



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

## Infección urinaria en pacientes portadores de catéter urinario

Guzmán Esquivel J.,<sup>1</sup> Rivera Basan L.M.,<sup>2</sup> Govea Arreguin A.<sup>3</sup>

## RESUMEN

La infección del tracto urinario relacionada con catéter (ITUAC) varía en los estudios publicados, y con frecuencia, los términos “bacteriuria” e “infección del tracto urinario” (UTI) son usados de manera indistinta. Algunos especialistas consideran como ITUAC a los crecimientos  $\geq 10^2$  UFC de un patógeno predominante, especialmente si se asocian con piuria. En todo el mundo se realizan millones de cateterismos de vías urinarias con fines de control, reparación, diagnóstico y tratamiento asociados con riesgo de infección por procedimiento de 1 a 2%, el cual se incrementa de 3 a 7% por día.

Diversos estudios revelan que el uropatógeno predominante es la *E. coli*; sin embargo, en un estudio realizado por Wazait y cols. se encontró que de 1996 a 2001 hubo un cambio significativo en el espectro bacteriano y en la resistencia antimicrobiana; además, se observó mayor incidencia de infecciones polimicrobianas. Una vez colocado el catéter, inclu-

## SUMMARY

*The infection of the tract urinary associated to catheter (ITUAC) is different in the published cli-nics studies as well as the terms “urinary bacteria” and “infection of the urinary tract” (UTI) are frequently used indistinctly. Some specialists consider ITUAC a greater growth or equal  $10^2$  UFC of a pathogen predominant, especially if it's associated to piuria. All around the world there are millions of catheter applies in urinary tract with aim of control, reparation, diagnostic and treatment and this could be associated with the risk of infection from 1 to 2%, which increases from 3 to 7% by day. Different studies reveal that the bacteria most predominant is the *E. coli*, nevertheless, in a study carried out by Wazait et al. they found between 1996 to 2001 there were a significant change in the bacterial spectrum and in the antimicrobial resistance, so they observed greater infections incident. Once the catheter had been placed, even with a good hygiene, the entrance of bacteria can be postponed only temporarily, since eventually all the patient developed urinary bacteria, but is rare the infection on blood by this cause.<sup>8</sup> The hospital workers that have the responsibility of catheter's care, need to have periodical training about techniques and complications by using these kind of catheters.*

1 Maestro en Ciencias Médicas, Instituto Mexicano del Seguro Social HGZ y MF 1, Colima, Col. Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Colima. 2 Médico interno de pregrado, Instituto Mexicano del Seguro Social HGZ y MF 1, Colima, Col. 3 Médico internista; Maestro de tiempo completo, Universidad de Colima.

Correspondencia: Zaragoza 377, Centro, C.P. 28000, Colima, Col. Tel.: (312)31 22121. Correo electrónico: enicetoeto@hotmail.com

**Keywords:** infection urinary, catheter urinary.

so con una buena higiene del mismo, la entrada de bacterias puede posponerse sólo en forma temporal, ya que eventualmente todos los pacientes desarrollarán bacteriuria y es rara la infección del torrente sanguíneo por esta causa;<sup>8</sup> sin embargo, aún así debe considerarse en los pacientes críticos que tienen episodios febriles, ya que la mortalidad se incrementa de 25 a 60%. El personal hospitalario que tiene la responsabilidad del cuidado del

catéter debe tener un entrenamiento periódico en el que se enfatizan las técnicas correctas y las complicaciones secundarias que pueden presentarse con el uso de catéter urinario.

**Palabras clave:** infección urinaria, catéter urinario.

## INFECCIÓN URINARIA

La definición de infección del tracto urinario asociada con catéter (ITUAC) varía en los estudios publicados, y con frecuencia los términos “bacteriuria” e “infección del tracto urinario” (UTI) son usados de manera indistinta.<sup>1</sup> Se ha comprobado que niveles de bacteriuria o funguria  $>10^3$  Unidades Formadoras de Colonias (UFC) son altamente predictivas de ITUAC porque, entre 24 y 48 horas, dichos niveles aumentan a  $10^5$  UFC.<sup>2</sup> Algunos expertos en medicina de rehabilitación sugieren que la bacteriuria en pacientes sometidos a cateterización intermitente equivale a  $10^2$  UFC o cualquier nivel de crecimiento bacteriano detectable si éste se relaciona con catéter permanente.<sup>3</sup> Finalmente, otros especialistas consideran como ITUAC a los crecimientos  $\geq 10^2$  UFC de un patógeno predominante, especialmente si se asocian con piuria.<sup>4</sup>

