

## Artículo original

## Prevalencia y frecuencia de factores asociados a infección en pacientes mayores de 18 años con fracturas cerradas

Rincón-Cardozo DF,\* Sauza-Rodríguez N,\*\* Padilla-Rueda LC,\*\*\* Rincón-Cardozo PA,\*\*\*\*  
Díaz-Mantilla CO,\*\*\*\*\* Abril-Gaona CA\*\*\*\*\*

Universidad Industrial de Santander

**RESUMEN. Introducción:** La infección de sitio operatorio (ISO) es la infección nosocomial más común y es un proceso asociado a múltiples factores, los cuales en conjunto generan una alteración que afecta directamente el bienestar del paciente. **Material y métodos:** Estudio de corte transversal realizado en un período de un año, el tamaño de la muestra se estableció por el total de pacientes que cumplían los criterios de inclusión; se efectuó doble tabulación de los pacientes en el programa de Excel 2013 y se analizaron los datos en Stata versión 11. **Resultados:** La edad promedio fue de  $44.3 \pm 18.8$  años y la relación hombre:mujer fue 1.7:1. De las características clínicas, los miembros inferiores fueron los más afectados y 21.9% de los casos afectó el fémur. Se halló una prevalencia de 6.6%, siendo la infección profunda la más frecuente; *Staphylococcus aureus* se cultivó en 38.5%, de los cuales 40% fue meticilino sensible. **Conclusión:** La prevalencia de ISO en pacientes con fracturas cerradas en el HUS fue de 6.6%, dato elevado comparado con la literatura. Los hallazgos de este estudio permitieron establecer que la hemoglobina por debajo de 10 g/dl, la realización de transfusión, la reintervención y el riesgo quirúrgico ASA se asociaron de manera estadística a la ISO.

**Palabras clave:** Infección, cirugía, fracturas, incidencia.

**ABSTRACT. Introduction:** Surgical site infection (ISO) is the most common nosocomial infection and is a process associated with multiple factors, which together generate a condition that directly affects the welfare of the patient. **Material and methods:** Cross-sectional study, conducted over 1 year period, the sample size was established for all patients who met the inclusion criteria. An instrument takes the variables; double tabulation of patients is performed in Excel 2013 and data are analyzed in Stata version 11. **Results:** The average age was  $44.3 \pm 18.8$  years and the male: female ratio is 1.7:1. Clinical features, lower limbs are the most affected and 21.9 % of cases affect the femur. A prevalence of 6.6 % was found, being the most common deep infection classification. *Staphylococcus aureus* was cultured in 38.5% of which 40% were methicillin sensible. **Conclusion:** ISO prevalence in patients with closed fractures in HUS is 6.6% higher compared with literature data. The findings of this study it was established that hemoglobin below 10 g/dl, transfusion, reoperation and surgical risk ASA were associated statistically with ISO.

**Key words:** Infection, surgery, fractures, incidence.

### Nivel de evidencia: III

\* Residente IV año Ortopedia y Traumatología HUS-Universidad Industrial de Santander.

\*\* Estudiante de Medicina-Universidad Industrial de Santander.

\*\*\* Médico y Cirujana-Universidad Industrial de Santander.

\*\*\*\* Estudiante de Medicina-Universidad Autónoma de Bucaramanga.

\*\*\*\*\* Ortopedista y Traumatólogo Universidad del Valle-Jefe de Servicio de Ortopedia y Traumatología Universidad Industrial de Santander.

\*\*\*\*\* Ortopedista y Traumatólogo Universidad Industrial de Santander-Docente Hombro y Codo UIS.

#### Dirección de correspondencia:

Dr. Diego Fernando Rincón Cardozo

Floridablanca en la Carrera 18 Núm. 158-72, casa 7 Club House I, Municipio de Floridablanca-Santander, Colombia.

Tel: (07) 6913520, 300 2676827, 300 6934813

Correo electrónico: diego\_frc@hotmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

## Introducción

La infección de sitio operatorio (ISO) es una de las infecciones nosocomiales más comunes luego de la neumonía, la infección de vías urinarias y la infección sanguínea;<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup> según el CDC (*Center for Disease Control and Prevention*) es la tercera causa en frecuencia y aproximadamente 14% de los pacientes hospitalizados y 38% de los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos presentan infección, pero esto depende de la intervención que se realice, además datos de Europa expresan hasta 20% dependiendo del seguimiento y calidad de recolección de datos;<sup>5,8,9</sup> en un estudio en Santa Marta (Colombia) realizado en 2007<sup>10</sup> se reporta una incidencia de 2.2% en 2,659 casos, la Fundación Santa Fe de Bogotá (Colombia) reporta en un período de 10 años (de 1991 a 2001) una tasa promedio de ISO de 3.8%.<sup>11</sup> En Nicaragua reportan una incidencia de 2.2% en un trabajo de grado en 2007, sin diferencias entre sexos<sup>12</sup> y Cuba expone una cifra de 4.2%.<sup>5</sup> El germen que se aísla con más frecuencia es *Staphylococcus aureus*.<sup>1,2,3,5,6,7,8,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28</sup> Esta afección se manifiesta con dolor o sensibilidad, edema localizado, enrojecimiento y calor en el sitio quirúrgico.<sup>2,7,12,14,28,29,30</sup> El número de procedimientos quirúrgicos se ha incrementado en los últimos 30 años por extensión de prioridades de salud pública, una mayor expectativa de vida y ampliación de las indicaciones de intervención quirúrgica. Los factores asociados dependen del huésped, del personal médico y de las instalaciones donde se lleva a cabo el procedimiento.<sup>2,3,5,8,14,17,20,28,31,32,33,34,35,36</sup> La infección del sitio operatorio se divide en superficial, profunda y de órgano produciendo diversas y futuras complicaciones al paciente que llega a padecerlo.<sup>8,13,31,33</sup>

## Material y métodos

Se obtuvo aprobación del Comité de Ética de nuestra institución universitaria. Realizamos un estudio de tipo corte transversal; se creó un instrumento de recolección de datos para aplicarlo en un período de Enero a Diciembre de 2012. Se definió ISO como herida quirúrgica con dolor o aumento de sensibilidad, edema localizado, enrojecimiento, calor y/o secreción, con exámenes paraclínicos elevados (cuadro hemático, proteína C reactiva y velocidad de sedimentación globular) y cultivo positivo o negativo dependiendo del cuadro que presente hasta un año después de la realización del procedimiento quirúrgico.<sup>10</sup> Los criterios de inclusión fueron: 1. Pacientes que se infectaron, 2. Mayores de 18 años que sufrieron fracturas cerradas y que requirieron manejo quirúrgico en nuestra institución, 3. Osteosíntesis con placas, tornillos y clavos endomedulares y 4. Reducción abierta de fracturas con alambre quirúrgico y/o clavos de Kirchner. El criterio de exclusión fue toda infección secundaria a tratamiento quirúrgico realizado en otra institución.

