



Artículo original
CIRUGÍA ENDOSCÓPICA

Vol. 16 Núms. 1-4 Ene.-Dic. 2015

Comparación entre sutura recubierta con antibacterial versus cierre tradicional en la incidencia de complicaciones en appendicectomías y colecistectomías laparoscópicas

Juan José Granados-Romero,* Alan Isaac Valderrama-Treviño,**
Ericka Hazzel Contreras-Flores,*** Jesús Carlos Ceballos-Villalva,*** Mariana Espejel-Deloiza,***
Aranza Guadalupe Estrada-Mata,*** Michel Flores-Ceballos***

Resumen

Antecedentes: Desde 1950 se dio a conocer el uso de suturas con recubrimiento antimicrobiano para reducir el riesgo relacionado con las suturas e infecciones del sitio quirúrgico, previniendo la colonización y reduciendo la adhesión bacteriana. **Material y métodos:** Se estudió un total de 200 cirugías laparoscópicas de urgencia (colecistectomías y appendicectomías), con seguimiento por cuatro meses. Se dividió a la población en dos grupos por muestreo aleatorio simple, utilizando en el grupo A sutura de poliglactina 910 y en el grupo B sutura de poliglactina 910 Poli (Glicolida-Co-Lactida) con antibacterial (PGLA 90 Plus Atramat®). Se comparó la incidencia de complicaciones al utilizar las distintas suturas para el cierre de puertos quirúrgicos. **Resultados:** En la incidencia de infección y absceso en colecistectomía laparoscópica al utilizar PGLA 90 Plus Atramat®, se encontró diferencia significativa en comparación con Poliglactina 910, no encontrando diferencia significativa en dehiscencia. Respecto al abordaje laparoscópico en appendicectomías, se encontró diferencia significativa en infección, dehiscencia y la formación de abscesos respecto a los pacientes que utilizaron PGLA 90 Plus Atramat® en comparación con Poliglactina 910. **Conclusión:** El costo adicional de suturas recubiertas con antibacterial es justificable al disminuir tanto el riesgo de infección, dehiscencia y absceso así como la estancia hospitalaria.

Palabras clave: Infección en el sitio quirúrgico, complicaciones, cirugía laparoscópica, suturas con antibacterial.

Abstract

Background: Since 1950, announced the use of sutures with antimicrobial coating to reduce the risk associated with sutures and surgical site infections, preventing colonization and reducing bacterial adhesion. **Material and methods:** We studied 200 laparoscopic emergency surgery (cholecystectomy and appendectomy), with monitoring for four months. We divided the population into two groups by simple random sampling, using the polyglactin 910 group A, while in group B polyglactin 910 coated with chlorhexidine (PGLA 90 Plus Atramat®). The incidence of complications was compared using different closing sutures to surgical ports. **Results:** The incidence of infection and abscess in laparoscopic cholecystectomy using Atramat® PGLA 90 Plus was significantly different compared to Polyglactin 910, finding no significant difference in dehiscence. In laparoscopic appendectomies significant difference in infection dehiscence and abscess formation compared to patients using Atramat® PGLA 90 Plus or Polyglactin 910. **Conclusion:** The additional cost of sutures coated with antiseptic is justifiable because it reduces the risk of infection, dehiscence, abscess and hospital stay.

Key words: Surgical site infection, complications, laparoscopic surgery, sutures coated with antibacterial.

* Médico de base. Cirugía General del Hospital General de México.

** Médico General. Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina, UNAM.

*** Estudiante de Pregrado. Facultad de Medicina, UNAM.

Correspondencia:

Dr. Juan José Granados Romero

Hospital Star Médica Centro. Querétaro 154 Int. 403,
Col. Roma, Del. Cuauhtémoc, 06700, México, D.F., México.
E-mail: jjgranados71@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XIX, la mayoría de las heridas llegaban a infectarse, teniendo una tasa de mortalidad del 80%.¹ El desarrollo de infecciones y la dehiscencia han sido problemas importantes en la cirugía moderna a nivel mundial,²⁻⁴ reportando actualmente a las infecciones del sitio quirúrgico como la segunda causa más frecuente asociada a

una alta morbilidad postoperatoria,⁵ estimando que entre el 40-60% de las infecciones del sitio quirúrgico son prevenibles.⁶

