

# Comparación de costo-efectividad del lavado prequirúrgico de manos y antebrazos con diversos antisépticos

Jesús Tapia-Jurado,\* Wulfrano Reyes-Arellano,\* Juan José García-García,\*\*  
José Luis Jiménez-Corona,\* Carmen Magdalena Peña-Jiménez,\* Benjamín León-Mancilla\*

## Resumen

**Introducción:** El lavado prequirúrgico de manos y antebrazos es un procedimiento fundamental para disminuir el riesgo de infecciones. Objetivo: Comparar diversos antisépticos de acuerdo con su actividad microbicida, costos y tiempo del procedimiento.

**Material y métodos:** Treinta sujetos se lavaron las manos con cloruro de benzalconio, yodopovidona y clorhexidina/alcohol, con intervalo de siete días entre cada maniobra. Posterior al lavado prequirúrgico se obtuvieron muestras para cultivos de la palma de la mano y del lecho ungueal, así como después de utilizar guantes estériles por 30 minutos. Además, se cuantificó el costo de los productos utilizados y se midió la duración de cada modalidad de lavado prequirúrgico.

**Resultados:** Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el número de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml) a favor de los que utilizaron clorhexidina/alcohol y yodopovidona contra los que utilizaron cloruro de benzalconio; no hubo diferencias entre clorhexidina/alcohol y yodopovidona. Los costos fueron más elevados para yodopovidona y cloruro de benzalconio contra clorhexidina/alcohol. El tiempo de duración del procedimiento con yodopovidona y cloruro de benzalconio fue similar y en cuanto a la clorhexidina/alcohol fue aproximadamente cinco veces menor.

**Conclusiones:** Está demostrado que la falta de lavado prequirúrgico de manos y antebrazos favorece la infección de las heridas de los pacientes, aumenta su estancia hospitalaria e incrementa los costos de la atención médica, por lo tanto, debemos continuar investigando cuál es el mejor antiséptico en relación con el costo-beneficio. La clorhexidina/alcohol resultó ser el mejor antiséptico costo-beneficio en relación con la yodopovidona y el benzalconio.

**Palabras clave:** Antiséptico, lavado prequirúrgico.

## Abstract

**Background:** "Surgical scrub" of the hands and arms is a fundamental procedure for reducing infection risk. We undertook this study in order to compare different antiseptics and their microbicidal effects, costs and times of the procedures.

**Methods:** Thirty students followed the surgical scrub procedure using benzalkonium chloride. Seven days later the students used povidone-iodine and, 7 days after that, they used chlorhexidine/alcohol. After the surgical scrub, cultures were obtained from the palms of their hands and from their nail beds. The students wore sterile gloves, which were removed 30 min later to obtain new cultures from the same sites. The cost of the products was calculated in Mexican pesos and the time of each procedure was measured in minutes.

**Results:** There was a statistically significant difference in the number of colony-forming units (CFUs). The number of CFUs was lower in the groups of students who used chlorhexidine/alcohol and povidone-iodine as compared to the benzalkonium chloride group. There was no difference between chlorhexidine/alcohol and povidone-iodine. Costs were higher for povidone-iodine and benzalkonium chloride compared to chlorhexidine/alcohol. Procedure times were similar with povidone-iodine and benzalkonium chloride but the time was reduced approximately five times when using chlorhexidine/alcohol.

**Conclusions:** It is a proven fact that the lack of surgical scrub favors wound infections, longer hospital stays and increased costs. Therefore, further studies are needed to determine the best antiseptic according to cost/benefit. Chlorhexidine/alcohol proved to be the superior antiseptic in terms of cost/benefit compared to povidone iodine and benzalkonium chloride.

**Key words:** Antiseptic, surgical scrub.

\* Departamento de Cirugía.

\*\* Departamento de Salud Pública.

Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

### Correspondencia:

Jesús Tapia-Jurado.

Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Interior s/n, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, 04510 México, D. F.

Tel.: (55) 5623 2161. Fax: (55) 5568 4050.