La piuria se ha considerado universalmente esencial para identificar ITU en pacientes no cateterizados porque se ha encontrado que tiene un excelente valor predictivo;<sup>5,6</sup> sin embargo, ésta no puede ni debe usarse como un criterio aislado para indicar infección urinaria en pacientes portadores de sonda, ya que su sensibilidad y valor predictivo positivo son bajos: 36% para  $>10^3$  UFC y 32% para  $>10^5$  UFC.<sup>7</sup>

Se ha comprobado también que los signos y síntomas asociados con ITUAC, como fiebre, disuria, urgencia, dolor en flancos o leucocitosis, tienen un bajo valor predictivo positivo para este diagnóstico, ya que hasta 90% son asintomáticos. Esto se debe probablemente a que un catéter en el tracto urinario descomprime en forma continua la vejiga, evitando así la urgencia y polaquiuria relacionadas con la distensión de la vejiga inflamada; además, el catéter en la uretra previene la exposición

uretral continua a grandes números de organismos en la orina infectada previniendo la uretritis, y en consecuencia, la urgencia y la disuria.<sup>8</sup>

## CATETERISMO URINARIO

En el mundo se realizan millones de cateterismos de vías urinarias con fines de control, reparación, diagnóstico y tratamiento relacionados con riesgo de infección por procedimiento de 1 a 2%, el cual se incrementa de 3 a 7% por día de permanencia del catéter. Por lo tanto, casi todos los pacientes presentarán bacteriuria después de 30 días de permanencia del catéter uretral;<sup>9</sup> el promedio es de 5% de riesgo por día.<sup>10</sup> Otros estudios refieren que más de la mitad de los pacientes con sonda permanente desarrollarán bacteriuria después de 5 días de uso.<sup>11,12</sup> Por otro lado, el riesgo de infección por día es de 2.7% si se utiliza sonda de manera permanente contra 0.41% con uso intermitente de sonda.<sup>13</sup> Se ha confirmado que hasta 20% de los pacientes hospitalizados por cualquier causa requieren uso de catéter urinario,<sup>14</sup> y por lo tanto, la ITU es la infección nosocomial más común, representando aproximadamente 40% del total de casos, la mayoría de ellas asociadas con el uso de catéter.<sup>15-17</sup> Se ha reportado que 4% de los pacientes mantenidos en cuidado domiciliario usan sondas urinarias permanentes.<sup>18</sup> Asimismo, se ha observado que 16.3% de los pacientes con infección urinaria extrahospitalaria se asocia con el uso de catéter vesical.<sup>19</sup>

De acuerdo con un consenso acerca del tiempo de permanencia de catéter, se considera que el punto de corte convencional para distinguir la cateterización de corto o largo tiempo son 30 días.<sup>20</sup>

Entre los factores de riesgo que se han descrito para desarrollar ITUAC se encuentra el género femenino,  $> 60$  años, duración prolongada de la

cateterización, estancia hospitalaria prolongada en unidad de cuidados intensivos, manejo inapropiado de la sonda, inicio tardío del tratamiento antimicrobiano, colonización de la bolsa de drenaje y área periuretral, estados que favorecen la inmunosupresión como diabetes mellitus, sistemas de drenaje abierto (con mayor riesgo que los cerrados), alteraciones de la función renal, tipos de indicaciones para su uso, localización del catéter, etcétera.<sup>9-18,21,22</sup>

## BACTERIOLOGÍA Y RESISTENCIA BACTERIANA

Diversos estudios revelan que el uropatógeno predominante es la *E. coli*.<sup>19,23</sup> Un estudio realizado en el Reino Unido encontró que de 1996 a 2001 hubo un cambio significativo en el espectro bacteriano y en la resistencia antimicrobiana; además, se observó mayor incidencia de infecciones polimicrobianas, lo cual conlleva implicaciones clínicas importantes, ya que las ITUAC podrían ser más difíciles de tratar, especialmente mientras el catéter se mantenga *in situ*, debido a que para el tratamiento de dichas infecciones tendría que elegirse un antibiótico para el cual las bacterias implicadas sean sensibles o diferentes antibióticos para poderlas cubrir.<sup>23</sup>