En el Hospital de la Universidad del Cairo se realizan 30,000 cirugías anualmente, teniendo infecciones del sitio quirúrgico aproximadamente del 15% (4,500 casos/año), lo cual impacta en los recursos de atención a la salud por ocupación extra de camas hospitalarias hasta de 16,695 días-cama anual. Si dichos días-cama se previnieran, aumentaría la capacidad anual de cirugía en dicho hospital a 4,925 eventos quirúrgicos. Se plantea además un ahorro de \$1'517,727.00 dólares, utilizando suturas recubiertas con antiséptico.⁷

En Reino Unido, las infecciones del sitio quirúrgico comprenden hasta el 20% de todos los cuidados de la salud asociados a infecciones (IRAS).⁸ Leaper y cols. reportan en un meta-análisis de 48 estudios quirúrgicos que las tasas de infecciones del sitio quirúrgico en Europa varían ampliamente, desde 1.5 a 20%, concluyendo que la verdadera tasa de infecciones del sitio quirúrgico es desconocida, significando un costo extra de 1,47-19.1 millones de euros. Así mismo, se estima que en Europa la duración media de la estancia prolongada atribuible a las infecciones del sitio quirúrgico fue de 9.8 días, a un costo promedio por día de 2,000 €.⁸ Las infecciones del sitio quirúrgico son costosas para el paciente y el sistema de salud: se estima que de cada 27 millones de cirugías realizadas en Estados Unidos cada año, 2,6% de los casos (675.000), resultan en infección del sitio quirúrgico.⁹

Los materiales de sutura tienen un papel relevante en el desarrollo de las infecciones del sitio quirúrgico,¹⁰⁻¹⁶ dado que proporcionan una superficie local para la adherencia de microorganismos,¹⁵ formando una biopelícula que promueve la resistencia bacteriana y el tratamiento antimicrobiano, predisponiendo a la herida para desarrollar una infección,¹⁷ además de ocasionar en algunos sujetos respuestas inflamatorias excesivas.¹⁸ Se ha demostrado que la adhesión de bacterias a material de sutura es muy variable, dependiendo de las especies microbianas, la estructura y la composición química del material de sutura.^{19,20} La probabilidad de infección del sitio quirúrgico en el postoperatorio está influenciada por muchos factores intrínsecos y extrínsecos presentes al momento de la operación.^{21,22}

En la década de 1950 se dio a conocer el uso de suturas con recubrimiento antimicrobiano y antiséptico para reducir el riesgo relacionado con las suturas e infecciones del sitio quirúrgico,²³ previniendo la colonización de heridas quirúrgicas y reduciendo la adhesión bacteriana.^{13,24,25} Los antisépticos tienen poco riesgo de resistencia en comparación con los antibióticos, debido a su acción rápida y directa en múltiples sitios específicos.²⁶ Así mismo, las suturas antimicrobianas deben cumplir con un acto de equilibrio entre la inhibición de bacterias y el mantenimiento de la

biocompatibilidad de las células eucariotas de los tejidos que rodean.²⁷

Los dispositivos médicos recubiertos con agentes antibacterianos, como clorhexidina y triclosán, se han convertido en una parte significativa del esfuerzo por disminuir el riesgo selectivo a infección asociada. En 2002 la *Food and Drug Administration* (FDA) aprobó la primer sutura recubierta con antimicrobiano (poliglactina 910) y recubierta con triclosán (policlorofenoxifenol) que tiene actividad de amplio espectro contra Gram positivos y Gram negativos.^{28,29} Se sabe actualmente que la causa de las infecciones del sitio quirúrgico es multifactorial, que resulta en retraso de la cicatrización, deterioro de la salud y aumento de costos para el sector salud y el paciente.⁴ Edmiston y cols. reportan en su metaanálisis la eficaz disminución del riesgo de infecciones del sitio quirúrgico durante el postoperatorio utilizando suturas recubiertas con antiséptico.¹⁶

La principal desventaja del triclosán, utilizado hasta ahora predominantemente, es el uso no médico en cosméticos, higiene y productos para el hogar, lo cual ha contribuido a la resistencia de bacterias contra este fármaco. Por lo tanto, se están buscando nuevas alternativas como la clorhexidina. Este antiséptico es eficaz contra un amplio espectro relevante de patógenos incluyendo bacterias como *Staphylococcus aureus*.²⁷

