

ORTOPEDIA

INCIDENCIA DE SEPSIS Y PRINCIPALES COMPLICACIONES DE FRACTURAS EXPUESTAS DE HUESOS LARGOS EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA

Luis Diego Castro Sánchez*

Diana Hernández Víquez**

Gary Sanabria Ávila***

Jorge Alpizar Arias****

SUMMARY

Open fractures are considered an emergency. This study describes the incidence rate of infection and main complications of these kind of fractures, attended in the Costa Rica National Children's Hospital, between January 1st of 2009 and December 31st of 2011, with a minimal follow of 17 months. 46 patients were attended, 36 males and 10 females. The average age was 9 and the main affected bone was the left ulna. The rate of infection was 4.32% of the cases (2 children). The most common type of fracture according to the Gustillo and

Anderson's classification for open fractures, was the type I. Thirty eight patients didn't have any complication, but 10 did. The main complications were the compartmental syndrome, non union and the nerve injuries (2 cases each). Staphylococcus aureus bacteria were found in one patient that developed infection.

MARCO TEÓRICO

Una fractura se considera expuesta

cuando el hueso disrumpe la piel, el tejido subcutáneo y muscular subyacente, de forma que se presenta una comunicación directa entre el foco de fractura y el medio ambiente (15). Se considera una emergencia ortopédica (10); ya que requiere un tratamiento oportuno y eficaz. El desarrollo de complicaciones como sepsis de tejidos, osteomielitis, síndromes compartimentales, lesiones nerviosas, vasculares, problemas de consolidación, amputación de miembros y en algunos casos

* Médico Asistente Ortopedia y Traumatología, Hospital La Anexión de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. E-mail: drcasanz@gmail.com

** Médico Asistente General

*** Médico Asistente Ortopedia Pediátrica, Hospital Nacional de Niños, San José, Costa Rica. E-mail: dr.gary@orthopediatric.com

**** Médico Asistente. Ortopedia Pediátrica. Hospital Nacional de Niños, San José, Costa Rica.

PALABRAS CLAVE: Fractura expuesta, Clasificación de Gustillo y Anderson, antibióticos, lavado quirúrgico, sepsis, Staphylococcus aureus.

la muerte, pueden asociarse (14,22). Actualmente ante una fractura expuesta, los objetivos de los cirujanos se centran en prevenir la infección, promover la consolidación de la fractura y restaurar la funcionabilidad del miembro afectado (4). Diversos estudios como el desarrollado por Okike (15), describe incidencias de sepsis en estos pacientes, que van de un 5% según Pazatkis, hasta un 15% según Clancey y Hansen. Se observa que en las últimas décadas, estos porcentajes han ido decreciendo de forma importante. Greenbaum por su parte (7), reporta una incidencia de sepsis del 2.6% en su trabajo, el cual fue realizado específicamente en una población pediátrica. Todos los pacientes que presenten una fractura expuesta requieren estabilización inicial, profilaxis antitetánica, terapia antibiótica sistémica, una apropiada debridación e irrigación quirúrgica, estabilización adecuada de la fractura, cierre oportuno de tejidos, pronta rehabilitación y un adecuado seguimiento (16). Se han desarrollado diversos sistemas de clasificación para este tipo de lesiones. De éstos, el recomendado por la Organización de Trauma y Ortopedia (OTA) o el de Oestern y Tscherne (utilizada mayormente en Europa) son de los más mencionados. A nivel mundial y específicamente en Costa Rica,

el sistema más utilizado es el de Gustilo y Anderson, modificado posteriormente por Gustilo. Tiene la debilidad de que es observador dependiente, por tanto, los criterios diagnósticos pueden variar de un médico a otro dada la subjetividad clínica. En ese sentido, estudios demostraron que las concordancias entre médicos ortopedistas, no excedían el 60% al momento de realizar las descripciones (1).