E-mail: [tapij@amcg.org.mx](mailto:tapij@amcg.org.mx)

Recibido para publicación: 28-09-2010

Aceptado para publicación: 24-03-2011

## Introducción

Entre los pacientes sometidos a cirugía, la infección de la herida quirúrgica es una complicación desagradable, tanto para el paciente como para el cirujano, y es causa importante de morbilidad e incluso de mortalidad. Dado que se trata de una complicación prevenible, los esfuerzos para evitarla y controlarla han sido múltiples.<sup>1-4</sup> El lavado prequirúrgico de manos y antebrazos hasta el pliegue del codo es una norma obligada de antisepsia, sin embargo, el advenimiento de nuevos productos antimicrobianos —que tienen características físico-químicas propias derivadas de investigaciones sobre la flora microbiana de la piel— genera la controversia acerca de cuáles son los más apropiados.

Para seleccionar al mejor antiséptico conviene tomar en cuenta que su espectro bactericida sea amplio, que no irrite ni sea absorbido por la piel, que tenga un efecto rápido, que su tiempo de efectividad sea prolongado y su costo adecuado. Por lo tanto, los objetivos de la presente investigación fueron:

1. Comparar la actividad microbicida del cloruro de benzalconio, de la yodopovidona y de la clorhexidina/alcohol, a través de la cuantificación de las unidades formadoras de colonias (UFC/ml) desarrolladas en cultivos de muestras tomadas del lecho ungueal y palma de manos, unas obtenidas inmediatamente después del lavado prequirúrgico y otras 30 minutos después del enguantado con técnica aséptica.
2. Comparar los costos utilitarios de cada uno de los antisépticos.
3. Comparar el tiempo empleado en la asepsia prequirúrgica de manos y antebrazos con cada uno de los tres antisépticos.

## Material y métodos

Estudio experimental, epidemiológico y educativo en el que el tamaño de muestra se estimó para una confiabilidad de 95% y una potencia de 80%, lo que dio por resultado una muestra de 30 individuos, número que representaría tomar 120 muestras para estudios bacteriológicos en cada ocasión, cuatro por sujeto.

Se trabajó con estudiantes que iniciaron el tercer año de la carrera de médico cirujano, quienes conocen los procedimientos básicos de asepsia y antisepsia. En un primer momento los estudiantes se lavaron las manos y los antebrazos con cloruro de benzalconio, cepillo y agua. A los siete días el mismo grupo de alumnos se lavó con yodopovidona, ce-

pillo y agua, y siete días más tarde con clorhexidina/alcohol. Con cada antiséptico se cumplió estrictamente con la técnica conocida para el lavado prequirúrgico.<sup>5,6</sup>

Inmediatamente después de cada lavado prequirúrgico se obtuvieron muestras con hisopo estéril en la palma de la mano y en el lecho ungueal del dedo medio, ambos de la mano derecha, enseguida se solicitó a los estudiantes que se colocaran guantes estériles y 30 minutos después que se los retiraran para la obtención de nuevas muestras en los mismos sitios señalados.

Después de la obtención de las muestras, los hisopos se sumergieron en un mililitro de caldo nutritivo, donde permanecieron cerca de dos horas a temperatura ambiente, posteriormente se inocularon en los medios sólidos seleccionados para bacterias grampositivas y gramnegativas en condiciones de esterilidad, por medio de asa calibrada, mediante técnica de estrías y se incubaron las cajas de Petri a 37 °C por 24 horas. En las cajas donde se presentó desarrollo bacteriano, éste se reportó de acuerdo con la cuantificación de las unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml). El costo de los productos utilizados (antisépticos, cepillos, toallas, agua) se calculó en pesos y se midió el tiempo en minutos de cada procedimiento.

Los criterios de inclusión fueron recibir instrucción de los procedimientos de los lavados quirúrgicos con cada uno de los antisépticos, manos libres de lesiones, uñas recortadas y la no utilización de antibióticos desde siete días antes del estudio.

Se hicieron controles previos de cultivo al agua del grifo, jabón y guantes, los cuales fueron negativos para el desarrollo de bacterias, de igual manera antes de los procedimientos señalados se realizó limpieza exhaustiva de tarjas y jaboneras.

La investigación no demandó considerar aspectos éticos ni de seguridad específicos, ya que el lavado prequirúrgico de manos es un procedimiento rutinario.

Se comparó el número de unidades formadoras de colonias entre la primera y la segunda muestra por sitio, empleando la prueba de Wilcoxon, dado que la variable es cuantitativa discreta y permite el contraste de muestras pareadas o relacionadas. Por otro lado, la comparación del recuento de colonias, ya sea de palma o de lecho ungueal, según el grupo (por método antiséptico usado), se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis. De existir contraste global, para identificar entre qué grupos se presentaban las diferencias se compararon pares de antisépticos por sitio anatómico de toma de muestra, utilizando la U de Mann-Whitney. En cada caso se manejó un valor alfa de 0.05.