MATERIAL Y MÉTODOS

Se presenta un estudio clínico, comparativo, longitudinal, aleatorio y abierto, con recolección de datos de manera prospectiva en el que se compara la incidencia de infección en el sitio quirúrgico, dehiscencia, formación de abscesos y la estancia media hospitalaria al utilizar Poliglactina 910 y Poliglactina 910 con recubrimiento de clorhexidina (PGLA 90 Plus Atramat®) en cirugía laparoscópica. Se realizaron 200 colecistectomías y apendicectomías laparoscópicas, durante el periodo de julio 2014 a julio 2015, de las cuales 100 cirugías fueron apendicectomías laparoscópicas y 100 colecistectomías laparoscópicas. El cuadro 1 resume los criterios de inclusión y exclusión.

Cuadro 1. Criterios de inclusión y exclusión.

| Criterios de inclusión | Criterios de exclusión |
|---|--|
| Pacientes con cuadro apendicular/vesicular confirmado | Apendicectomía/colecistectomía abierta Antecedente de alergia a la clorhexidina |
| Pacientes mayores a 10 años y menores de 75 años Uso de endoloop y engrapadora mecánica lineal | Pacientes menores de 10 años o mayores de 75 años Conversión a cirugía abierta |

Aleatorización y equipo quirúrgico

Se estudió a una población de 200 casos de apendicectomías y colecistectomías laparoscópicas de urgencia por muestreo aleatorio simple mediante Excel 2012. Las cirugías fueron realizadas en su totalidad por un solo cirujano con entrenamiento completo en cirugía laparoscópica y curva de aprendizaje superada, utilizando en todos los pacientes la técnica de tres puertos, con la misma técnica laparoscópica, extrayendo en todos los casos la vesícula biliar o apéndice cecal por endobolsa, con seguimiento de cada uno de los casos durante cuatro meses.

Procedimiento quirúrgico

En todos los casos, el manejo anestésico fue con anestesia general; para las colecistectomías laparoscópicas se utilizaron tres puertos. Se colocaron dos trócares de 10 mm en región transumbilical e infra xifoideo y 1 trócar de 5 mm debajo del reborde costal derecho. Se insufló con CO_2 a 12 mm de mercurio, se disecó el triángulo de Callot, colocando en el conducto cístico cuatro grapas de titanio; 3-1 proximal distal respectivamente, se disecó lecho vesicular, verificando hemostasia y extrayendo la vesícula biliar por endobolsa en todos los casos. Se colocó drenaje tipo Penrose y cierre por planos. Para las apendicectomías laparoscópicas con técnica de tres puertos, se utilizaron dos trócares de 10 mm en región transumbilical y suprapúbico con 1 trócar de 5 mm a nivel

del flanco izquierdo, cortando el mesoapéndice con bisturí armónico y para el cierre de la base apendicular para fases 1-2 se utilizó endoloop y fases 3-4 se utilizó engrapadora mecánica lineal. En todos los casos se empleó lente de 10 mm con ángulo de 30°. El cierre de pared abdominal del grupo A fue con poliglactina 910 (2-0) para fascias de Camper/Scarpa y de (0) para la aponeurosis. Utilizando nylon 3-0 para piel, del Grupo B se realizó con suturas recubiertas con clorhexidina, PGLA 90 Plus Atramat® (2-0/0) para fascias de Camper/Scarpa y aponeurosis respectivamente, afrontando piel con PGC25 Plus Atramat® (3-0).

Análisis estadístico

La población en estudio se dividió en dos grupos, utilizando en el grupo A poliglactina 910 y Nylon, mientras en el grupo B se utilizaron poliglactina 910 Poli (Glicolida-Co-Lactida) y Poli (glicolida-co-epsilon-caprolactona) ambas con recubrimiento antibacterial de clorhexidina (PGLA 90 Plus Atramat® y PGC25 Plus Atramat® respectivamente). El análisis estadístico se realizó con el programa IMB SPSS v21 utilizando la prueba χ^2 y la prueba exacta de Fisher. El valor de $p < .05$ se consideró con significancia estadística.