También se recomienda que una vez el paciente sea llevado a sala de operaciones, se debe volver a aplicar la clasificación, ya que en este lugar hay un mejor ambiente para observar y describir las características de las fracturas. Ante esto, el diagnóstico inicial puede variar (1). Según Gustilo, una fractura expuesta grado I, presenta un riesgo de sepsis que va del 0-2% (8,15,25). La fractura expuesta grado II, presenta un riesgo de sepsis que va del 2-5% (15,25). La fractura expuesta grado III, tipo A presenta un riesgo de sepsis que va del 5-10%, tipo B del 10-50%, y tipo C del 25 al 50% (15,25). También se debe indicar, que en las fracturas expuestas de huesos cortos como en la mano, la clasificación de Gustilo no es aplicable, dadas las características anatómicas, por lo cual se precisó crear una clasificación especial para estos casos, la de Gustilo modificada (3). El tratamiento de las fracturas

expuestas está bien establecido en la literatura ortopédica mundial. El lavado y la debridación quirúrgica, preferiblemente en las primeras 3-6 horas post evento, disminuyen el riesgo de sepsis, así como la administración de antibioticoterapia sistémica en ese lapso (5,12). Existen autores que indican que el inicio del tratamiento antibiótico es la medida más importante para la prevención de infecciones en estos pacientes (7,12,16). Aún cuando la cobertura profiláctica busca defender al huésped contra gérmenes Gram positivos, se debe tener especial consideración en los casos donde el evento lacerativo se presentó en un ambiente de campo, ya que existe el riesgo importante de infección por *Clostridium* (15,19).

Las fracturas expuestas en la población pediátrica, se consideran eventos poco frecuentes y así lo describe Haasbeck en sus estudios (9). Generalmente son resultado de traumas de alta energía. El tipo de fractura, la infección y el daño concomitante de tejidos blandos, son de los factores pronósticos más importantes para el riesgo de pseudoartrosis en estos pacientes (8). Mención aparte se debe hacer de las lesiones de las placas de crecimiento, las cuales deben ser observadas de forma constante, debido al alto riesgo de desarrollar arrestos fisiarios

y deformidades residuales del miembro afectado (5). Se estima que el riesgo de sepsis va del 2% al 8 % específicamente para la población infantil (7,23). En cuanto a su tratamiento se disponen de diversos dispositivos de fijación siendo de los más utilizados las clavijas percutáneas (Clavijas de Kirschner), los clavos elásticos de titanio (TEN®) y los tornillos percutáneos, así como los clavos intramedulares principalmente en la población pre puberal (1,17). En los niños, si se considera que la viabilidad de algún tejido está en duda, la debridación se debería retardar a un segundo procedimiento quirúrgico (23). Según Pace, la administración temprana de antibióticos profilácticos disminuye considerablemente el riesgo de sepsis (12). El describe que si se aplican en la ventana terapéutica de las primeras 3 horas, el riesgo de infección baja importantemente (12). Las fracturas grado I deberían cumplir 24 horas de administración de antibiótico intravenoso, las grado II 48 horas y las grado III 72 horas. La Sociedad de Infecciones Quirúrgicas, recomienda el uso de antibióticos profilácticos por 24-48 horas en las fracturas expuestas grado I y estrictamente de 48 horas en las grado II y III, siempre utilizando como primera opción, cefalosporinas de primera generación y asociando incluso

aminoglucósidos en las tipo II y III (8,12). En los últimos años, autores como Doak e Iobst, han sugerido que en la población pediátrica, las fracturas expuestas grado I, se podrían manejar de forma conservadora, únicamente con un lavado superficial en emergencias y el uso de antibióticos profilácticos tempranos, específicamente en pacientes menores de 12 años (5,11,13). En contraparte otros autores como Schenker y Yannascoli, son claros en que el retardo electivo del manejo quirúrgico en fracturas abiertas no es recomendado y puede llevar a un aumento en el índice de complicaciones (20).