**Cuadro I. Resultados de la prueba de Wilcoxon**

		Palma 2-Palma 1	Uñas 2-Uñas 1	Uñas 1-Palma 1	Uñas 2-Palma 2
Cloruro de benzalconio	Valor de Z	-0.356	-0.409	-0.37	-1.54
	Bilateral	0.722	0.682	0.712	0.124
Yodopovidona	Valor de Z	-0.445	-0.830	-0.490	-0.153
	Bilateral	0.656	0.407	0.624	0.878
Gluconato de clorhexidina	Valor de Z	-0.630	-0.272	-0.735	-1.548
	Bilateral	0.529	0.785	0.462	0.122

Para ninguno de los antisépticos se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras obtenidas inmediatamente después del lavado prequirúrgico y después de 30 minutos del enguantado estéril.

## Resultados

Respecto a las colonias bacterianas, en el reporte individual de la palma y del lecho ungueal no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Wilcoxon en ningún caso, es decir, el número de UFC/ml que se encontró en los cultivos inmediatos poslavado se mantuvo sin variaciones a los 30 minutos del enguantado con cualquiera de los tres antisépticos (cuadro I). La comparación global con la prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias estadísticamente significativas en el número de UFC/ml. Finalmente, en la comparación de pares de antisépticos por sitio anatómico de muestra para cada una de ellas, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el número de UFC/ml entre el grupo que utilizó cloruro de benzalconio respecto al que utilizó yodopovidona en la primera y segunda muestras de palma y en la segunda de uñas, pero sí en la primera de uñas (cuadro II).

Al comparar el cloruro de benzalconio con clorhexidina/alcohol se observaron diferencias estadísticamente significativas en las dos tomas de uñas y en la primera de palma, pero no en la segunda (cuadro III).

Por otro lado, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el número de UFC/ml al comparar los grupos que utilizaron yodopovidona y clorhexidina/alcohol por sitio anatómico ni por momento de la toma de muestra (cuadro IV).

En cuanto a las técnicas de lavado de cada uno de los antisépticos, el costo de cepillos y toallas estériles o desechables y el consumo de agua fueron igual para la yodopovidona y el cloruro de benzalconio, costos que no aplicaron cuando se utilizó clorhexidina/alcohol, lo que dio por resultado que el costo del lavado más alto fuera el de la yodopovidona (\$27.40), 1.7% más alto que el del cloruro de benzalconio (\$26.96) y 72.2% más alto que el de clorhexidina/alcohol (\$7.64), como se aprecia en el cuadro V. De

**Cuadro II. Resultados de la prueba U de Mann-Whitney entre benzalconio y yodopovidona**

Sitio de la muestra	Benzalconio contra yodopovidona	
	Valor de Z	Valor de p
Palma 1	-1.85	0.064
Palma 2	-1.55	0.121
Uñas 1	-2.182	0.029
Uñas 2	-1.303	0.192

Entre el cloruro de benzalconio y la yodopovidona solo hubo diferencias estadísticamente significativas en la primera muestra de uñas.

**Cuadro III. Prueba de U de Mann-Whitney entre benzalconio y clorhexidina**

Sitio de la muestra	Benzalconio contra clorhexidina	
	Valor de Z	Valor de p
Palma 1	-2.424	0.015
Palma 2	-1.415	0.157
Uñas 1	-2.777	0.005
Uñas 2	-3.014	0.003

Hubo diferencias estadísticamente significativas a favor de la clorhexidina en tres de las cuatro comparaciones (primera de palmas y primera y segunda de uñas).

igual forma, el tiempo de duración del procedimiento fue igual con yodopovidona o cloruro de benzalconio, pero cinco veces menor respecto al tiempo utilizado con clorhexidina/alcohol. Los costos de la duración del procedimiento se

**Cuadro IV.** Prueba de U de Mann-Whitney entre yodopovidona y clorhexidina

Sitio de la muestra	Yodopovidona contra clorhexidina	
	Valor de Z	Valor de p
Palma 1	-0.313	0.754
Palma 2	-0.165	0.869
Uñas 1	-0.499	0.618
Uñas 2	-1.629	0.103

No se observaron diferencias estadísticamente significativas por sitio ni por unidades formadoras de colonias.

estimaron con el costo del minuto de tiempo de un profesor asociado de tiempo completo de nuestra facultad, mientras que el costo del agua fue obtenido al calcular el agua consumida y el costo cobrable en un recibo de agua particular, el cual se calculó en \$0.02 por litro y se multiplicó por los 5 litros utilizados como consumo promedio.