Una vez que el catéter está colocado, incluso con una buena higiene del mismo, la entrada de bacterias puede posponerse sólo en forma temporal, ya que finalmente todos los pacientes desarrollarán bacteriuria. De hecho, mientras el catéter se mantenga, los organismos continúan entrando, otros mueren, otros sobreviven y la bacteriuria se vuelve compleja, polimicrobiana y dinámica.<sup>24</sup>

El impacto económico no se ha estimado con certeza, pero se calcula que en los hospitales aumenta un promedio de 2.4 hasta 6 días adicionales de estancia intrahospitalaria.<sup>16,20,21</sup>

Entre las indicaciones más comunes para usar catéter urinario se encuentran: incontinencia y obstrucción urinaria que no se resuelven con manejo médico o quirúrgico, casos donde la cateterización intermitente o el condón (que tienen menor incidencia de complicaciones) no resulten prácticos, drenaje urinario en pacientes con vejiga neurogénica o retención urinaria, como ayuda en cirugía urológica o en otro tipo de cirugías que involucren

estructuras contiguas, medición de uresis, cuidado de pacientes con enfermedad terminal severamente incapacitados en los que la limpieza o el cambio de ropas resulten demasiado incómodos, preferencia del paciente que no responde a tratamientos específicos para la incontinencia, etcétera.<sup>24-26</sup>

El cateterismo intermitente en la fase aguda de pacientes con lesión espinal aguda representa una alternativa al catéter uretral permanente.<sup>25</sup>

## CATETERISMO URINARIO CRÓNICO

Aunque el uso a largo plazo de catéter urinario permanente es efectivo en la prevención de la aparición de úlceras por decúbito, también se han encontrado desventajas y complicaciones al utilizarlo; por ejemplo, infección urinaria, fiebre, pielonefritis, bacteremia, obstrucciones del catéter, cálculos urinarios, inflamación renal crónica, infecciones periuretrales locales, reflujo vesicoureteral; incluso se ha descrito que aumenta el riesgo de desarrollar cáncer vesical si se usa en periodos muy prolongados.<sup>24</sup> Otro riesgo de usar catéter es la reacción inflamatoria de la mucosa uretral que origina la formación de estenosis. Una gran cantidad de factores influyen en ello, por ejemplo, el material del catéter —especialmente el látex—, así como una variedad de sustancias químicas combinadas con el catéter causan reacciones inflamatorias.<sup>16</sup>

Cabe mencionar que aunque inusual en la práctica clínica, el vello introducido durante la colocación del catéter pudiera actuar como nido para la formación de cálculos en la vejiga.<sup>30</sup> Es rara la infección del torrente sanguíneo por esta causa<sup>8</sup> pero aún así debe considerarse en los pacientes críticos que tienen episodios febriles, debido a que conlleva a una mortalidad de 25 a 60%.<sup>22</sup>

Por otra parte, en un intento por describir la patogénesis de las ITUAC, se han realizado diversos estudios; por ejemplo, se ha descrito que un incremento en la adherencia de bacterias gram negativas a las células epiteliales vesicales puede ser un evento importante en el desarrollo de bacteriuria asociada con el catéter, lo cual ocurre aproximadamente entre dos a cuatro días antes de que se establezca, pero dicha adherencia regresa a valores basales cuando se instala la bacteriuria.<sup>28</sup>

## FISIOPATOLOGÍA DE LA INFECCIÓN URINARIA POR CATÉTER

Las dos principales formas de ITUAC son intraluminal y extraluminal. La primera se puede originar por el arrastre de microorganismos del meato o la uretra distal al insertar el catéter, la cual se manifestaría en las primeras 24 horas. La segunda consiste en la adhesión de las bacterias del periné a la superficie del catéter, formando así una membrana o biofilm bacteriano que permite la colonización, multiplicación y diseminación bacteriana que llega a extenderse sobre el uroteli; esta forma de infección se manifiesta después de transcurridas 24 horas. Entre más días pase la sonda instalada, mayor grosor tendrá el biofilm bacteriano y mayor número de bacterias colonizarán el catéter, facilitando así la infección del tracto urinario.