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio retrospectivo, descriptivo - analítico con un total de 46 pacientes con diagnóstico de fractura expuesta de huesos largos de una muestra inicial de 97 pacientes con el diagnóstico de fractura expuesta, que se atendieron en el servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Nacional de Niños (HNN) durante el periodo comprendido entre Enero del 2009 y Diciembre del 2011. Los criterios de inclusión comprenden: los pacientes que se les diagnosticó fractura expuesta de huesos largos entre Enero del

2009 y Diciembre del 2011 en el HNN, pacientes en los que el expediente clínico presentó una adecuada información para la descripción de las variables en estudio. Los criterios de exclusión comprenden: pacientes a los que se les realizó un diagnóstico de fractura expuesta fuera del periodo descrito, pacientes que fueron referidos a otro centro para seguimiento posterior al manejo inicial, pacientes con fracturas expuestas de manos o pies. Se tomó la muestra inicial, 97 pacientes, a la se le aplicaron los criterios de inclusión y exclusión para obtener la muestra final de 46 pacientes. 41 pacientes se excluyeron por presentar fracturas expuestas de manos o pies y 10 pacientes se excluyeron por haber sido referidos a otro centro posterior al manejo inicial. La edad promedio de la muestra fue de 7,9 años (ver gráfico 1). El seguimiento fue de 17 meses. El 78,3% correspondieron hombres y el 21,7% a mujeres. El nivel de significancia se fijó en $p < 0.05$ y se utilizaron intervalos de confianza al 95%. Estudio retrospectivo, descriptivo-analítico mediante la relación entre variables cualitativas por medio de prueba estadística de Chi cuadrada (X^2). La diferencia de promedios entre dos grupos se comparó mediante la prueba de t Student. Como datos estadísticos generales se deduce que el 78,3% de los

pacientes con fracturas expuestas en huesos largos son varones y 21,7% a mujeres (ver gráfico 2). El lugar más frecuente de fracturas fue el miembro superior izquierdo con el 47,8%(ver gráfico 3). Con un 23,9%, la ulna izquierda representó el lugar con más fracturas. Según la clasificación de fracturas expuestas de Gustilo y Anderson la fractura predominante fue la grado I, seguida de las grado II y posteriormente las grado III.

A 45 pacientes se les realizó lavado quirúrgico en las primeras 8 horas post fractura y a uno a las 12 horas. De esos, al 73,9% de los pacientes se le realizó osteosíntesis post lavado.

El 100% de la muestra recibió antibiótico postquirúrgico. El antibiótico mayormente prescrito a los pacientes fue Cefalotina con un 71,7%. La mediana de días de prescripción fue de 3 (Rango 2-17). El 76,08% recibió tratamiento antibiótico a su egreso, siendo la Cefalexina el más utilizado en el 97,4% por una mediana de 7 días (Rango 5-31).

Ninguno de los pacientes egresados con tratamiento antibiótico desarrolló sepsis postquirúrgica. El 17,4% presentaron algún tipo de complicación post quirúrgica y únicamente el 4,3% presentó sepsis del miembro afectado. Ambas infecciones fueron diagnosticadas por los hallazgos clínicos encontrados. Únicamente

uno de los 2 pacientes con sepsis, presentó un cultivo positivo por *Staphilococcus aureus*. El 97,8% de las fracturas consolidó y únicamente el 2,2% se encontraba pendiente de cirugía para injerto óseo.

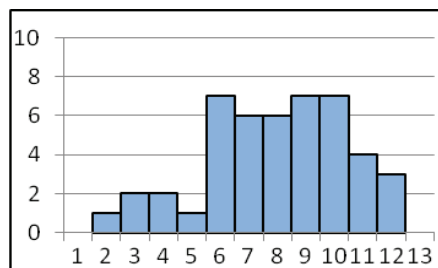


Gráfico 1: Distribución de pacientes según edad.