RESULTADOS

Se operaron 200 pacientes, de los cuales 100 casos fueron colecistectomías laparoscópicas, cerrando la pared

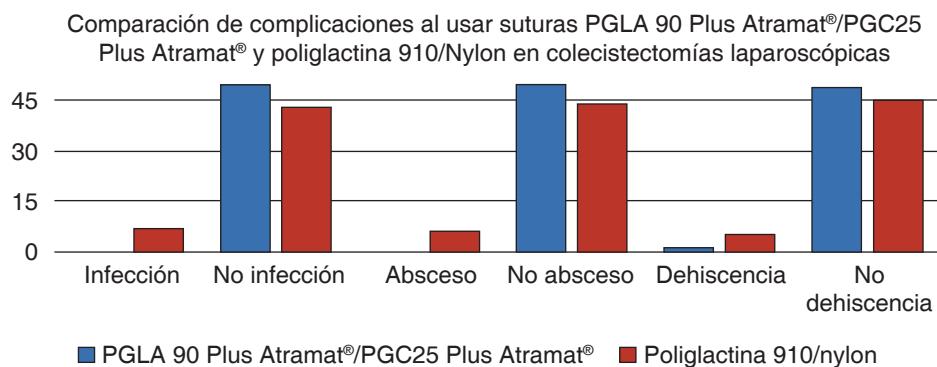


Figura 1.

Comparación entre suturas recubiertas con y sin antiséptico en la incidencia de complicaciones en colecistectomía laparoscópica.

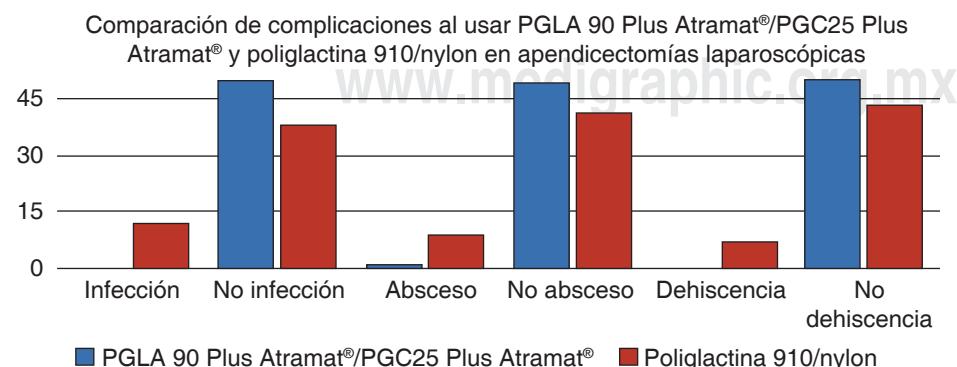


Figura 2.

Comparación entre PGLA 90 Plus Atramat®/PGC25 Plus Atramat® y Poliglactina 910/Nylon, en la incidencia de complicaciones en apendicectomía laparoscópica.

abdominal en 50 pacientes con PGLA 90 Plus Atramat®/PGC25 Plus Atramat® y en 50 pacientes con poliglactina 910/nylon.

En los 100 pacientes con apendicetomía laparoscópica se realizó el cierre de pared abdominal; en 50 de ellos fue con PGLA 90 Plus Atramat®/PGC25 Plus Atramat® y en 50 pacientes con poliglactina 910/nylon (*Figuras 1 y 2*). La comparación por sexo y el uso de suturas con y sin antiséptico de acuerdo al tipo de cirugía, se muestra en la *figura 3*.

En la incidencia de infección y absceso en colecistectomía laparoscópica al utilizar PGLA 90 Plus Atramat®/PGC25 Plus Atramat® se encontró diferencia significativa en comparación con poliglactina 910/nylon. No encontrando diferencia significativa en dehiscencia ($p = .204$). Respecto al abordaje laparoscópico en apendicectomías, se encontró diferencia significativa en infección, dehiscencia y la formación de abscesos respecto a los pacientes que utilizaron PGLA 90 Plus Atramat®/PGC25 Plus Atramat® en comparación con poliglactina 910/nylon (*Cuadro 2*).