Se revisaron 256 fracturas durante el período de estudio y de éstas se tomaron datos de edad en años, la seguridad

social, sexo, fecha de admisión y egreso, días de estancia hospitalaria, región ósea afectada, hueso afectado, tiempo transcurrido entre fractura y procedimiento quirúrgico, diagnóstico tomado con el código CIE 10. En infección de sitio operatorio el número de días entre cirugía e infección, si se realizó reintervención, clasificación de la infección (superficial, profunda y tipo órgano). En aspectos paraclínicos se determinaron niveles de albúmina mayor o menor de 3.5 g/dl, valores de glicemia mayor o menor de 125 mg/dl, hemoglobina mayor o menor de 10 g/dl, transfusión prequirúrgica y postquirúrgica determinando número de unidades y qué hemoderivado se utilizó; se determinó índice de masa corporal, peso y talla, antecedentes personales como diabetes mellitus (DM), hipertensión arterial (HTA), insuficiencia renal crónica (IRC), insuficiencia cardíaca congestiva (ICC), cáncer, VIH, infección de vías urinarias (IVU) y otros no categorizados. También se determinó el tabaquismo, el tipo de cirugía, la sala, la duración de cirugía mayor o menor de dos horas, si se administró profilaxis antibiótica, el tiempo de aplicación mayor o menor de 24 horas y cuál antibiótico se utilizó. El año en el que entró el residente a cirugía (dejando siempre el de mayor año en el caso de que participaran más de uno), el tipo de anestesia y el grupo sanguíneo. Por último el tipo de material utilizado, la materia que lo compone (titanio o acero) y el reporte de cultivo con sensibilidad y resistencia antibiótica.

A los datos recolectados se les realizó doble tabulación en Excel 2013 y se analizó la información teniendo en cuenta IC 95% y una p significativa menor de 0.05, de manera univariada y bivariada con el programa Stata versión 11.

## Resultados

La muestra total estuvo conformada por 256 registros, de los cuales 17 presentaron infección de sitio operatorio para una prevalencia de 6.6% en fracturas cerradas en la institución durante el año 2012. 102 registros mostraron afectación de los miembros superiores (39.8%), de éstos, cuatro casos presentaron infección con una prevalencia de 3.9% y 154 casos se reportaron en miembros inferiores (60.2%), 13 registros fueron positivos para infección con una prevalencia de 8.4%.

Características poblacionales: la edad promedio fue de  $44.3 \pm 18.8$  años; el evento fue más frecuente en hombres con una relación de 1.7 atenciones en hombres por cada atención en mujeres; la condición de afiliación de los afectados al Sistema General de Seguridad Social en Salud fue predominantemente al Régimen Subsidiado, mientras que cerca de 40% de las atenciones se facturaron al Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, característica de este centro hospitalario, así como el estrato socioeconómico de los afectados que perteneció en su mayoría a los niveles más bajos dentro de los que tuvieron registrados este dato; la ocurrencia del evento se dio principalmente en los primeros meses del año y en el mes de junio se presentó la más baja ocurrencia con sólo siete casos.

Antecedentes y examen físico: el peso de los 182 pacientes en los que se registró el dato fue en promedio de  $68.4 \pm 11.5$  kg y la talla de  $164.4 \pm 7.6$  cm para un resultado predominante de índice de masa corporal en el rango de normal a sobrepeso. Los antecedentes no fueron indagados en la mayoría de los pacientes, de allí que las prevalencias encontradas no reflejan la realidad de los afectados, las más altas fueron hipertensión arterial con 52.1% de prevalencia ( $n = 71$ ), diabetes 33.3% ( $n = 63$ ) y tabaquismo con 31.1% ( $n = 148$ ). Entre otros antecedentes de importancia el consumo de alcohol fue reportado como el más frecuente con 15 casos correspondiente a 25.9% (IC 95% 15.3%-39.0%).

Características clínicas: la estancia hospitalaria promedio fue de  $14.7 \pm 10.0$  días, el tiempo entre el momento de la fractura y la realización del procedimiento quirúrgico fue de  $12.7 \pm 8.4$  días (mediana de 11 días), los diagnósticos operatorios más frecuentes fueron la fractura de la epífisis inferior del radio con 43 casos (16.8%), la fractura de maléolo externo con 29 casos (11.3%), la fractura pertrocantérica con 26 casos (10.2%), la fractura de la diáfisis del fémur con 21 casos (8.2%) y la fractura de la diáfisis de la tibia con 20 casos (7.8%); los miembros inferiores resultaron más afectados que los superiores (60.1%) y el más afectado fue el inferior izquierdo (32.0%); los huesos más afectados fueron el fémur (21.9%) y el radio (20.7%).

Características paraclínicas: dentro de los exámenes paraclínicos solicitados llama la atención que la glicemia estuvo en niveles anormalmente altos en cerca de la tercera parte de las personas afectadas, más aún tratándose de personas en edad adulta joven y media; la hemoglobina mostró rangos aceptables para un procedimiento quirúrgico en la gran mayoría de las personas (cerca de 95% de los casos) y la albúmina registrada en un solo paciente, resultó en niveles bajos.

Manejo médico: tratándose de una fractura cerrada cuya probabilidad de urgencia crítica es baja, la gran mayoría de los procedimientos se realizaron de manera electiva como era de esperarse; cerca de 80% de los procedimientos se efectuaron en dos salas (dos y tres), la duración de los procedimientos quirúrgicos, considerando dos horas como un punto de corte que establece un límite de riesgo, estuvo proporcionalmente repartido; se realizó transfusión preoperatoria en 18.0% de los casos (45 pacientes), siendo predominantemente transfundidos los glóbulos rojos empaquetados y hubo necesidad de reintervención en 19 pacientes (7.4% del total). Con respecto al cumplimiento de protocolos de manejo, se registró aplicación de profilaxis antibiótica en 237 pacientes (93.3%), en su mayoría mediante una cefalosporina de primera generación (cefazolina más que cefradina) y por un tiempo hasta de 24 horas de duración; otros antibióticos utilizados como profilaxis fueron la amikacina utilizada en 13 casos, 48.2% (IC 95% 28.7%-68.1%) y la vancomicina en cinco casos para 18.5% (IC 95% 6.3%-38.1%).