RESULTADOS

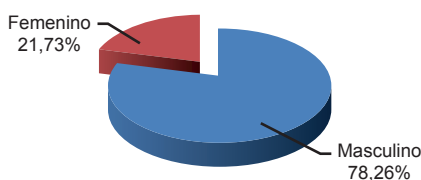


Gráfico 2: Distribución por sexo

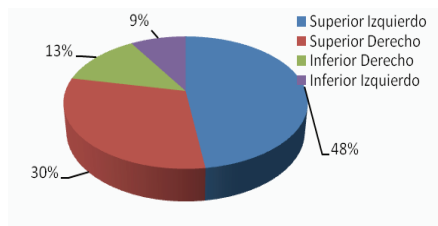


Gráfico 3: Porcentaje de fracturas según miembro afectado

En el Hospital Nacional de Niños, se atienden alrededor de 15 pacientes por año con el diagnóstico de fractura expuesta de huesos largos. Al igual que lo que describen algunos autores como Haasbeck (9), se considera que no es un padecimiento

común en la población pediátrica y que la mayoría de los casos se deben a traumas de alta energía, como por ejemplo cuando ocurren accidentes de tránsito. La clasificación de Gustilo es la más utilizada a nivel mundial (1,6,8,22,24) y Costa Rica no es la excepción en ese sentido. Lo anterior es importante ya que permite unificar criterios de diagnóstico y tratamiento en los diversos centros de salud que atienden emergencias traumatológicas. Según género observamos que existe un predominio en la población masculina, 78,26%, dato que resultó con un alto índice de confianza en el estudio y se apega a lo descrito en otras investigaciones (2). En lo que respecta a la edad, las poblaciones entre los 9 a los 10 años, fueron las más afectadas en este tipo de casos, sin que existiera una significancia estadística demostrable. Lo anterior se apega a lo descrito por autores de otras latitudes como Calder (2) y Schmauch (21) que realizaron investigaciones similares en poblaciones británicas y estadounidenses respectivamente. El miembro superior izquierdo fue el más comúnmente afectado en este tipo de lesiones (específicamente la ulna). Skaggs en su investigación (20) describe como miembro mayormente afectado a la tibia y la fíbula, sin

especificar exactamente el lado de dominancia, seguido muy de cerca por el radio y la ulna. En ese sentido, él no presenta una diferenciación entre uno y otro hueso, por lo cual no se puede realizar una comparación directa, pero si se denota que la frecuencia de fracturas en el miembro superior es alta. Se presentó un caso de refractura de antebrazo y una pseudoartrosis de ulna, las cuales fueron complicaciones que se han observado en investigaciones previas, con incidencias igualmente bajas y de lo cual hacen mención autores como Cullen (4). Se observa por tanto, que este tipo de problemas no son frecuentes en la población pediátrica pero deben ser consideradas a la hora de evolucionar a estos pacientes. Llama la atención, que en el otro caso de pseudoartrosis encontrado en el estudio, se utilizó fijación percutánea con tornillos canulados para el manejo de una fractura de tibia y que en la literatura se ha visto una mayor propensión a no unión, cuando se tratan este tipo de fracturas, con este tipo de implantes (4). La fractura expuesta grado I, según la clasificación de Gustilo, fue la más frecuente. Lo anterior, se apega a lo descrito por autores como Stewart (24). En el HNN, se ha instaurado un protocolo de tratamiento de fracturas expuestas, donde se busca,

al igual que en la mayoría de centros internacionales, iniciar la antibioticoterapia de forma temprana y por un promedio de 24-72 horas según el tipo de fractura. Además, se intenta llevar a sala de operaciones a la mayor brevedad a estos pacientes, con la intención de disminuir al máximo el desarrollo de sepsis. Es importante mencionar que en este centro, se le realiza osteosíntesis a más del 70% de los pacientes posterior al lavado, lo cual es una cifra alta si se toma en cuenta que en la población pediátrica, muchas fracturas podrían manejarse con una reducción adecuada y parámetros óptimos de alineamiento. Autores como Lim (13) discrepan con este tipo de manejos iniciales con osteosíntesis y recalcan que en casos donde se trate de fracturas expuestas tipo I ó II con trazos estables, la inmovilización posterior a una reducción satisfactoria es el manejo más adecuado y que los implantes deberían utilizarse únicamente en fracturas inestables o con múltiples intentos fallidos de reducción. Los implantes de osteosíntesis más utilizados, al igual que lo descrito en los diversos estudios para esta población, fueron las clavijas de Kirschner y los clavos elásticos de titanio (13) (ver gráfico 4). Se encontró que 32 (94.1%) de los 34 pacientes a los que se les

