros de hipotensión que pueden presentar los pacientes con el síndrome; sin olvidar, sin embargo, que la resolución definitiva subyace a un correcto restablecimiento de la osmolalidad y natremia plasmáticas (48, 39).

**Tabla 4.** Recomendaciones de acuerdo a niveles de Etanol en aire espirado durante RTU (33)

ETANOL (mg/ml)	VOLUMEN ABSORBIDO (cc)	CONDUCTA
0.05-0.25	200-1000	- Reducir la administración de líquidos EV
0.25-0.5	1000-2000	- Reducir la duración de la RTU. - Disminuir presión intravesical de la infusión.
Mayor de 0.5	Mayor de 2000	- Finalizar la intervención.

La presencia de hiponatremia será distinguida, a parte de la medición de sus niveles plasmáticos, si se asocia a la presencia de síntomas, ya que se ha comprobado que la existencia de éstos son los factores más importantes en cuanto a mortalidad y morbilidad de la entidad (52). Tan pronto ocurra sintomatología en el contexto de hiponatremia, especialmente con sodio sérico menor de 120, se recurrirá al uso de furosemida endovenosa y la infusión de 200 a 500 cc de solución salina al 3 ó 5 por ciento a una tasa no mayor de 100 cc/hora (49). Se busca una corrección de aproximadamente 1.5 mmol/L/hora hasta que cese la sintomatología, se alcance un umbral de natremia de 120-125 mmol/L o se logre un total de corrección de 8 mmol/L en un día (39,53). A considerar será que la tasa de corrección de la hiponatremia no exceda de 12 mmol/L en un día para evitar al máximo el síndrome de demielinización osmótica (25,53). Por el contrario, al detectarse niveles de natremia mayor de 120 mmol/L y que sean asintomáticos podrá instituirse la reposición de solución salina normal a ritmo lento con la previa administración de furosemida endovenosa (39). En el Reino Unido se reportó recientemente la corrección de hiponatremia dilucional en dos pacientes con síndrome de resección transuretral de próstata con solución salina al 29.2 por ciento. Requerirá esta conducta de más estudios para que sea adoptada de manera general ante el temor de generar un fenómeno de demielinización (54).

Se ha comprobado que el uso de L-arginina posterior a una infusión de glicina evita un posterior aumento de los niveles de amonio y acelera la disminución de sus niveles a patrones normales (55). Esta sustancia promueve a nivel hepático la conversión de amonio a urea y disminuye la liberación de amonio al torrente sanguíneo (55). En nuestro medio queda cuestionado su uso dado su disponibilidad y alto costo.

Apoyándonos bajo el concepto de la participación de la glicina en la génesis de las crisis convulsivas en el SRTUP, se ha visto que el magnesio ejerce un efecto negativo sobre el receptor del NMDA (56) y que además, las convulsiones en el síndrome son probablemente resistentes al uso de benzodiazepinas (27); por tanto se promueve el uso de magnesio endovenoso como parte del tratamiento de las crisis convulsivas aparte de la corrección del trastorno de osmolalidad e hiponatremia (25). En cuanto al trastorno visual que puede suceder no hace falta instituir alguna otra medida terapéutica aparte de las ya mencionadas, conociendo que conforme se metaboliza la glicina y disminuyen sus niveles vuelve a la normalidad la función visual (21).

De acuerdo a los niveles de etanol en aire espirado, algunos autores hacen algunas recomendaciones para el manejo del síndrome (Tabla 4).

## Prevención

Se ha discutido por parte de varios autores que las medidas que pueden disminuir la aparición del síndrome son las siguientes (25,39):

- Uso de soluciones de irrigación isoosmóticas
- Limitar la intervención a 60-70 minutos
- Colocación de la bolsa de irrigación a una altura no superior a 60 cms de la próstata
- Monitorización del volumen absorbido mediante medición de etanol, así como medición de natremia y osmolalidad durante el procedimiento.

Terapéuticas nuevas como el uso de resectoscopios bipolares, que utilizan solución salina como irrigación, han demostrado una diferencia estadísticamente significativa en la disminución del sodio sérico con respecto al uso del resectoscopio monopolar. Se invoca su uso dentro del armamentario para disminuir la aparición del síndrome (7, 57-60)). Por otro lado el uso de dextrosa al 5 por ciento en agua destilada como solución de irrigación ha comprobado en años recientes no asociarse a la aparición del síndrome (24).