Los residentes de la especialización de segundo año en adelante llevaron a cabo 90% de los procedimientos quirúrgicos

repartidos en proporciones similares, aunque el residente de segundo año realizó un menor número de procedimientos; el riesgo quirúrgico establecido por la clasificación de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA) está catalogado como ASA uno y en 10.5% como ASA tres en un poco más de la mitad de los casos. El tipo de anestesia utilizada fue predominantemente general seguida de la anestesia regional; 45 pacientes requirieron transfusión postoperatoria, recibieron en su totalidad glóbulos rojos empaquetados.

El tipo de reducción fue abierto en más de las dos terceras partes de los casos, con respecto al material de osteosíntesis, el más utilizado fue la placa, seguido del clavo y el tornillo y su composición fue acero con predominio sobre del titanio.

Caracterización de la infección del sitio operatorio (ISO): las 17 personas afectadas con la infección de sitio operatorio tenían un promedio de edad de  $50.7 \pm 19.9$  años, se distribuyeron en todos los grupos etarios descritos excepto en menores de 20 años, pertenecían al régimen subsidiado y a eventos SOAT en su gran mayoría, no hubo ninguna preponderancia por mes de ocurrencia del evento, su estancia fue más prolongada que la de toda la población en conjunto con un promedio de  $22.2 \pm 16.9$  días, con afectación predominante en miembros inferiores y especialmente en el fémur, cuatro de ellos requirieron reintervención quirúrgica, se realizaron procedimientos a 70% de más de dos horas de duración, cerca de la mitad requirieron transfusiones prequirúrgicas y postoperatorias, su riesgo quirúrgico fue principalmente ASA dos, se utilizaron clavos como material de OTS quirúrgico y su composición fue esencialmente titanio.

El tiempo promedio entre la cirugía y el diagnóstico de la infección fue de  $20.4 \pm 17.9$  días (mediana de 14 días); los microorganismos involucrados con más frecuencia fueron *S. aureus*, *K. pneumoniae* y *P. aeruginosa*. En cuatro procedimientos que se infectaron se identificó un segundo germen, el cual fue *Proteus mirabilis* en dos casos, *Pseudomonas aeruginosa* en un caso y *Proteus vulgaris* en otro. Los microorganismos mostraron sensibilidad a más de un agente antimicrobiano.

Con respecto a los tres principales microorganismos aislados, de los cinco casos de *S. aureus* dos de ellos eran meticilino sensibles, los tres restantes presentaron resistencia a la ampicilina, gentamicina y oxacilina; los dos casos por *Klebsiella*, unos resultaron sensibles a varios antimicrobianos; sin embargo, uno de ellos presentó resistencia a varias cefalosporinas y de los dos casos por *Pseudomonas*, ambos microorganismos resultaron ampliamente sensibles y solamente evidenciaron resistencia a la cefazolina y al imipenem.

Análisis bivariado: de las variables indagadas relacionadas con antecedentes no resultaron asociados de manera estadística a la infección de sitio operatorio (Tabla 1).

Con respecto a las características clínicas del evento, ni la localización corporal de la afectación ni el hueso afectado mostraron asociación estadística a la infección de sitio operatorio.

**Tabla 1. Antecedentes de la población estudio y su asociación a la infección de sitio operatorio (ISO).**

Antecedentes	Global	Sin ISO	Con ISO	Valor p
IMC				
Menor de 30 kg/m <sup>2</sup>	32	29 (90.6%)	3 (9.4%)	0.435
Igual o mayor de 30 kg/m <sup>2</sup>	6	6 (100.0%)	0 (0.0%)	
Diabetes				
No	34	32 (94.1%)	2 (5.9%)	0.577
Sí	20	18 (90.0%)	2 (10.0%)	
Hipertensión arterial				
No	30	29 (96.7%)	1 (3.3%)	0.630
Sí	34	32 (94.1%)	2 (5.9%)	
Insuficiencia renal crónica				
No	23	21 (91.3%)	2 (8.7%)	0.595
Sí	3	3 (100.0%)	0 (0.0%)	
Insuficiencia cardíaca congestiva				
No	23	22 (95.7%)	1 (4.4%)	0.001
Sí	3	1 (33.3%)	2 (66.7%)	
Cáncer				
No	21	20 (95.2%)	1 (4.8%)	0.000
Sí	2	0 (0.0%)	2 (100.0%)	
VIH				
No	19	18 (94.7%)	1 (5.3%)	NA
IVU				
No	17	17 (100.0%)	0 (0.0%)	0.111
Sí	7	6 (85.7%)	1 (14.3%)	
Tabaquismo				
No	93	86 (92.5%)	7 (7.5%)	0.302
Sí	37	36 (97.3%)	1 (2.7%)	

De los resultados paraclínicos solicitados, los niveles de hemoglobina inferiores a 10 gr/dL mostraron asociación estadísticamente significativa a la infección de sitio operatorio ( $p = 0.046$ ). De las variables relacionadas con el manejo médico y quirúrgico de estos eventos, cuatro resultaron asociadas de manera significativa a la infección de sitio operatorio: la realización de transfusión prequirúrgica y postoperatoria ( $p = 0.001$  y  $p = 0.007$  respectivamente), la realización de reintervención ( $p = 0.007$ ) y el riesgo quirúrgico ASA ( $p = 0.013$ ); las variables restantes expuestas no se asociaron de manera estadística (Tabla 2).