realizó osteosíntesis post-lavado, no desarrollaron sepsis. Lo anterior no representó un dato estadísticamente significativo y requiere un estudio con una fuerza de muestra mucho mayor. El tipo de antibiótico (ATB) más utilizado durante el manejo intrahospitalario fue la cefalotina en 33 pacientes, lo cual se apega a lo recomendado en las normas internacionales(12,18,26), donde se dice que para el manejo inicial de estos pacientes, debería indicarse una cefalosporina.

Los pacientes que sufrieron sepsis posterior a la fractura, a diferencia de los demás, utilizaron oxacilina como tratamiento de primera línea posterior al lavado, en combinación con gentamicina o clindamicina.

Del total de 46 pacientes, únicamente 2 desarrollaron sepsis para un porcentaje de 4.34%, incidencia similar a la descrita en otros estudios (4,5,6,16,22,26) (ver gráfico 5). De estos pacientes, según la clasificación de Gustilo, 1 paciente se trató de una fractura Grado I y un paciente una Grado II. La incidencia de Sepsis para las grado I fue de un 2.8% mientras que en las grado II un 16.6% (ver cuadro 1). Se vio que ambos casos, se trataron de sepsis superficiales (sin sobrepasar la fascia) y que tuvieron un evento asociado, como lo fueron el desarrollo de un síndrome compartimental en un caso y un

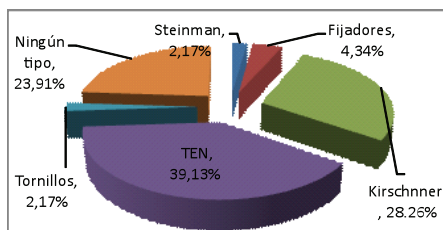


Gráfico 4: Implants de Osteosíntesis

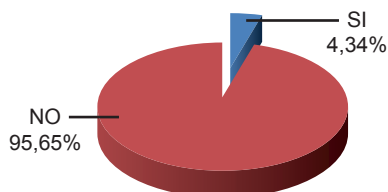


Gráfico 4: Porcentaje de sepsis.

retraso del lavado quirúrgico en el otro. En uno de estos pacientes, se logró cultivar un *Staphilococcus aureus* multisensible y del otro no se dispuso de cultivo y más bien se diagnosticó por la clínica que presentaba el paciente. Se considera en lo que respecta a la toma de cultivos intraoperatorios, que esta medida debería adoptarse únicamente en los pacientes que presentan posterior a las primeras 24 horas, datos clínicos de sepsis o alteraciones de laboratorio

Clasificación	N	Sepsis	%
G-I	35	1	2.8
G-II	6	1	16.6
G-III-A	3	0	0
G-III-B	1	0	0
G-III-C	1	0	0
Total	46	2	

Cuadro 1: Porcentaje de sepsis según la clasificación de Gustillo y Anderson.

sugestivos de infección, así como en los casos en que se ocupa certeza absoluta de que no existe contaminación, con el fin de desarrollar algún procedimiento reconstructivo como colgajos musculares o de piel. Ninguno de los pacientes egresados con o sin antibioticoterapia para el hogar, desarrollaron sepsis en el primer mes post fractura. Del total de pacientes, 8 sufrieron complicaciones en los primeros 6 meses. Las más observadas fueron el síndrome compartimental, las lesiones nerviosas y la pseudoartrosis, en un 25% cada uno y que igualmente están descritas en estudios con poblaciones mucho mayores (22) (ver cuadro 2). Cabe recalcar que los pacientes con fractura expuesta grado II, un 50% sufrieron alguna complicación sin que se haya logrado establecer una diferencia estadísticamente significativa, dado el tamaño de la muestra.