Independientemente de la membrana bacteriana existen familias de microorganismos que crecen en suspensión en la orina.<sup>9,28-31</sup> Respecto a la forma intraluminal, esta puede deberse por interrupción o falla en el sistema de drenaje cerrado o por contaminación de la bolsa recolectora o en la unión de ésta y el catéter.<sup>28,31</sup> El mecanismo de infección más común es la forma extraluminal que se encuentra presente en 66% de los casos.<sup>31</sup>

De acuerdo con los mecanismos de infección, se han investigado diversas estrategias, cuya finalidad es prevenir el desarrollo de ITUAC, en las que se pretende:

- 1) Prevenir la entrada de microorganismos en la vejiga por medio de:
  - Limpieza del área periuretral antes de la cateterización.
  - Limpieza diaria del meato.
  - Uso de catéteres impregnados con antibióticos.
- 2) Prevenir la proliferación de microorganismos en el tracto urinario con:
  - Irrigación con antibióticos.
  - Antibióticos sistémicos profilácticos.
- 3) Prevenir la infección cruzada con:
  - Lavado de manos del personal a cargo del paciente.
- 4) Separación espacial de los pacientes cateterizados, sobre todo los infectados de los que no lo están.<sup>28,32</sup>

En un estudio experimental con modelos animales se encontró que al utilizar catéteres cubiertos con un hidrogel con ciprofloxacino, el tiempo de detección de bacteriuria se duplicó en la mitad de las muestras comparadas con hidrogel puro: 3.5 vs. 5.3 días; además, dicha bacteriuria disminuyó 30%.<sup>33</sup>

En otro estudio con modelos *in vitro* del tracto urinario se encontró que el uso de catéteres impregnados con una combinación que incluya clorhexidina, sulfadiazina de plata y triclosán para inhibir la adherencia bacteriana extraluminal podría ser efectiva a largo plazo con un menor riesgo de desarrollar resistencia antimicrobiana.<sup>15</sup>

Se ha estudiado la incorporación de un aparato de liberación de plata hacia el sistema de drenaje urinario, el cual produce una barrera antibacteriana que protege a la vejiga cateterizada de la contaminación intraluminal al menos por diez días, esto sugiere, *in vitro*, que puede ser útil en el control de infección para los pacientes sometidos a cateterización a corto plazo.<sup>34</sup>

También se ha encontrado que los catéteres con plata reducen significativamente la inflamación de la mucosa uretral si se compara con látex puro o con látex cubierto con hidrogel.<sup>16</sup>

En la actualidad se están investigando en forma experimental catéteres que contienen ácido ascórbico y nitrito en el globo de retención del catéter. El fundamento de esto es que, al combinarse, estos compuestos generan productos antibacterianos, incluso óxido nítrico (ON), el cual se difunde rápidamente hacia la orina a través de la membrana del globo y se ha visto que, *in vitro*, el ON mata en forma efectiva especies de *E. coli*.<sup>35</sup>

En otro intento por encontrar maneras de prevenir las ITUAC, se realizó un estudio experimental con catéteres electrificados que liberan iones en la orina, los cuales tienen propiedades oligodinámicas para inhibir el crecimiento bacteriano. La aplicación de corriente eléctrica a los catéteres conectados con electrodos de plata reduce significativamente la incidencia en la cual estos instrumentos se incrustan con *P. mirabilis*, y que este principio puede utilizarse para prevenir la incrustación de bacterias en los catéteres a largo plazo.<sup>36</sup>

Para la prevención de la proliferación bacteriana —una vez presente en el tracto urinario— se ha

comprobado que la irrigación con agentes antimicrobianos no es efectiva, y de hecho no debe utilizarse como una medida rutinaria para evitar dicha complicación, ya que la frecuente interrupción del sistema de drenaje cerrado aumenta la entrada de microorganismos. Por lo tanto, además de que se contamina, provoca que las bacterias se vuelvan más resistentes si se adopta esta medida.<sup>25</sup>

La profilaxis con ciprofloxacino es efectiva y segura para prevenir ITUAC en grupos selectos de pacientes como aquellos que requieren drenaje vesical durante 3 a 14 días, reduciendo la bacteriuria 75% en los que no lo toman, y 16% en los pacientes tratados.<sup>37</sup>

El personal hospitalario que tiene la responsabilidad del cuidado del catéter debe tener un entrenamiento periódico en el cual se enfatizan las técnicas correctas y las complicaciones secundarias del uso de catéter urinario.<sup>28</sup>

El catéter urinario debe usarse cuando realmente se requiera y sólo por el tiempo necesario. Para pacientes seleccionados puede ser útil usar alternativas a la sonda urinaria como el catéter en forma de condón, la cateterización suprapúbica o la forma intermitente y mantener en lo posible un sistema de drenaje cerrado continuo.<sup>24,28,36</sup>