En el 27% de los pacientes operados en los que el cierre del puerto transumbilical se realizó con sutura sin antiséptico, se encontró exudado purulento con cultivo positivo para *Staphylococcus aureus*, situación que no se encontró en ningún paciente con suturas con recubrimiento antibacterial. El promedio global de la edad en pacientes en los que se utilizó PGLA 90 Plus Atramat®/PGC25 Plus Atramat® fue de 42 años y con Poliglactina 910/Nylon fue de 45 años, así como el promedio global en la estancia hospitalaria al utilizar suturas recubiertas con antibacterial fue de 1.78 días, en comparación con suturas sin antiséptico que fue de 2.7 días.

DISCUSIÓN

Las consecuencias de las infecciones del sitio quirúrgico incluyen tasas de reingreso hospitalario, retraso del trata-

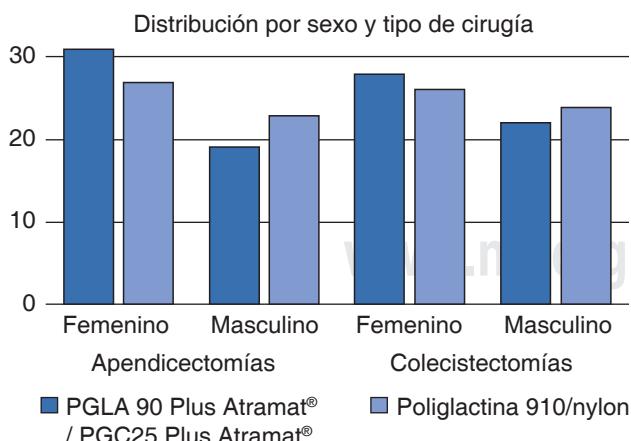


Figura 3. Distribución por sexo al usar sutura PGLA 90 Plus Atramat®/PGC25 Plus Atramat® y poliglactina en colecistectomías y apendicectomías laparoscópicas.

miento, disminución de la confianza en los profesionales de la salud,³⁰ así como la pérdida de productividad por parte del paciente.^{5,22}

Galal & El-Hindawy agrupan a los factores de riesgo para infecciones del sitio quirúrgico en dos categorías principales: los factores relacionados con el paciente y los factores relacionados con el procedimiento. Factores relacionados con el paciente son la edad, la obesidad, supresión inmunológica (uso de esteroides, desnutrición, fármacos inmunosupresores, diabetes mellitus), enfermedades crónicas, tabaquismo, hospitalización prolongada, foco séptico remoto y presencia de sondas. Los factores relacionados con el procedimiento son preparación de la piel y lavado previo, antisepsia, ventilación de la sala de operaciones, tiempo quirúrgico y técnica quirúrgica (trauma, espacio muerto, la presencia de cuerpo extraño, hemostasia).⁷

El uso de material de sutura recubierta con antibacterial, es una tecnología necesaria que puede ayudar a disminuir las infecciones del sitio quirúrgico, ya que no sólo retrasa la cicatrización, sino también puede inducir menor mortalidad, sobre todo en situaciones clínicas de enfermos en estado crítico.^{21,22}

Rodeheaver y cols. reportan que el cierre de la pared abdominal después de incisiones transversales podría llevar a acumular líquido seroso y detritus celulares entre la fascia anterior y la posterior. En esas condiciones podría desempeñar el material de sutura sin revestimiento un factor para la contaminación de la herida. Una vez que el material de sutura llega a contaminarse, el mecanismo de descontaminación de herida por métodos locales es ineficaz.^{31,32}

Una liberación suficiente de antiséptico en el área de la herida en los primeros días podría ser un factor importante para prevenir una infección potencial temprana de la herida. La eficacia a largo plazo de las suturas recubiertas con clorhexidina contra *S. aureus*, se ha visto que duró hasta cinco días en niveles altos y la dimensión de zonas de inhibición con el tiempo no son muy diferentes. Por lo tanto, incluso el bajo contenido de clorhexidina puede ser tan eficaz en la protección de suturas quirúrgicas, sin el agotamiento del antiséptico en suturas.²⁷

Los costos adicionales utilizando el material de sutura recubierta con antiséptico para el cierre de la pared abdominal son insignificantes en comparación con los costos globales de tratamiento de cirugía mayor. Aunado a ello, se sugiere utilizar dichas suturas junto con una efectiva

Cuadro 2. Valor de *p* al comparar incidencia de complicaciones.

| | Colecistectomía | Apendicectomía |
|-------------|-----------------|----------------|
| Infección | $p = .012$ | $p = .000$ |
| Dehiscencia | $p = .204$ | $p = .006$ |
| Absceso | $p = .013$ | $p = .016$ |

antisepsia, con una técnica aséptica y quirúrgica meticulosa con apropiada profilaxis antimicrobiana; la suma de dichos factores nos llevará a buen término, con mejor evolución en el postoperatorio.