## Discusión

La infección de sitio operatorio es un evento que trae consecuencias en los resultados funcionales de los pacientes, aumentando las tasas de morbilidad y mortalidad.<sup>8,13,21,36,37,38</sup> En Estados Unidos las ISO tienen un costo anual de hasta 10,000 millones de dólares;<sup>5</sup> prolonga la estancia hospitalaria e incrementa los costos en salud hasta en 300%.<sup>3,39</sup> En ortopedia se reporta una frecuencia entre 0.6 y 1.4%<sup>9</sup> y específicamente en fracturas cerradas se reportan cifras de 0.5 a 5%;<sup>21,22,23,40</sup> por el contrario en países en vías de desarrollo se describen incidencias hasta de 22.7%.<sup>2</sup> En Latinoamérica la cifra más alta fue reportada en Cuba,<sup>1</sup> por el contrario en Bogotá (Colombia), la Fundación Santa Fe muestra una tasa global de 3.8% y el estudio más reciente realizado en la Clínica el Prado de la ciudad de Santa Marta indica una incidencia de 2.2%.<sup>10</sup> Lo que hace que este tópico

sea de suma importancia, pues se trata de un problema de salud pública que cada vez adquiere mayor atención, ya que determina la calidad de las entidades de salud.<sup>38</sup>

Los estudios en el año 2012 revelaron una prevalencia de ISO de 6.6% en pacientes que fueron intervenidos en fracturas cerradas, en Nicaragua un estudio realizado en un período de tres meses informó una incidencia de 2.2%,<sup>12</sup> por el contrario en Serbia en una cohorte prospectiva de seis meses en 277 pacientes se reportó una incidencia global de 22.7% con cambios dependiendo de la clasificación de la herida, si era limpia o contaminada, 13.2% y 70.0% respectivamente.<sup>2</sup> En el estudio realizado por Julio C. Escarpanter Bulies y cols. los pacientes intervenidos en fracturas cerradas mostraron una incidencia de 4.8%.<sup>1</sup> Por otra parte, en el estudio retrospectivo generado en 2007 en la ciudad de Santa Marta (Colombia) se afirmó que la mayoría de las cirugías fueron por trauma en 82.0% y que de éstas, la tasa de infección fue de 2.4%.<sup>10</sup> En nuestro caso la tasa de infección fue superior a lo expresado por Jeanne Lee y cols. que refieren una frecuencia de infección entre 1 y 3%<sup>16</sup> y también superior al rango de 5% que algunos autores consideran como tasa de infección en fracturas cerradas;<sup>22,26,40</sup> en la mayoría de los estudios no se especifica si fueron por fracturas cerradas, pero llama la atención que en países en proceso de desarrollo las cifras son superiores y en nuestra institución no es la excepción.

Los factores asociados a ISO dependen de tres aspectos, el primero es el huésped que según las enfermedades que padezca el paciente, los niveles de glucosa y hemoglobina,

Tabla 2. Manejo médico instaurado a la población estudio y su asociación con la infección de sitio operatorio (ISO).

Manejo médico		Global	Sin ISO	Con ISO	Valor p
Tipo de cirugía					
	Urgencia	6	5 (83.3%)	1 (16.7%)	0.420
	Electiva	209	193 (92.3%)	16 (7.7%)	
Sala de cirugía					
	Uno	6	5 (83.3%)	1 (16.7%)	0.756
	Dos	52	47 (90.4%)	5 (9.6%)	
	Tres	113	107 (94.7%)	6 (5.3%)	
	Cuatro	23	20 (87.0%)	3 (13.0%)	
	Cinco	17	15 (88.2%)	2 (11.8%)	
	Seis	3	3 (100.0%)	0 (0.0%)	
	Ocho	1	1 (100.0%)	0 (0.0%)	
Tiempo de cirugía					
	Hasta 2 horas	89	84 (94.4%)	5 (5.6%)	0.404
	Más de 2 horas	113	101 (89.4%)	12 (10.6%)	
Transfusión preoperatoria					
	No	176	167 (94.9%)	9 (5.1%)	0.001
	Sí	36	28 (77.8%)	8 (22.2%)	
Reintervención					
	No	204	191 (93.6%)	13 (6.4%)	0.007
	Sí	14	10 (71.4%)	4 (28.6%)	
Profilaxis antibiótica					
	No	200	184 (92.0%)	16 (8.0%)	0.802
	Sí	16	15 (93.7%)	1 (6.3%)	
Duración de la profilaxis					
	Menos de 24 horas	117	112 (95.7%)	5 (4.3%)	0.076
	Más de 24 horas	73	65 (89.0%)	8 (11.0%)	
Uso de cefalosporina de primera generación					
	No	189	175 (92.6%)	14 (7.4%)	0.200
	Sí	11	9 (81.8%)	2 (18.2%)	
Tipo de cefalosporina					
	Cefazolina	117	108 (92.3%)	9 (7.7%)	0.917
	Cefradina	74	68 (91.9%)	6 (8.1%)	
Residente					
	Cuarto año	65	60 (92.3%)	5 (7.7%)	0.690
	Tercer año	46	43 (93.5%)	3 (6.5%)	
	Segundo año	83	75 (90.4%)	8 (9.6%)	
	Primer año	16	16 (100.0%)	0 (0.0%)	
	Interno	7	6 (85.7%)	1 (14.3%)	
Riesgo ASA					
	Uno	110	106 (96.4%)	4 (3.6%)	0.013
	Dos	78	70 (89.7%)	8 (10.3%)	
	Tres	24	19 (79.2%)	5 (20.8%)	
Tipo de anestesia					
	Local	2	2 (100.0%)	0 (0.0%)	0.803
	Regional	89	83 (93.3%)	6 (6.7%)	
	General	127	116 (91.3%)	11 (8.7%)	
Transfusión postoperatoria					
	No	177	167 (94.4%)	10 (5.7%)	0.007
	Sí	37	30 (81.1%)	7 (18.9%)	
Tipo de material de OTS					
	Clavo	58	50 (86.2%)	8 (13.8%)	0.323
	Placa	120	114 (95.0%)	6 (5.0%)	
	Tornillo	24	23 (95.8%)	1 (4.2%)	
	Pines y alambre	10	9 (90.0%)	1 (10.0%)	
	Pines	5	4 (80.0%)	1 (20.0%)	
	Sutura anclada	1	1 (100.0%)	0 (0.0%)	
Tipo de reducción					
	Cerrada	50	43 (86.0%)	7 (14.0%)	0.164
	Abierta	165	155 (93.9%)	10 (6.1%)	
Componente del material de OTS					
	Titanio	72	64 (88.9%)	8 (11.1%)	0.445
	Acero	143	134 (93.7%)	9 (6.3%)	

la edad, el sistema inmunológico y los medicamentos o tóxicos que consume pueden llevarlo a presentar la infección. El segundo aspecto es el tiempo quirúrgico, en el que podría decirse que cuanto más tiempo el riesgo aumenta. Por último, la preparación del paciente para cirugía, el personal en sala, antibiótico profiláctico, entre otros.<sup>2,3,8,13,21,28,31,32,33,39,40</sup>