Si se requieren pequeños volúmenes de orina fresca para estudio, la porción distal del catéter debe ser limpiado con un agente desinfectante y posteriormente aspirar con una jeringa estéril.<sup>36</sup> Si se requieren mayores volúmenes de orina entonces deben obtenerse de manera aséptica a partir de la bolsa de drenaje.<sup>28</sup> Debe mantenerse un flujo continuo de la orina, lo cual se logra evitando movimiento excesivo de la bolsa, vaciándola en forma regular en un contenedor individual para cada paciente y manteniéndola siempre en un nivel por debajo de la vejiga.

Las indicaciones para el cambio de catéter urinario, independientemente del tiempo, son: fuga urinaria, obstrucción del flujo de orina, contaminación, bacteriuria –que amerita tratamiento con antibióticos– y candiduria.<sup>38</sup>

Lo importante del cuidado del catéter es prevenir las complicaciones de la bacteriuria omnipresente. Infortunadamente, las oportunidades clínicas para prevenir sus complicaciones son limitadas; sin embargo, en la actualidad los costos

directos de ITUAC son sustancialmente menores que aquellos reportados en estudios hechos hace más de 15 años, algunos de los cuales son retrospectivos, lo que refleja el poder del impacto de las medidas que hoy se implementan.<sup>24,39</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kunin CM. Care of the urinary catheter. *Urinary Tract Infections: Detection, Prevention and Management*. 5th ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins; 1997:227-79.
2. Stark RP, Maki DG. Bacteriuria in the catheterized patient: what quantitative level of bacteriuria is relevant? *N Engl J Med*. 1984;311:560-4.
3. The prevention and management of urinary tract infections among people with spinal cord injuries: National Institute on Disability and Rehabilitation Research Consensus Statement. *J Am Paraplegia Soc*. 1992;15:194-204.
4. Stamm WE. Urinary tract infections. In: Bennett JV, Brachman PS, eds. *Hospital Infections*. 4th ed. Philadelphia, Pa: Lippincott-Raven; 1998:477-85.
5. Mabeck CE. Studies in urinary tract infections, IV: urinary leukocyte excretion in bacteriuria. *Acta Med Scand*. 1996;193-8.
6. Stamm WE, Running K, McKeivitt M, et al. Treatment of the acute urethral syndrome. *N Engl Med*. 1981;304:956-8.
7. Tambyah PA, Maki DG. The relationship between pyuria and infection in patients with indwelling urinary catheters: a prospective study of 761 patients. *Arch Intern Med*. 2000;160:673-7.
8. Tambyah PA, Maki DG. Catheter-Associated Urinary Tract Infection is rarely symptomatic: A prospective study of 1497 catheterized patients. *Arch Intern Med*. 2000;160:678-82.
9. Nagy E. Prevention and treatment of catheter-associated infections: myth or reality? *EUA Updates series*. 2004;160:678-82.
10. Blumstein H. Infection in the patient with indwelling devices and ostomies. *Emerg Med Clin North Am*. 2001;19(3):709-21.
11. Stamm WE. Catheter-associated urinary tract infections: epidemiology, pathogenesis and prevention. *Am J Med*. 1991;91(suppl 3B):65S-71S.
12. Warren JW. Catheter-associated urinary tract infections. *Infect Dis Clin North Am*. 1997;11:609-22.
13. Esclarin De Ruz A, Garcia Leoni E, Herruzo Ca-