De la totalidad de los pacientes, un 97.82% evolucionaron de forma satisfactoria, al año de evolución, lográndose una adecuada consolidación según se anota en los expedientes. Lo anterior concuerda con resultados obtenidos en otros estudios (12). Por tanto, se deduce que las fracturas expuestas en la población pediátrica evolucionan de forma satisfactoria y el porcentaje de pacientes que desarrollan complicaciones a largo plazo

es bajo. La mayoría de éstas, se presentan en las primeras horas o días post fractura. En este estudio, a la fecha únicamente 1 paciente tiene pendiente la resolución de su complicación, la cual es una no unión de ulna, tratada con un clavo elástico de aluminio y que tiene pendiente una cirugía de injerto óseo.

Complicación	N	%	IC 95%
Dolor sitio de entrada TEN	1	12.5	0.3-52.7
Falta de cobertura injerto	1	12.5	0.3-52.7
Lesión radial	1	12.5	0.3-52.7
Pseudoartrosis tibia	1	12.5	0.3-52.7
Pseudoartrosis ulna	1	12.5	0.3-52.7
Refractura	1	12.5	0.3-52.7
Síndrome compartimental	1	12.5	0.3-52.7
Síndrome compartimental y lesión nervio cubital	1	12.5	0.3-52.7
Total	8	100	

Cuadro 2: Porcentaje de complicaciones.

CONCLUSIONES

- Se estima que un promedio de 15 pacientes al año se atienden con el diagnóstico de fractura expuesta de huesos largos en el Hospital Nacional

de Niños.

- La incidencia de sepsis posterior a una fractura expuesta en el HNN fue de aproximadamente un 4%.
- El algoritmo de tratamiento utilizado en el HNN (lavado quirúrgico y antibioticoterapia por 48-72 horas) permitió que el porcentaje de sepsis por fracturas expuestas se mantenga bajo y constante respecto a cifras preliminares obtenidas en este mismo centro.
- La mayor incidencia de sepsis se presenta en aquellos pacientes en los que por algún motivo se les retarda el tratamiento quirúrgico (lavado) o en aquellos que presentan alguna complicación aguda asociada a la fractura como en el síndrome compartimental.
- La cefalotina es el antibiótico de elección en el manejo médico de pacientes con fracturas expuestas internadas en el HNN.
- En lo que respecta al desarrollo de sepsis, no se observaron mayores diferencias en los pacientes que fueron egresados con o sin antibioticoterapia oral para el hogar.
- En este centro, al 73.91% de los pacientes se les realiza osteosíntesis posterior al lavado quirúrgico.
- Los implantes más utilizados son las clavijas de Kirschner y los clavos elásticos de titanio.
- El 17.3% de los pacientes con fracturas expuestas manejadas en el HNN, presentan algún tipo de complicación secundario a este evento traumático.
- Además de la infección, se describen como complicaciones en estos casos la pseudoartrosis, el síndrome compartimental, las lesiones nerviosas y la refractura.
- En la población pediátrica, la gran mayoría de las fracturas expuestas evolucionan de forma satisfactoria y las complicaciones asociadas se presentan predominantemente, en el periodo agudo.
- El índice de confiabilidad de la mayoría de los puntos en estudio, fue bastante bueno, lo que permite inferir que los resultados podrían ser muy similares en investigaciones con poblaciones mayores.