## Conclusiones

A pesar de ser un procedimiento frecuente en nuestro medio, la resección transuretral de próstata debe alertar a su inicio sobre la posible aparición de una complicación que puede traer consecuencias severas sobre el paciente. La intoxicación por el líquido de irrigación con el consecuente desorden del volumen hídrico corporal total, alteración de la osmolalidad, natremia, glicinemia, que puede acarrear trastornos neurológicos, cardiovasculares y renales debe poner sobre aviso al urólogo tratante en aras de iniciar un esfuerzo terapéutico basado en la sintomatología y gravedad del paciente. El uso de solución salina normal e hipertónica, furosemida, magnesio, vasoconstrictores, apoyo ventilatorio brindará al paciente una oportunidad indiscutible de mejorar su desenlace y permitirá al equipo tratante sortear una complicación que a cualquiera le puede suceder. Finalmente, avances contemporáneos en los instrumentos de resección, como el resectoscopio bipolar, pueden aunar en la desaparición de la incidencia del síndrome.

**Juan Pablo Moncada G, MD.**

*Médico Residente Urología,  
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*

**Wilfredo Donoso Donoso, MD.**

*Instructor Asociado Unidad de Urología,  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*

*Correspondencia: wdonosod@unal.edu.co*

## Referencias

1. **Creevy CD, Webb EA.** A fatal hemolytic reaction following transurethral resection of the prostate gland. *Surgery.* 1947; 21: 56-66.
2. **Harrison Rh, Boren Js.** Dilutional hyponatremic shock: another concept of the transurethral prostatic resection reaction. *J Urol.* 1956; 75: 95-109.
3. **Hahn RG.** Early detection of the TUR syndrome by marking the irrigatin fluid with 1% ethanol. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1989; 33: 146-151.
4. **Hahn RG.** Fluid and electrolyte dynamics during development of the TURP syndrome. *Br J Urol.* 1990; 66:79-84.
5. **Forero J, Guzmán C.** Síndrome de resección transuretral de próstata en el Hospital San Juan de Dios. *Urología Colombiana.* 1999; Agosto: 35-51.
6. **Borboroglu PG, Kane CJ, Ward JF, Roberts JL, Sands JP.** Immediate and postoperative complications of transurethral prostatectomy in the 1990s. *J Urol.* 1999;162:1307-10.
7. **Rassweiler J, Teber D, Kuntz R, Hofmann R.** Complications of Transurethral Resection of the Prostate (TURP)-Incidence, management and prevention. *Eur Urol.* 2006;50: 969-979.
8. **Moncada JP, Donoso W.** Resección transuretral de próstata para hiperplasia prostática benigna en una institución de tercer nivel. Características en una muestra aleatoria retrospectiva. *Urol Colomb*, Vol XVII, No 2 pp 55-62, 2008.
9. **Serocki G, Hanss R, Bauer M, Scholz J, Bein B.** The gynecological TURP syndrome. Severe hyponatremia and pulmonary edema during hysteroscopy. *Anaesthesist.* 2009;58:30-34.
10. **Rao PN.** Fluid absorption during urological endoscopy. *Br J Urol.* 1987; 60: 93-99.
11. **Castillo-Rodríguez M, Larrea-Masvida E.** Staghorn calculi. Combined treatment with percutaneous nephrolithotripsy and extracorporeal lithotripsy. *Arch Esp Urol.* 1993;46:699-706.
12. **Chilton CP, Morgan RJ, England HR.** A critical evaluation of the results of transurethral resection of the prostate. *Br J Urol.* 1978; 50:542-546.
13. **Estey EP, Mador DR, Mephee MS.** A review of 1486 transurethral resections of the prostate in a teaching hospital. *Can J Surg.* 1993; 36: 37-40.
14. **Hurlbert BJ, Wingard DW.** Water intoxication after 15 minutes of transurethral resection of the prostate. *Anesthesiology.* 1979; 49:355-356.
15. **Swaminathan R, Tormey WP.** Fluid absorption during transurethral prostatectomy. *Br J Urol.* 1981; 282:317
16. **Hahn RG, Ekengren JC:** Patterns of irrigating fluid absorption during transurethral resection of the prostate as indicated by ethanol. *J Urol.* 1993; 148: 502-506.
17. **Hahn RG.** Fluid and electrolyte dynamics during development of the TURP syndrome. *Br J Urol.* 1990; 66: 71-78.
18. **Hjertberg H, Petterson B.** The use of a bladder pressure warning device during transurethral prostatic resection decreases absorption of irrigatin fluid. *Br J Urol* 1992; 69: 56-60.
19. **Madsen PO, Naber KG.** The importance of the pressure in the prostatic fossa and absorption of irrigatin fluid during the transurethral resection of the prostate. *J Urol.* 1973; 109: 446-52.
20. **Briggs TP, Parker C, Connolly AA, Miller R.** Fluid delivery systems: high flow, low pressure, the key to safe resection. *Eur Urol.* 1991;19:150-154.
21. **Ghanem AN, Ward JP.** Osmotic and metabolic sequelae of volumetric overload in relation to the TURP syndrome. *Br J Urol.* 1990; 66: 71-78.
22. **Georgiadou T, Vasilakakis I, Meitanidou M, Georgiou M, Filippopoulos K, Kanakoudis F, et al.** Changes in serum sodium concentration after transurethral procedures. *Int Urol Nephrol.* 2007; 39: 887-891.
23. **Emmett JL, Gilbaugh JH, Mclean P.** Fluid absorption during transurethral resection: comparison of mortality and morbidity after irrigation with water and non hemolytic solutions. *J Urol.* 1969; 101: 884-9.
24. **Collins JW, Mcdermott S, Bradbrook RA, Keeley FX Jr, Timoney AG.** A comparison of the effect of 1.5% glycine and 5% glucose irrigants on plasma serum physiology and the incidence of transurethral resection syndrome during prostate resection. *BJU Int.* 2005; 96: 368-372.