CONCLUSIONES

La aplicación de suturas recubiertas con clorhexidina puede tener un impacto significativo en la práctica clínica actual, pudiendo reducir no sólo la morbilidad y riesgo de muerte en pacientes quirúrgicos, sino también los costos hospitalarios. En las suturas recubiertas con antibacterial en esta población de estudio se observó una reducción significativa en la incidencia de infección, dehiscencia y absceso, así como en la duración de la estancia hospitalaria.

Basados en los resultados de nuestro trabajo, recomendamos el uso rutinario de suturas recubiertas con antibacterial en cirugía laparoscópica.

Aunque el costo real imputable a los sucesos relacionados con infecciones del sitio quirúrgico es difícil de determinar y varía en cada institución de acuerdo con su personal, insumos farmacéuticos y tecnológicos, el costo adicional debido a la incorporación de suturas recubiertas con antibacterial puede ser justificable al disminuir tanto el riesgo de reingreso hospitalario como la estancia hospitalaria, la asistencia a consultas externas, el tratamiento con antibiótico sistémico y otros procedimientos, lo cual

tendría un efecto benéfico, especialmente en países en desarrollo como México.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

El protocolo fue aprobado por los Comités de Ética e Investigación del Hospital Ángeles Clínica Londres. Todos los procedimientos se llevaron a cabo de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud.

CONFIDENCIALIDAD DE LOS DATOS, DERECHOS A LA PRIVACIDAD Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes. De cada paciente se cuenta con su consentimiento informado debidamente requisitado.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Enf. Carolina O. Baños Galeana, QFB. Carmen M. Peña Jiménez, ICE. José Jorge García Loya.

REFERENCIAS

- Berard F, Gandon J. Postoperative wound infections: the influence of ultraviolet irradiation of the operating room and of various other factors. *Ann Surg.* 1964; 160: 1-192.
- Barie PS. Surgical site infections: epidemiology and prevention. *Surg Infect (Larchmt).* 2002; 3: S9-21.
- Chen SY, Chen TM, Dai NT, Fu JP, Chang SC, Deng SC et al. Do antibacterial-coated sutures reduce wound infection in head and neck cancer reconstruction? *Eur J Surg Oncol.* 2011; 37: 300-304.
- Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infections. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1999; 20: 247-278.
- Zhan C, Miller MR. Excess length of stay, charges, and mortality attributable to medical injuries during hospitalization. *JAMA.* 2003; 290: 1868-1874.
- Odom-Forren J. Preventing surgical site infections. *Nursing.* 2006; 36: 58-63.
- Galal I, El-Hindawy K. Impact of using triclosan-antibacterial sutures on incidence of surgical site infection. *Am J Surg.* 2011; 202: 133-138.
- Leaper DJ, van Goor H, Petrosillo N, Geiss HK, Torres AJ, Berger A. Surgical site infection – a European perspective of incidence and economic burden. *Int Wound J.* 2004; 1: 247-273.
- Fry DE. The economic costs of surgical site infection. *Surg Infect (Larchmt).* 2002; 3: 37-45.
- Alexander JW, Kaplan JZ, Altemeier WA. Role of suture materials in the development of wound infection. *Ann Surg.* 1967; 165: 192-199.
- Katz S, Izhar M, Mirelman D. Bacterial adherence to surgical sutures. A possible factor in suture induced infection. *Ann Surg.* 1981; 194: 35-41.
- Justinger C, Moussavian MR, Schlueter C, Kopp B, Kollmar O, Schilling MK. Antibiotic coating of abdominal closure sutures and wound infection. *Surgery.* 2009; 145: 330-334.
- Edmiston CE, Seabrook GR, Goheen MP, Krepel CJ, Johnson CP, Lewis BD et al. Bacterial adherence to surgical sutures: can antibacterial-coated sutures reduce the risk of microbial contamination? *J Am Coll Surg.* 2006; 203: 481-498.
- Edmiston CE, Spencer M, Lewis BD, Brown KR, Rossi PJ, Henen CR et al. Reducing the risk of surgical site infections: did we really think that SCIP would lead us to the promised land? *Surg Infect (Larchmt).* 2011; 12: 169-177.
- Masini BD, Stinner DJ, Waterman SM, Wenke JC. Bacterial adherence to suture material. *J Surg Educ.* 2011; 68: 101-104.