- brera R. Epidemiology and risk factors for urinary tract infection in patients with spinal cord injury. *J Urol.* 2000;164:1285-9.
14. Management of short term indwelling urethral catheter to prevent urinary tract infections. Evidence based practiced information sheets for health professionals. 2000;4(1):1-6.
15. Gaonkar T, Sampath LA, Modak SM. Evaluation of the antimicrobial efficacy of urinary catheters impregnated with antiseptics in an *in vitro* urinary tract model. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2003;24:506-13.
16. Daifuku R, Stamm WE. Bacterial adherence to bladder uroepithelial cells in catheter-associated urinary tract infection. *J Engl J Med.* 1986;14(19):1208-13.
17. Sendor J, Mulholland G. Hospital-acquired urinary tract infections associated with the indwelling catheter. *Urol Clinics N Am.* 1999;26(4):821-8.
18. Zimakoff J, Pontoppidan B, Larsen SO, Stickler DJ. Management of urinary bladder function in Danish hospitals, nursing homes and home care. *J Hosp Infect.* 1993;24:183-99.
19. Carranza MA, Rodríguez D, Días J. Etiología y resistencia bacteriana de las infecciones urinarias en pacientes hospitalizados en el Centro Médico Naval entre enero y diciembre del 2003. *Rev Soc Per Med Inter.* 2003;16(3):5-13.
20. Management of short term indwelling urethral catheter to prevent urinary tract infections. Evidence based practiced information sheets for health professionals. 2000;4(1):1-6.
21. Surveillance of catheter associated urinary tract infections annual report. *Scottish Surveillance of Healthcare Associated Infection Programme.* 2005:1-16.
22. Rosser CJ, Bare RL, Meredith JW. Urinary tract infections in the critically ill patient with a urinary catheter. *Am J Surg.* 1999;177:287-90.
23. Wazait HD, Patel HRH, Veer V, Kelsey M, Van Der Meulen JHP, Miller RA, Emberton M. Catheter-associated urinary tract infections: prevalence of uropathogens and pattern of antimicrobial resistance in a UK hospital (1996-2001). *BJU International.* 2003;91:806-9.
24. Warren JW. Catheter-associated urinary tract infections. *Infect Dis Clin North Am.* 1987;1(4):823-54.
25. Wong E. Guideline for prevention of catheter-associated urinary tract infections. *CDCP.* 2002:1-8.
26. Yoshikawa TT, Nicolle LE, Norman DC. Management of complicated urinary tract infection in older patients. *Journal of the American Geriatrics Society.* 1996;44(10):1235-41.
27. Vaidyanathan S, Singh G, Sett P, Soni BM. Bladder stones of unusual shape in a male with paraplegia due to spinal cord injury who has been performing self-catheterization. *Spinal Cord.* 1999;37:375-6.
28. Daifuku R, Stamm WE. Bacterial adherence to bladder uroepithelial cells in catheter-associated urinary tract infections. *N Engl J Med.* 1986;314(19):1208-13.
29. Saint S, Chenoweth C. Biofilms and catheter urinary tract infections. *Infect Dis Clin N Am.* 2003;17: 411-32.
30. Bass P, Jarvis JA, Mitchell CK. Urinary tract infections. *Primary Care Clin Office Practice.* 2003;10(1).
31. Tambyah PA, Halvorson KT, Maki DG. A prospective study of pathogenesis of catheter-associated urinary tract infections. *Mayo Clin Proc.* 1999;74:131-6.
32. Gaonkar TA, Sampath LA, Modak SM. Evaluation of the antimicrobial efficacy of urinary catheters impregnated with antiseptics in an *in vitro* urinary tract model. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2003;24: 506-13.
33. Pugach JL, Ditzio V, Mittleman MW, Bruce AW, Di-Cosmo F, Khoury AE. Antibiotic hydrogel coated catheters for prevention of urinary tract infection in a rabbit model. *The Journal of Urology.* 1999; 162(3-1):883-7.
34. Stickler DJ, Morris NS, Williams TJ. An assessment of the ability of a silver-releasing device to prevent bacterial contamination of urethral catheter drainage systems. *The British Journal of Urology.* 1996;78(4):579-88.
35. Carlson S, Weitzberg E, Wiklund P, Lundberg JO. Intravesical Nitric Oxide delivery for prevention of catheter-associated urinary tract infections. *Antimicrob Agents Chemother.* 2005;49:2352-5.
36. Chakravarti A, Gangodawila S, Long M, Morris N, Eadie A, Stickler D. An electrified catheter to resist encrustation by *Proteus mirabilis* biofilm. *Journal of Urology.* 2005;174(3):1129-32.
37. Van der Wall E, Verkooyen RP, Mintjes-de Groot J, Oostinga J, van Dijk A, Hustin WN, Verbrugh HA. Prophylactic ciprofloxacin for catheter-associated urinary tract infection. *Lancet.* 1992;339(8799): 946-51.
38. Raz R, Schiller D, Lindsay N. Chronic indwelling catheter replacement before antimicrobial therapy for symptomatic urinary tract infection. *J Urol.* 2000;164(4):1254-8.
39. Tambyah PA, Knasinski V, Maki, DG. The direct costs of nosocomial catheter-associated urinary tract infection in the era of managed care. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2002;23:27-31.