25. **Gravenstein D.** Transurethral resection of the prostate syndrome: A review of the pathophysiology and management. *Anesth Analg.* 1997;84: 438-46.
26. **Hjertberg H, Jorfeldt L, Schelin S.** Use of ethanol as marker substance to increase patient safety during transurethral prostatic resection: screening investigation of irrigating fluid absorption in four hospitals and comparison of experienced and inexperienced urologists. *Urology.* 1991; 38: 423-428.
27. **Sohn MG, Vogt C, Heinen G, Erkens M, Nordmeyer N, Jakse G.** Fluid absorption and circulating endotoxins during transurethral resection of the prostate. *Br J Urol.* 1993; 72: 605-10.
28. **Malone PR, Davies JH, Stanfield NJ, Bush RA, Gosling JV, Shearer RJ.** Metabolic consequences of forced diuresis following prostatectomy. *Br J Urol.* 1986;58:406-11.
29. **Casthley P, Ramanathan S.** Decreases in electric thoracic impedance during transurethral resection of the prostate: an index of early water intoxication. *J Urol.* 1981;125: 347-49.
30. **Aasheim GM.** Hyponatremia during transurethral surgery. *Can Anaesth Soc J* 1973; 20:274-80.
31. **Norris HT, Aasheim GM.** Symptomatology, pathophysiology and treatment of the transurethral resection of the prostate syndrome. *Br J Urol.* 1978;45:420-7
32. **Desmond J.** Serum osmolality and plasma electrolytes in patients who develop dilutional hyponatremia during transurethral resection. *Can J Surg.* 1970; 13:116-21
33. **Kolmert T, Norlén H.** Transurethral resection of the prostate: a review of 1111 cases. *Int Urol Nephrol.* 1989; 21:47-55
34. **Appelt GL, Benson GS.** Transient blindness: unusual initial symptom of transurethral prostatic resection reaction. *Urology.* 1979; 13:402-4.
35. **Scheerer RJ, Stanfield NJ.** Fluid absorption during transurethral resection. *Br Med J.* 1981; 282:740.
36. **Andrew RD.** Seizure and acute osmotic change: clinical and neurophysiological aspects. *J Neurol Sci.* 1991; 101:7-18.
37. **Desmond J.** Complications of transurethral prostatic surgery. *Can Anaesth Soc J.* 1970; 17:25-36.
38. **Perry TL, Urquhart N.** Nonketotic hyperglycinemia: glycine accumulation due to absence of glycine cleavage in brain. *N Engl J Med.* 1975;36:1647-1655.
39. **Clemente L, Ramasco F, Platas A, Archila J, Romero I, Corbacho C, et al.** Síndrome de reabsorción post-resección transuretral (r.t.u.) de Próstata: revisión de aspectos fisiopatológicos, diagnósticos y terapéuticos. *Actas Urol Esp.* 2001;25:14-31.
40. **Perry TL, Urquhart N.** Studies of the glycine cleavage enzyme system in brain from patients with glycine encephalopathy. *Pediatr Res.* 1977; 12: 1192-1197.
41. **Johnson W, Ascher P.** Glycine potentiates the NMDA response in cultured mouse brain neurons. *Nature.* 1987; 325:529-31.
42. **Norlén H, Allgén LG.** Glycine solution as an irrigating agent during transurethral prostatic resection. *Scand J Urol Nephrol.* 1986;20:9-17.
43. **Wang J, Creel DJ, Wong KC.** Transurethral resection of the prostate, serum glycine levels, and ocular evoked potentials. *Anesthesiology.* 1989; 70:36-41.
44. **Carlin BI, Kessler JI.** Reducing the complications of TUR syndrome. *Contemporary Urol.* 1996; 8: 13-20.
45. **Hahn RG, Essen P.** ECG and cardiac enzymes after glycine absorption in transurethral resection. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1994; 38(6):550-556.
46. **Wong DH, Hagar JM.** Incidence of perioperative myocardial ischemia in TURP patients. *J Clin Anesth.* 1996; 8: 627-630.
47. **Hahn RG.** Hallucination and visual disturbances in transurethral prostatic resection. *Intensive Care Med.* 1988; 14: 668-671.
48. **Balzarro M, Ficarra V.** The Pathophysiology, diagnosis and therapy of the transurethral resection of the prostate syndrome. *Urol Int.* 2001; 66:121-126.
49. **Hahn RG.** The transurethral resection syndrome. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1991; 34: 557-567.
50. **Hahn RG.** Dilutional hyponatremia following transurethral operation for clot retention. *Br J Anaesth.* 1991; 67: 339-40.