En cuanto a la edad, a pesar de que la mayoría de casos infectados tenían una edad de 50.7 años en promedio, no se observó una diferencia significativa, lo anterior también correlacionado con el trabajo de Jadranka Maksimovic y cols. en el que no encontraron diferencias significativas en variables como la edad, sexo, obesidad o duración de cirugía.<sup>2</sup> Un hallazgo similar en la edad se determinó en el estudio de Takashi Suzuki y cols.,<sup>3</sup> a diferencia de lo expresado en la literatura como factor de riesgo potencial,<sup>8</sup> en el que se afirma que 11% de estos pacientes tienen riesgo y la alarma principal se presenta en edades superiores a los 60 años.<sup>10</sup> En gran parte de los reportes se aprecia que los pacientes mayores de 40 años son el grupo etario en el que se presenta el mayor número de casos,<sup>1,3,10</sup> excepto en el trabajo de la Dra. Annabel Espinel en el que los casos de infección se observan en menores de 20 años.<sup>12</sup> El número de comorbilidades aumenta con la edad.<sup>16</sup> Otro aspecto al que el estudio no dio importancia significativa fue el género, que es tomado como factor potencial en el sexo femenino,<sup>15</sup> pero como en otros estudios su significancia estadística no puede determinarse a pesar de que es más frecuente el evento traumático en hombres.<sup>2,8,19,40</sup>

El mes en el que se realiza el procedimiento quirúrgico tampoco es un factor influyente para determinar el riesgo de ISO, al igual que el comportamiento de IMC, diabetes mellitus, HTA, IRC, VIH, IVU y tabaquismo; en otros estudios la obesidad constituye un alto riesgo, en fracturas de acetábulo se describe un riesgo de 10% con una *p* significativa (0.015), pero no se observa relación con respecto al consumo de cigarrillo, tiempo de fijación o DM.<sup>3</sup> En una cohorte realizada en dos períodos de cinco semanas, LTA Thu y cols. reclutaron 582 pacientes con una edad promedio de 31.9 años, la mayor parte de los procedimientos se asociaban a trauma (80%), sus resultados mostraron que la edad, el sexo y el implante no están asociados a ISO; la duración de cirugía mayor de dos horas y las comorbilidades del paciente tienden a asociarse, pero sin significancia epidemiológica; el *score* de ASA por encima de dos, la anestesia general y la profilaxis mal proporcionada sí representaban un verdadero riesgo.<sup>33</sup> El tabaquismo que conlleva a tantas alteraciones fisiológicas no reveló en nuestro trabajo una relación importante con la producción de ISO, a diferencia del estudio de T. Thangarajah y cols. en el que se atribuye al consumo de cigarrillo mayor riesgo de infección<sup>37</sup> en las fracturas bimaloleares de tobillo.

Paradójicamente en nuestro estudio el hecho de presentar diabetes mellitus no mostró una relación significativa en los pacientes con ISO, pero en la literatura se aprecian resultados contradictorios, aunque la mayoría con altos riesgos, OR de 2.50;<sup>2</sup> 13.2% en comparación con los no diabéticos.

<sup>21,32,41</sup> Enfermedades asociadas como la ICC y las neoplasias sí presentaron significancia estadística en el análisis bivariado, lo único en contra es el número reducido de pacientes, pero en estudios de revisión se reporta asociación debido a su paralelismo con el estado nutricional y con la alteración inmunológica que estos pacientes muestran y que los ponen en riesgo;<sup>5,33</sup> AbdoBachoura y cols. en su estudio retrospectivo de 1,611 pacientes en un período de dos años demostraron que la ICC tiene un OR 2.8 IC 95% 1.3-4.2 de una tasa de infección total de 4.2%.<sup>39</sup> En los estudios relacionados con fracturas no se especifica si estas entidades dependientes del huésped estén determinadas de manera local o regional.

Se cree que las extremidades inferiores tienen mayor riesgo de infección por efectos patológicos vasculares y neurológicos asociados; en esta línea de pensamiento se asume que el transporte por el sistema linfático y bacterias de la flora de la piel del pie pueden ingresar y colonizar el callo de fractura;<sup>23</sup> en nuestro estudio no se encontró una asociación significativa, a pesar de que 102 pacientes tenían afectación de miembros superiores (39.8% del total) y 154 de miembros inferiores (60.2% del total); de los 102 pacientes con afectación de miembros superiores se infectaron cuatro (prevalencia de 3.9%) y de los 154 pacientes con afectación de miembros inferiores se infectaron 13 (prevalencia de 8.4%). Eric Rightmire y cols. en su estudio tipo cohorte en 2008 investigaron 79 fracturas con infección aguda y no observaron diferencias significativas en el tipo de extremidad afectada, sólo encontraron asociación al consumo de cigarrillo.<sup>19</sup> Algo más que añadir es que en los estudios en Latinoamérica no se determina esto último como factor asociado de infección. Habría que señalar asimismo que el tipo de hueso afectado tampoco representa una asociación marcada (*p* 0.624), pero que el fémur es el hueso que más casos presenta con 8.2% (cuatro pacientes), al compararlo con el estudio realizado en Cuba, el cual expone que la cadera, el muslo, el tobillo, el pie, hombro y codo todos tienen una frecuencia de dos pacientes, sin mostrar valores de *p*.<sup>1</sup> No existe otro estudio general que determine el tipo de hueso que resulte más afectado a nivel local o regional, pero existen trabajos sobre regiones específicas, por ejemplo, en las fracturas de acetábulo se observa que el porcentaje de infección es de 5.2% (17 de 326 pacientes) y que la asociación de fractura de pelvis aumenta el riesgo; en el estudio sólo se presentó una infección en la pelvis que representa 16.7% específicamente una fractura de acetábulo. En otros estudios sobre fracturas de tobillo también en situaciones específicas como paciente diabético y paciente adulto mayor muestran igualmente factores asociados ya expuestos.<sup>16,31</sup> Kristopher M. Lundine y cols. reportan que la fractura más frecuente es la de cadera y fémur 39.5%, posteriormente tibia, tobillo y radio cubital.<sup>40</sup> Otro trabajo informa con respecto a fémur y cadera una prevalencia de 8.4%, tibia diafisaria 8.7% y platinos tibiales 7.6%, evento que ocurre con mayor frecuencia en miembros inferiores presentando infección en el primer mes después la operación.<sup>39</sup>