## Discusión

En los últimos años existen campañas de lavado de manos en los hospitales debido a que se ha demostrado que esta medida disminuye el número de infecciones nosocomiales, además de que acorta la estancia hospitalaria y disminuye los costos médicos. En Estados Unidos, aproximadamente 2 millones de pacientes por año adquieren infecciones nosocomiales,<sup>7</sup> de las cuales una cuarta parte (500 000) es por infección en el sitio quirúrgico,<sup>8</sup> lo que extiende la estancia hospitalaria 7.3 días y, por lo tanto, el costo por paciente aumenta \$3152.00 dólares<sup>9</sup> (aproximadamente \$40 000.00 pesos mexicanos) y ocasiona la muerte por infección en el sitio quirúrgico a 10 000 personas por año.<sup>10</sup>

Aunada a la flora bacteriana normal que se encuentra en las manos del personal de la salud, que puede contaminar e infectar los sitios quirúrgicos y entre la que sobresalen *Staphylococcus aureus* (20%) y *Staphylococcus coagulasa negativo* (14%), existen otros microorganismos como el estreptococo alfa hemolítico, levaduras, hongos e incluso,

**Cuadro V.** Costos de los procedimientos por antiséptico

Elementos considerados	Cloruro de benzalconio	Yodopovidona/ alcohol	Gluconato de clorhexidina/ alcohol	Diferencia B-A	Razón B/A
	A	B	C	B-C	B/C
				C-A	C/A
Costo por lavado del antiséptico	\$1.06	\$20.00 (con cepillo)	\$7.17	18.94 12.83 6.11	18.87 2.79 6.76
Cepillo	\$18.50	Incluido	No aplica	0 No aplica No aplica	1 No aplica No aplica
Toalla estéril reutilizable	\$5.00	\$5.00	No aplica	0 No aplica No aplica	1 No aplica No aplica
Agua	5 litros \$0.02/L \$0.10	5 litros \$0.02/L \$0.10	No aplica	0 No aplica No aplica	1 No aplica No aplica
Tiempo de lavado	10 minutos \$ 2.30	10 minutos \$ 2.30	2 minutos \$0.47	0 8	1 5
Totales para cada antiséptico	\$26.96	\$27.40	\$7.64		0.2

Fue más costoso el procedimiento con yodopovidona, similar al del cloruro del benzalconio, mientras que el más barato fue con gluconato de clorhexidina/alcohol.

por falta de cuidado y limpieza, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.<sup>11</sup> Por lo tanto, el lavado prequirúrgico de manos y antebrazos es fundamental para remover o destruir microorganismos en las áreas del cuerpo que estarán en contacto con las heridas de los enfermos, sin olvidar que existirá mayor riesgo si los guantes se perforan. Por fortuna, a medida que se comprende más la agresión microbiana y su relación con la infección en el sitio quirúrgico, se han podido desarrollar antisépticos para el lavado prequirúrgico cada vez más efectivos, con espectros más amplios, que no irritan ni se absorben, con efecto más rápido, con tiempo de efectividad más prolongado y de costo accesible. En el cuadro VI se mencionan las características más importantes de los principales antisépticos para el lavado de manos utilizados en la actualidad.<sup>12-16</sup>

Si bien el lavado y cepillado prequirúrgico a través del tiempo ha demostrado su eficacia como procedimiento antiséptico, investigaciones recientes mencionan el aumento de las cuentas bacterianas en las manos secundario a un mayor desprendimiento epitelial resultante del trauma del cepillado, con salida de flora bacteriana de folículos pilosos y glándulas sebáceas.<sup>17</sup> También se ha mencionado que la característica que separa a los antimicrobianos del jabón simple es su capacidad de adherencia al estrato córneo, lo que permite la persistencia de su actividad, aspecto fundamental en las cirugías, sobre todo en las prolongadas, ya que los microorganismos proliferan en las manos dentro del ambiente húmedo de los guantes quirúrgicos, problema mayor si los guantes se perforan.<sup>18,19</sup>