RESUMEN

Las fracturas expuestas se consideran una emergencia. El presente trabajo evaluó la incidencia de sepsis y principales complicaciones de los pacientes atendidos con el diagnóstico de fractura expuesta de huesos largos en el Hospital Nacional de Niños,

en el periodo comprendido entre Enero del 2009 y Diciembre del 2011, con un seguimiento mínimo de 17 meses. Se analizaron 46 pacientes. De éstos, 36 correspondieron al sexo masculino y 10 al sexo femenino. La edad preponderante al momento de la fractura fue los 9 años y el miembro más afectado fue el superior izquierdo, específicamente la ulna izquierda. Según la clasificación de Gustilo, la fractura grado expuesta grado I fue la más frecuente. La incidencia de sepsis fue de un 4.34% (2 pacientes), lo cual coincide con lo reportado en la literatura mundial. Correlacionando a los pacientes infectados y dicha clasificación, 1 paciente tuvo una fractura grado I y 1 paciente una fractura grado II. La gran mayoría de los pacientes (38 casos), no presentaron complicaciones asociadas, sin embargo se describen casos de síndrome compartimental (2 casos), pseudoartrosis (2 casos), lesión nerviosa (2 casos) y dolor secundario al uso de algún método de osteosíntesis (1 caso). El germen *Staphylococcus aureus*, fue encontrado en 1 de los 2 pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Browner, B.; Levine, A.; Jupiter, J.; Sirkin, M. Fractures, Dislocations, Ligamentous Injuries. Skeletal Trauma, 2nd Edition. Philadelphia,

- WB Saunders, 1998, p. 419-448.
2. 2) Calder, PR; Reidy J.; Crone D.; Paterson, JMH, Barry, M. Open Fractures in Children: A five year review. *J. Bone Joint Surg (BR)* 2005; 87-B, Supp III, p. 394.
 3. 3) Capo, J; Hall, M.; Nourbakhsh, A; Tan, V. Initial Management of Open Hand Fractures in an Emergency Department. *Am J Orthop.* 2011; 40 (12), p 243-248.
 4. 4) Cullen, Mark C.; Roy, Dennis R.; Crawford, Alvin H. Assenmacher, Joseph; Levy, Martin S.; Wen, Daling. Open Fracture of the Tibia in Children. *The Journal of Bone and Joint Surgery, Incorporated*, Volume 78-A, Number 7, July 1996, p 1039-10499.
 5. 5) Doak, Jeremy; Ferrick, Michael. Nonoperative Management of Pediatric Grade 1 Open Fractures With Less Than a 24 Hour Admission. *Pediatr Orthop*, Volume 29, Number 1, January/February 2009, p 49-51.
 6. 6) Evans, Andrew R.; Agel, Julie. A New Classification Scheme for Open Fractures. *J Orthop Trauma*, June 2010, p 457-463.
 7. 7) Greenbaum, Bradley; Zions, Lewis E.; Ebramzadeh, Edward. Open Fractures of the Forearm in Children. *The Journal of Orthopaedic Trauma*, Volume 15, Number 2, 2001, p 111-118.
 8. 8) Gustillo, Ramon B.; Anderson, John T. Prevention of Infection in the Treatment of One Thousand and Twenty-Five Open Fractures of Long Bones. *The JBJS*, Volume 58-A, Number 4, June 1976, p 682.
 9. Haasbeek, Jeffrey F.; Cole, William G. Open Fractures of the Arm in Children. *The Journal of Bone and Joint Surgery-British Volume* 77-B (4), July 1995, p 576-581.
 10. Harley, Brian J.; Beaupre, Lauren A.; Jones, C. Allyson; Dulai, Sukhdeep K.; Weber, Donald W. The Effect of Time to definitive Treatment on the Rate of Nonunion and Infection in Open Fractures. *J. Orthop Trauma*, Volume 16, Number 7, 2002, p 484-490.
 11. 11) Iobst, Christopher A.; Tidwell, Michael A.; King, Wesley F. Nonoperative Management of Pediatric Type I Open Fractures. *Pediatr Orthop*, Volume 25, Number 4, July/August 2005, p 513-517.
 12. Lee Pace, James; Kocher, Mininder S.; Skaggs, David L. Evidence-based Review: Management of Open Pediatric Fractures. *Pediatr Orthop*, Volume 32, Number 2, Supplement, September 2012, p 123-127.
 13. Lim, Yi-Jia; Lam, Khee Sien; Lee, Eng Hin. Open Gustilo 1 and 2 Midshaft Fractures of the Radius and Ulna in Children. *Pediatr Orthop*, Volume 27, Number 5, July/August 2007, p 540-546.
 14. McCarthy, James J.; Dormans, John P.; Kozin, Scott H.; Pizzutillo, Peter D. Musculoskeletal Infections in Children. *The Journal of Bone & Joint Surgery – JBJS. ORG*, Volume 86-A, Number 4, April 2004, p 850-861.
 15. Okike, Kanu; Bhattacharyya, Timothy. Current Concepts Review. Trends in the Management of Open Fractures. A critical analysis. *The Journal of Bone & Joint Surgery – JBJS.ORG*, Volume 88-A, Number 12, December 2006, p 2739-2748.
 16. 16) Rambani, R.; Sharma, H.; Sood, A. Validity of six hour rule un Grade 3 open fractures. *The Journal of Bone & Joint Surgery – JBJS.ORG*, 2010; 92-B; SUPP IV, p 557.
 17. Ramseier, Leonhard Erich; Bhaskar, Atul R.; Cole, William G.; Howard, Andrew E. Treatment of Open Femur Fractures in Children. Comparison Between External Fixator and Intramedullary Nailing. *Pediatr Orthop*, Volume 27, Number 7, October/November 2007, p 748-750.
 18. Robertson, Patrick; Karol, Lori A.; Rab, George T. Open Fractures of the Tibia and Femur in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, Volume 16 (5), September/October 1996, p 621-626.
 19. Ruiz, B.; Campos, J.; Franco, E.; Suárez, A. Manual Amir de Infecciones y Microbiología. 5ta Ed. Editorial Marbán, España, 2012, p 40-42.
 20. Schenker, Mara L.; Yannascoli, Sarah; Baldwin, Keith D.; Ahn, Jaimo; Mehta, Samir. Does Timing to Operative Debridement Affect Infectious Complications in Open Long-Bone Fractures?. *The Journal of Bone & Joint Surgery – JBJS. ORG* Volume 94-A, Number 12, June 20, 2012, p 1057-1064.
 21. Schmauch, M. Open Fractures in Children: A Revision of 274 Patients