Los valores de glicemia también están asociados a un mayor riesgo de infección, aunque en nuestro trabajo no encontramos una asociación significativa; sin embargo, múltiples estudios refieren su riesgo potencial.<sup>3,13,31,32,41</sup> El trabajo de Margaret A. Olsen y cols., un estudio retrospectivo de tipo casos y controles en pacientes con patología de la columna, reveló que los niveles de glucosa por encima de 125 mg/dl pre quirúrgicos tienen un OR de 3.3 (IC 95% = 1.4 a 7.5);<sup>8</sup> también los niveles de glicemia por encima de 200 mg/dl tienen mayor riesgo de infección a 30 días (OR 2.7 IC 95% de 1.1-6.7).<sup>41</sup> Además en el estudio de Dane K. Wukich y cols. se afirma que los niveles elevados de glicemia en pacientes diabéticos mal controlados también aumentan los riesgos en cirugía relacionada con pie y tobillo<sup>32</sup> e igualmente existe el riesgo en cirugía de columna y artroplastia.<sup>41</sup>

Asimismo, los valores de hemoglobina y la transfusión perioperatoria han sido tema de gran interés; las pérdidas sanguíneas intraquirúrgicas por prolongación de cirugía o por el trauma llevan a un mayor uso de hemoderivados, el número de unidades de transfusión tienen riesgo en particular en el postoperatorio,<sup>3,5,31</sup> en especial con la transfusión postoperatoria, ya que la corrección de la anemia prequirúrgica disminuye este riesgo.<sup>5</sup> En nuestros resultados los valores de hemoglobina por debajo de 10 mg/dl, la transfusión prequirúrgica y postoperatoria en el análisis bivariado muestran datos significativos. Podemos observar que el análisis multivariado del estudio de Takashi Suzuki y cols. demuestra que la transfusión de glóbulos rojos tiene un OR de 1 que no es significativo,<sup>3</sup> por el contrario en el estudio de Margaret A. Olsen sí se especifica que los glóbulos rojos empaquetados tienen un valor significativo también en relación con la pérdida sanguínea en la cirugía de columna.<sup>31</sup> En el estudio realizado en la ciudad de Santa Marta no se toma en cuenta este factor de riesgo.<sup>10</sup> La transfusión prequirúrgica también influye como factor de riesgo en la producción de ISO y curiosamente la mayoría de los autores no consideran este evento, aunque con respecto a la transfusión perioperatoria persisten muchas incógnitas aún por resolver.

Las reintervenciones son procesos que pueden practicarse por tratamientos iniciales de control de daños o por procedimientos inconclusos por múltiples razones, de las cuales la aplicación de fijadores externos tiene mayor riesgo según lo reportado en la literatura; en pacientes con diabetes mellitus y cirugías de pie y tobillo representó un riesgo de 2.8, casi 40% de los pacientes infectados tenían el antecedente de la aplicación de un fijador externo.<sup>31</sup> Tal vez relacionado con el mal manejo en relación con los cuidados de las heridas.<sup>33</sup> En nuestro estudio se realizaron 14 reintervenciones de las cuales 28.6% se infectaron con una  $p$  de 0.003. AbdoBachoura y cols. reportaron en su estudio que el mayor número de cirugías tiene un OR 3.4 (IC 95% 2.0-6.0) factor de riesgo independiente además del uso de drenes,<sup>39</sup> mismo que no fue investigado en nuestro estudio.

Cabe señalar que la duración de la profilaxis antibiótica es controversial en cuanto al tiempo a utilizar, en nuestro

estudio el uso menor de 24 horas o más no tiene una asociación significativa a pesar de que arrojó un resultado cercano a 0.05 (resultado de 0.076). No ha sido posible determinar si una duración de profilaxis corta o larga sea beneficiosa para el paciente,<sup>7,33,42,36,40</sup> por el contrario algunos autores exponen que el uso prolongado pone en riesgo al paciente de eventos adversos como la enfermedad diarreica aguda<sup>2,5,6</sup> y de producir mayor resistencia antimicrobiana. En una revisión de Cochrane en 2010 se reportó que la dosis única reduce la infección profunda (RR 0.40 IC 95% de 0.24 a 0.67), infección superficial, IVU e infección del tracto respiratorio; por el contrario la profilaxis con múltiples dosis produce un efecto similar en la infección profunda (RR 0.35, IC 95% de 0.19 a 0.62), pero no se confirmó disminución en ninguna otra de las tres condiciones posteriores.<sup>7</sup> El estudio de LTA Thu reportó en sus resultados que la falta de uso de antibiótico profiláctico era un factor de riesgo y que el uso prolongado desplegó una asociación significativa ( $p$  0.001).<sup>33</sup> Steward Morrion en un metaanálisis en 2012 señaló que las múltiples dosis de antibiótico disminuyen el riesgo de infección profunda (OR 0.13, IC95% 0.02-0.99), pero que el uso de antibiótico<sup>36</sup> es controversial. Ninguno de los estudios latinoamericanos hallados tomaron en cuenta esta variable.

Por último la clasificación ASA también demostró ser una variable con un riesgo significativo, cuanto más alta sea su calificación mayor es el riesgo de ISO ( $p$  0.013). Este hallazgo también se evidenció en el estudio de JadrankaMaksimovic y cols. en el que se reporta un OR de 3.47 IC 95% de 1.51 a 7.95.<sup>2</sup> LTA Thu y cols. determinaron significancia estadística con una calificación superior a dos;<sup>33</sup> a diferencia de Jeanne Lee y cols. que lo demuestran con un ASA mayor o igual a 3 (OR 9.92 IC 95% de 2.98 a 33.10).<sup>16</sup> El resultado obtenido concuerda con la literatura internacional y debe tenerse en cuenta en procesos infecciosos para mejorar las estrategias de prevención de ISO.