La presente investigación incluyó la búsqueda de microorganismos en los lechos subunguales, lugares donde se acumulan residuos y suciedad. De igual forma, los cultivos se tomaron inmediatamente después del lavado y 30 minutos después para verificar la efectividad en rapidez y permanencia del efecto antibacteriano.<sup>20,21</sup> Pudimos demostrar que la

eficacia fue mayor con clorhexidina/alcohol y yodopovidona al compararlas contra cloruro de benzalconio y similar entre las dos primeras, contrario a estudios en los cuales la mayor eficacia se obtuvo con clorhexidina.<sup>22</sup> En cuanto a las cremas antisépticas tipo clorhexidina, en Europa se tiene reporte de mayor aceptación que los jabones, debido al corto tiempo para lograr la limpieza y a la menor irritación en piel. En algunas investigaciones se comparan principalmente dos antisépticos de aplicación en crema o gel: la clorexidina alcohol y el propanol,<sup>23</sup> donde se recomienda la realización del primer lavado del día con agua y jabón y posterior a éste la aplicación del antiséptico en crema o gel. Para apoyar la enseñanza de la aplicación correcta de antisépticos en crema, en algunas escuelas se recurre a la fluorescencia de la misma, para mostrar las áreas desprovistas de ella.<sup>24</sup>

Por otro lado, es importante el tiempo que requiere el lavado prequirúrgico de manos y antebrazos, ya que este aspecto reviste una importancia mayor con la creciente demanda de los servicios de salud. Más aún, ante la diversidad de antisépticos también resulta importante hacer la selección considerando el costo-bienestar del paciente, ya que en el momento actual el costo-beneficio y efectividad son determinantes en la toma de decisiones, sobre todo cuando se utilizan insumos (cepillos estériles, agua, toallas, etcétera) que implican una inversión notable de recursos económicos. Por su parte, con los antisépticos en crema solo se invierte en la dosis del antiséptico por lavado.

Como observamos en la presente investigación, el costo menor fue para la clorhexidina.<sup>25</sup> Desde el punto de vista ecológico, vale la pena tomar en cuenta el ahorro de agua: dado que en promedio se utilizan dos litros por lavado por persona y que por cada cirugía normalmente intervienen cuatro o cinco personas como mínimo en el equipo quirúrgico, el ahorro es de 8 a 10 litros de agua por cirugía, que se traducen en ahorros notables del líquido con el consiguiente impacto en la naturaleza.

**Cuadro VI.** Antisépticos y sus características

Antiséptico/ características	Alcoholes	Hexaclorofeno	Yodopovidona/alcohol	Clorhexidina/alcohol
Acción antimicrobiana	Desnaturalización de proteínas	Precipitación proteínas	Oxidación	Rompe membrana celular
Excelente actividad contra	Grampositivos y negativos	Grampositivos	Grampositivos y negativos	Grampositivos y negativos
Ventajas	Efecto de inicio inmediato	Efecto persistente	Efecto después de 2 minutos	Efecto rápido y persistente, no se absorbe por piel y no irrita
Desventajas	Persistencia corta, produce resequeidad y es inflamable	Efecto de inicio lento	El efecto declina rápidamente y produce irritación en la piel	—

Consideramos conveniente seguir con esta línea de investigación, por lo cual proponemos que en un futuro se extienda la experiencia hacia el ámbito hospitalario, incorporar cirujanos residentes y cirujanos adscritos y tener como medida de efecto otros elementos como la infección de la herida quirúrgica.

## Conclusiones

El poder bactericida de la clorhexidina/alcohol fue mejor que el del cloruro de benzalconio y similar al de la yodopovidona.

La clorhexidina/alcohol tuvo menor costo que la yodopovidona y el cloruro de benzalconio.

La clorhexidina/alcohol requiere menor tiempo para su aplicación que la yodopovidona y el cloruro de benzalconio.

## Agradecimientos

A José Jorge García Loya, Carolina Baños Galeana, Miguel Sandoval Gallardo, Daniela García Monroy, por su valiosa participación en el desarrollo del presente trabajo.