- with 281 Open Fractures. The Journal of Bone and Joint Surgery-British Volume 82-B, Supplement II, 2000, p 111-112.
22. Skaggs, David L.; Friend, Lauren; Alman, Benjamin; Chambers, Henry G.; Schmitz, Michael; Leake, Brett; Kay, Robert M.; Flynn, John M. The Effect of Surgical Delay on Acute Infection Following 554 Open Fractures in Children. The Journal of Bone & Joint Surgery – JBJS.ORG, Volume 87-A, Number 1, January 2005, p 8-12.
23. Stannard, James P.; Volgas, David A.; Stewart, Rena, McGwin, Gerald; Alonso, Jorge E. Negative Pressure Wound Therapy After Severe Open Fractures: A Prospective Randomized Study. Orthop Trauma, Volume 23, Number 8, September 2009, p 552-557.
24. Stewart, David G.Jr.; Kay, Robert H.; Skaggs, David L. Current Concepts Review. Open Fractures in Children. The Journal of Bone & Joint Surgery – JBJS.ORG, Volume 87-A, Number 12, December 2005, p 2784- 2798.
25. Véesei, V.; Greitbauer, M. Open Fractures: Classification and Principles of Management. The Journal of Bone and Joint Surgery-British Volume 84-B, Supplement II, 2002, p 115.
26. Zalavras, Charalampos G.; Marcus, Randall E.; Levin, Scott; Patzakis, Michael J. Management of Open Fractures and Subsequent Complications. The Journal of Bone and Joint Surgery, April 01, 2007, p 884-895.