Aunque en la literatura el resto de las variables tienen asociación posiblemente teórica y también determinada por estudios, no mostraron una asociación significativa. De las que podemos resaltar el tiempo de cirugía mayor de dos horas,<sup>10,12,24,33,43</sup> el tipo de anestesia aplicado al paciente<sup>12,33</sup> y la infección por VIH no controlada.<sup>25</sup>

La más frecuente de las ISO fue la profunda en 58.8% y el promedio de días posteriores a cirugía para realizar diagnóstico fue de  $20.4 \pm 17.8$  días, en su mayoría después del egreso del paciente. Roberto Joaquín del Gordo D'Amato y cols. han hallado que la mayor parte de los eventos infecciosos fueron tempranos en 96.9%;<sup>10</sup> En el estudio de Cuba se describe un promedio de 5.4 días para inicio de síntomas;<sup>1</sup> de acuerdo con el trabajo de LTA Thu se adquiere un mayor número de infecciones profundas en comparación con su contraparte superficial y tipo órgano en 6.8%, 3.6% y 2.1% respectivamente;<sup>33</sup> un comportamiento similar se describe en la literatura inglesa.<sup>3,16,19,31</sup>

Cabe señalar que el microorganismo aislado más frecuente fue *Staphylococcus aureus* en 38.5%, seguido de

*Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomona aeruginosa* en 15.4%; el cultivo fue negativo en 7.7% de los casos. De los reportes de *Staphylococcus aureus* 40% fue meticilino sensible, al comparar nuestros resultados con la literatura podemos observar que en la mayoría se reportan los cocos Gram positivos como agentes causales, siendo el estafilococo dorado el principal germen agresor y al igual que lo expresado en la mayoría de los artículos los bacilos entéricos son responsables en menor proporción,<sup>4,8,14,17,23,26,27,42</sup> en nuestro estudio no se encontraron infecciones por hongos. En la tesis de Nicaragua se reporta que el germen más frecuente aislado fue *Pseudomona aeruginosa*.<sup>12</sup> En el estudio cubano se expone que 28.5% de los casos con ISO fueron causados por *S. aureus*, seguido en frecuencia de *Klebsiella* en 21.7% y cultivos negativos en 35%.<sup>1</sup> Jadranka Maksimovic y cols. demostraron en sus casos que 28.9% reportan el agente más frecuente mundial, pero 24.1% cultivan *Acinetobacter spp.*,<sup>2</sup> a diferencia de nuestra institución en la cual no se reportó ninguno en las fracturas cerradas. *Staphylococcus aureus* meticilino resistente produce dos veces más riesgo de muerte que el sensible y la preocupación mundial por el aumento de este germen es transcendental.<sup>26</sup> Es importante determinar que nuestros resultados arrojaron que el HUS se comporta de manera acorde a la literatura mundial en relación con los gérmenes aislados.

Podemos decir que otros factores en nuestro trabajo como la estancia hospitalaria que fue la más larga de toda la población en conjunto con un promedio de  $22.2 \pm 16.9$  días, el tiempo transcurrido entre la fractura y el procedimiento quirúrgico concurre de  $12.7 \pm 8.4$  días (mediana de 11 días), datos importantes, puesto que fue prolongado en los casos en los que se produjeron infecciones, torno a decir esto por la situación administrativa que se vive por el sistema de salud actual en relación con el tipo de régimen atendido y por las condiciones que vive nuestra institución. Conviene distinguir que otros estudios locales y regionales concluyen que la estancia prolongada contribuye a la ISO,<sup>2,10,12</sup> pero no hay datos sobre el tiempo de la fractura que también pudiera estar relacionado. Otros trabajos en inglés también describen un resultado equivalente con el tiempo de hospitalización pero sin asociación estadística<sup>3,33</sup> y no toman en cuenta el período entre fractura y cirugía.

Las fortalezas del estudio son que nos permitió acercarnos a una realidad local e institucional que se ha investigado poco y se desea saber más para proponer estrategias preventivas o de intervención, que se logró la identificación de variables explicativas concordantes con resultados en otras partes y que se obtuvo la caracterización de la población que padece el evento analizado. Una de las limitantes del estudio fue que solamente se tomó un año de muestra, aunque el tamaño de ésta haya sido adecuado, faltaría observar comportamientos en unos años, como las tendencias, entre otras.

#### Bibliografía

1. Escarpanter BJ, Cruz SP, Alfonso RD. Sepsis nosocomial en ortopedia. Estudio de un año. Rev Cubana Ortop Traumatol. 1996; 10(1): 162-167.
2. Maksimović J, Marković-Denić L, Bumbasirević M, Marinković J, Vlajinac H. Surgical site infections in orthopedic patients: prospective cohort study. *Croat Med J*. 2008; 49: 58-65.
3. Suzuki T, Morgan SJ, Smith WR, Stahel PF, Gillani SA, Hak DJ. Postoperative surgical site infection following acetabular fracture fixation. *Injury*. 2010; 41(4): 396-9.
4. Lee-Smith J. Can the orthopaedic team reduce the risk of infection? *Journal of Orthopaedic Nursing*. 1999; 2(2): 95-98.
5. American Academy of Orthopaedic Surgeons Patient Safety Committee, Evans RP. Surgical Site Infection Prevention and Control: An Emerging Paradigm. *J Bone Joint Surg Am*. 2009; 91: 2-9.
6. Jaeger M, Maier D, Kern WV, Südkamp NP. Antibiotics in trauma and orthopedic surgery—a primer of evidence-based recommendations. *Injury*. 2006; 37: S74-80.
7. Gillespie WJ, Walenkamp G. Antibiotic prophylaxis for surgery for proximal femoral and other closed long bone fractures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2001; (1): CD000244.
8. Owens CD, Stoessel K. Surgical site infections: epidemiology, microbiology and prevention. *J Hosp Infect*. 2008; 70 (S2): 3-10.
9. De Lissoyov G, Fraeman K, Hutchins V, Murphy D, Song D, Vaughn BB. Surgical site infection: Incidence and impact on hospital utilization and treatment costs. *Am J Infect Control*. 2009; 37: 387-97.
10. Del Gordo D'Amato RJ, Caballero QR, Daza HD, Vergara CJ. Infección del sitio operatorio en cirugía ortopédica y traumatológica en la Clínica el Prado de la ciudad de Santa Marta. *Duazary* 2009; 6(1): 25-3.
11. Quintero A. Infección del sitio operatorio. Cáp. II. Servicio de microbiología quirúrgica. Departamento de Cirugía. Fundación Santa Fe. Bogotá D.C. 2006. 1070-1075.
12. Espinal A. Incidencia de infecciones nosocomiales en pacientes quirúrgicos de ortopedia. Hospital escuela "Dr. Oscar Danilo Rosales A". Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Facultad de Ciencias Médicas; Marzo del 2004.
13. Humphreys H. Preventing surgical site infection. Where now? *J Hosp Infect*. 2009; 73: 316-22.
14. Campoccia D, Montanaro L, Arciola CR. The significance of infection related to orthopedic devices and issues of antibiotic resistance. *Biomaterials*. 2006; 27: 2331-9.
15. Teterycz D, Ferry T, Lew D, Stern R, Assal M, Hoffmeyer P et al. Outcome of orthopedic implant infections due to different *Staphylococci*. *Int J Infect Dis*. 2010; 14: e913-8.
16. Lee J, Singletary R, Schmader K, Anderson DJ, Bolognesi M, Kaye KS. Surgical site infection in the elderly following orthopaedic surgery. Risk factors and outcomes. *J Bone Joint Surg Am*. 2006; 88: 1705-12.
17. Fletcher N, Sofianos D, Berkes MB, Obremsky WT. Prevention of perioperative infection. *J Bone Joint Surg Am*. 2007; 89: 1605-18.
18. Moran E, Masters S, Berendt AR, McLardy-Smith P, Byren I, Atkins BL. Guiding empirical antibiotic therapy in orthopaedics: the microbiology of prosthetic joint infection managed by debridement, irrigation and prosthesis retention. *J Infect*. 2007; 55: 1-7.
19. Rightmire E, Zurakowski D, Vrahas M. Acute Infections after fracture repair, management with hardware in place. *Clin Orthop Relat Res*. 2008; 466: 466-72.
20. Nalini RA, Santa ER et al. Anti-infective therapy in orthopaedics. *Operative Techniques in Orthopaedics*. 2002; 12(4): 247-52.
21. Uçkay I, Hoffmeyer P, Lew D, Pittet D. Prevention of surgical site infections in orthopaedic surgery and bone trauma: state-of-the-art update. *Journal of Hospital Infection*. 2013; 84: 5-12.
22. Moriarty TF, Schlegel U, Perren S, Richards RG. Infection in fracture fixation: Can we influence infection rates through implant design? *J Mater Sci Mater Med*. 2010; 21: 1031-5.
23. Szczęsny G, Interewicz B, Swoboda-Kopeć E, Olszewski WL, Górecki A, Wasilewski P. Bacteriology of callus of closed fractures of tibia and femur. *J Trauma*. 2008; 65: 837-42.
24. Lin S, Mauffrey C, Hammerberg EM, Stahel PF, Hak DJ. Surgical site infection after open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013; 24(5): 797-803.
25. Abalo A, Patassi A, James YE, Walla A, Sangare A, Dossim A. Risk factors for surgical wound infection in HIV-positive patients