## Referencias

- Semmelweis I. Etiology, Concept, and Prophylaxis of Childbed Fever. Madison, WI: The University of Wisconsin Press; 1983. pp. 46-49.
- Martínez DS, Valdés GSR. Cirugía. Bases del conocimiento quirúrgico y apoyo en trauma. Tercera edición. México: McGraw-Hill Interamericana; 2001. p. 9.
- Lawrence C, Shepherd JA, Lawson Tait. The rebellious surgeon (1845-1899). Lawrence, KS: Coronado Press; 1980. p. 15.
- Archundia A. Cirugía. Educación quirúrgica. Segunda edición. México: McGraw-Hill Interamericana; 2001. p. 13.
- Centers for Disease Control and Prevention. Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings: Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. MMWR 2002;51:6-8.
- Hobson DW. Surgical hand washing: new products for the next millennium. Surg Serv Manage 1998;4:36-43.
- Rabussay D, Korniewicz DM. The risks and challenges of surgical glove failure. AORN J 1997;66:867-888.
- Martone WJ, Jarvis WR, Culver DH, Haley RW. Incidence and nature of endemic and epidemic nosocomial infections. En: Bennet JV, Brackman PS, eds. Hospital Infections. 3<sup>rd</sup> ed. Boston, MA: Little, Brown and Co.; 1992. pp. 577-596.
- Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection. Am J Infect Control 1999;27:97-134.
- Emori TG, Gaynes RP. An overview of nosocomial infections, including the roles of the microbiology laboratory. Clin Microbiol Rev 1993;6:428-442.
- Larson E, Hughes NCA, Pyrek JD, Sparks SM, Cagatay EU, Barkus JM. Changes in bacterial flora associated with skin damage on hands of health care personnel. Am J Infect Control 1998;26:513-521.
- Carro C, Camilleri L, Traore O, Badrikian L, Legault B, Azarnoush K, et al. An in-use microbiological comparison of two surgical hand disinfection techniques in cardiothoracic surgery: hand rubbing versus hand scrubbing. Hosp Infect 2007;67:62-66.
- Webster J, Osborne S. Meta-analysis of preoperative antiseptic bathing in the prevention of surgical site infection. Br J Surg 2006;93:1335-1341.
- Voss A, Widmer AF. ¿Falta de tiempo para lavarse las manos? Lavado de manos vs. frotación alcohólica: ¿podemos aspirar a un 100% de cumplimiento? Infect Control Hosp Epidemiol 1997;18:205-208.
- Larson LE, Laughon EB. Comparison of four antiseptic products containing chlorhexidine gluconate. Antimicrob Agents Chemother 1987;31:1572-1574.
- Edmiston EC, Seabrook RG, Johnson PC, Paulson SD, Beausoleil MC. Comparative of a new innovative 2% chlorhexidine gluconate-impregnated cloth with 4% chlorhexidine gluconate as a topical antiseptic for preparation of the skin prior to surgery. AJIC 2007;35:89-96.
- Mitchell KG, Rawluk DJR. Skin reactions related to surgical scrub up: results of Scottish survey. Br J Surg 1984;71:223-224.
- Kligman AM. The biology of the stratum corneum. En: Montagna W, Lobbitz NWE, eds. The Epidermis. NY, USA: Academic Press; 1964. pp. 387-433.
- Hassing J, Nater JP, Bleumink E. Irritancy of low concentrations of soap and synthetic detergents as measured by skin loss. Dermatologica 1982;164:314-321.
- Weber WP, Reck S, Neff U, Saccilotto R, Dangel M, Rotter ML, et al. Surgical hand antisepsis with alcohol-based hand rub: comparison of effectiveness after 1.5 and 3 minutes of application. Infect Control Hosp Epidemiol 2009;30:420-426.
- Suchomel M, Koller W, Kundi M, Rotter ML. Surgical hand rub: influence of duration of application on the immediate and 3-hours effects of n-propanol and isopropanol. AJIC 2009;37:289-293.
- Widmer AF. Replace hand washing with use of a waterless alcohol hand rub? Clin Infect Dis 2000;31:136-143.
- Trampus A, Widmer AF. Hand hygiene: a frequently missed lifesaving opportunity during patient care. Mayo Clin Proc 2004;79:109-116.
- Hautemanière A, Diguio N, Daval MC, Hunter PR, Hartemann P. Short-term assessment of training of medical students in the use of alcohol-bases hand rub using fluorescent- labeled hand rub and skin hydration measurements. AJIC 2009;37:338-340.
- Balamongkhon B, Thamlikitkul V. Implementation of chlorhexidine gluconate for control venous catheter site care at Siriraj Hospital, Bangkok Thailand. AJIC 2007;35:585-588.