16. Edmiston CE Jr, Daoud FC, Leaper D. Is there an evidence-based argument for embracing an antimicrobial (triclosan)-coated suture technology to reduce the risk for surgical-site infections?: A meta-analysis. *Surgery*. 2013; 154: 89-100.
17. Wolcott R, Cutting KF, Dowd SE. Surgical site infections: biofilms, dehiscence and delayed healing. *Wounds UK*. 2008; 4: 108-113.
18. Deliaert AE, van den Kerckhove E, Tuinder S, Fieuws S, Sawaer JH, Meesters-Caberg MA et al. The effect of triclosan-coated sutures in wound healing. A double blind randomized prospective pilot study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2009; 62: 771-773.
19. Chu CC, Williams DF. Effect of physical configuration and chemical structure of suture material on bacterial adherence. *Am J Surg*. 1984; 147: 197-204.
20. Osterberg B, Blomstedt B. Effect of suture materials on bacterial survival in infected wounds: an experimental study. *Act Chir Scand*. 1979; 145: 431-434.
21. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. The Hospital Infection Control Practice Advisory Committee. Guidelines for the prevention of surgical site infections. *Am J Infect Control*. 1999; 27: 97-132.
22. Engemann JJ, Carmeli Y, Cosgrove SE, Fowler VG, Bronstein MZ, Trivette SL et al. Adverse and economic outcomes attributable to methicillin-resistance among patients with *Staphylococcus aureus* surgical site infection. *Clin Infect Dis*. 2003; 36: 592-598.
23. Blaker JJ, Nazhat SN, Boccaccini AR. Development and characterization of silver-doped bioactive glass-coated sutures for tissue engineering and wound healing applications. *Biomaterials*. 2004; 25: 1319-1329.
24. Marco F, Vallez R, Gonzalez P, Ortega L, de la Lama J, Lopez-Duran L. Study of the efficacy of coated Vicryl plus antibacterial suture in an animal model of orthopedic surgery. *Surg Infect (Larchmt)*. 2007; 8: 359-365.
25. Rothenburger S, Spangler D, Bhende S, Burkley D. *In vitro* antimicrobial evaluation of coated VICRYL Plus antibacterial suture (coated polyglactin 910 with triclosan) using zone of inhibition assays. *Surg Infect (Larchmt)*. 2002; 3: 79-87.
26. Leaper D, Assadian O, Hubner N-O, McBain A, Barbolt T, Rothenburger S et al. Antimicrobial sutures and prevention of surgical site infection: assessment of the safety of the antiseptic triclosan. *Int Wound J*. 2011; 8: 556-566.
27. Obermeier A, Schneider J, Wehner S, Matl FD, Schieker M, von Eisenhart-Rothe et al. Novel high efficient coatings for anti-microbial surgical sutures using chlorhexidine in fatty acid slow-release carrier systems. *PLoS One*. 2014; 9: e101426.
28. Bamber AI, Neal TJ. An assessment of triclosan susceptibility against methicillin-resistant and methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus*. *J Hosp Infect*. 1999; 41: 107-109.
29. Jones RD, Jampani HB, Newmann JL, Lee AS. Triclosan: a review of effectiveness and safety in healthcare settings. *Am J Infect Control*. 2000; 28: 184-196.
30. Fleck T, Moidl R, Blacky A, Fleck M, Wolner E, Grabenwoger M et al. Triclosan-coated sutures for the reduction of sternal wound infections: economic considerations. *Ann Thorac Surg*. 2007; 84: 232-236.
31. Rodeheaver GT, Kurtz LD, Belamy WT, Smith SL, Farris H, Edlich RF. Biocidal braided sutures. *Arch Surg*. 1983; 118: 322-327.
32. Wang ZX, Jiang CP, Cao Y, Ding YT. Systematic review and meta-analysis of triclosan-coated sutures for the prevention of surgical-site infection. *Br J Surg*. 2013; 100: 465-473.