51. **Rothemberg DM, Berns AS, Ivankovich AD.** Isotonic hyponatremia following transurethral prostate resection. *J Clin Anesth.* 1990; 2: 48-53.
52. **Arieff AI.** Hyponatremia. *Mt Sinai J Med.* 1990; 57:125-55.
53. **Androgué H, Madias N.** Hyponatremia. *N Engl J Med.* 2000; 342: 1581-89.
54. **Hamilton P.** Treatment of transurethral resection syndrome with intravenous 29.2% saline. *BJU Int.* 2004; 94: 1141-1142.
55. **Fahey JL.** Toxicity and blood ammonia rise resulting from intravenous administration in man: the protective effect of L-arginine. *J Clin Invest.* 1957;36:1647-55.
56. **Schwarcz R, Medlrum B.** Excitatory amino acid antagonists provide a therapeutic approach to neurological disorders. *Lancet.* 1985; 2:140-143.
57. **Singh H, Desai MR, Shrivastav P, Vani K.** Bipolar versus Monopolar Transurethral resection of the prostate: Randomized controlled study. *J Endourol.* 2005; 19: 333-338.
58. **Ho H, Yip S, Lim KB, Fook S, Fook KT, Cheng CW.** A Prospective Randomized Study Comparing Monopolar and Bipolar Transurethral Resection of Prostate Using Transurethral Resection in Saline (TURIS) System. *Eur Urol.* 2007; 52: 517-524.
59. **De la Rosette JJ, Rassweiler JJ.** Bipolar TURP treatment for BPH refractory to medication: the past, present and future surgical reference standard. *J Endourol.* 2008; 22: 2111-2.
60. **Mamoulakis C, Trompetter M, de la Rosette J.** Bipolar transurethral resection of the prostate : the “ golden standard” reclaims its position. *Curr Opin Urol.* 2009; 19: 26-32.