- undergoing surgery for orthopaedic trauma. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2010; 18(2): 224-7.
26. Shukla S, Nixon M, Acharya M, Korim MT, Pandey R. Incidence of MRSA surgical-site infection in MRSA carriers in an orthopaedic trauma unit. *J Bone Joint Surg [Br]*. 2009; 91-B: 225-8.
  27. Walaszek M, Zięńczuk W, Wolak Z, Dobros W, Walaszek M. Surgical site infections in patients of orthopedic – trauma, unit in district hospital in 2008-2012. *Przegl Epidemiol*. 2013; 67: 439-44, 543-6.
  28. Saadatian-Elahi M1, Teyssou R, Vanhems P. *Staphylococcus aureus*, the major pathogen in orthopaedic and cardiac surgical site infections: a literature review. *Int J Surg*. 2008; 6: 238-245.
  29. Huotari K, Agthe N, Lyytikäinen O. Validation of surgical site infection surveillance in orthopedic procedures. *Am J Infect Control*. 2007; 35: 216-21.
  30. Cadwallader HL, Toohey M, Linton S, Dyson A, Riley TV. A comparison of two methods for identifying surgical site infections following orthopaedic surgery. *J Hosp Infect*. 2001; 48: 261-6.
  31. Olsen MA, Nepple JJ, Riew KD, Lenke LG, Bridwell KH, Mayfield J et al. Risk factors for surgical site infection following orthopaedic spinal operations. *J Bone Joint Surg Am*. 2008; 90: 62-9.
  32. Wukich DK, Lowery NJ, McMillen RL, Frykberg RG. Postoperative infection rates in foot and ankle surgery: a comparison of patients with and without diabetes mellitus. *J Bone Joint Surg Am*. 2010; 92: 287-95.
  33. Thu LT, Dibley MJ, Ewald B, Tien NP, Lam LD. Incidence of surgical site infections and accompanying risk factors in Vietnamese orthopaedic patients. *J Hosp Infect*. 2005; 60: 360-7.
  34. Parikh SN, Grice SS, Schnell BM, Salisbury SR. Operating room traffic: is there any role of monitoring it? *J Pediatr Orthop*. 2010; 30: 617-23.
  35. Knobben BA, van Horn JR, van der Mei HC, Busscher HJ. Evaluation of measures to decrease intra-operative bacterial contamination in orthopaedic implant surgery. *J Hosp Infect*. 2006; 62: 174-80.
  36. Morrison S, White N, Asadollahi S, Lade J. Single versus multiple doses of antibiotic prophylaxis in limb fracture surgery. *ANZ J Surg*. 2012; 82: 902-7.
  37. Thangarajah T, Prasad PS, Narayan B. Surgical site infections following open reduction and internal fixation of ankle fractures. *Open Orthop J*. 2009; 3: 56-60.
  38. Andersson AE, Bergh I, Karlsson J, Eriksson BI, Nilsson K. The application of evidence-based measures to reduce surgical site infections during orthopedic surgery - report of a single-center experience in Sweden. *Patient Saf Surg*. 2012; 6: 11
  39. Bachoura A, Guitton TG, Smith RM, Vrahas MS, Zurakowski D, Ring D. Infirmity and injury complexity are risk factors for surgical-site infection after operative fracture care. *Clin Orthop Relat Res*. 2011; 469: 2621-30.
  40. Lundine KM, Nelson S, Buckley R, Putnis S, Duffy PJ. Adherence to perioperative antibiotic prophylaxis among orthopedic trauma patients. *Can J Surg*. 2010; 53(6): 367-72.
  41. Richards JE, Kauffmann RM, Zuckerman SL, Obremskey WT, May AK. Relationship of hyperglycemia and surgical site infection in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2012; 94: 1181-6.
  42. Slobogean GP, Kennedy SA, Davidson D, O'Brien PJ. Single- versus multiple-dose antibiotic prophylaxis in the surgical treatment of closed fractures: a meta-analysis. *J Orthop Trauma*. 2008; 22: 264-9.
  43. Wright A, Gruen G, Siska P, Pape HC, Tarkin I. Prolonged operative time increases infection rate in tibial plateau fractures. *Injury*. 2013; 44: 249-52.