

Reconstrucción metatarsal tras herida por arma de fuego

Metatarsal reconstruction following gunshot wound

Antonio José Aguilar Martínez
José Zafra Villar
Rafael Andrés Osuna González
Nicolás Prados Olleta

Hospital Universitario Virgen de las Nieves

antonio.jose.am@gmail.com

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2025; 42 (1/2): 69-80

Recepción: 15/02/2024. Aceptación: 25/04/2025

Resumen

Las lesiones por arma de fuego abarcan un importante gasto y suponen una alta morbilidad. La prevalencia de lesiones por arma de fuego es baja en nuestro medio, siendo más frecuentes en otras zonas del mundo. Aproximadamente dos tercios de las lesiones que se atienden se localizan en las extremidades, y solamente un 3 % afectarán al pie. Existe un alto riesgo de complicaciones asociadas, que en un porcentaje considerable finaliza con la amputación del miembro.

Presentamos el caso de un paciente de 47 años que sufrió una fractura abierta del pie tras dispararse con una escopeta de caza. El paciente acudió al servicio de urgencias presentando fractura estallido del primer metatarsiano, fractura subcapital del segundo metatarsiano, sección de la arteria pedia y del nervio peroneo superficial, además de

Abstract

Firearm injuries involve high morbidity and cost. Firearm prevalence is lower in our environment compared to other areas of the world. Approximately two-thirds of the injuries treated are localized at extremities and only 3% will affect the foot. There is a high risk of associated complications that ultimately entail amputation of the limb in a sizeable percentage.

We present the case of a 47-year-old patient who suffered an open foot fracture after shooting himself with a shotgun. The patient came to the emergency department with a burst fracture of the first metatarsal, a subcapital fracture of the second metatarsal, a section of the pedis artery and the superficial peroneal nerve, as well as a section of the abductor and extensor hallucis longus muscles.

sección de los músculos abductor y extensor del hallux.

Con este artículo pretendemos exponer la importancia de una actuación sistemática. Debemos comenzar valorando la viabilidad del miembro, una vez consideremos que es viable, una exploración neurovascular exhaustiva junto con limpieza, desbridamiento y estabilización provisional. Seguimiento de una cobertura y osteosíntesis definitiva en un segundo tiempo cuando se pueda asegurar la ausencia de infección.

Palabras clave: Reconstrucción, Metatarso, Herida por arma de fuego, Fractura abierta pie, Técnica de Masquelet.

The purpose of this article is to expose the importance of a systematic performance. At first, we must begin by assessing the viability of the limb. Once we check its viability, continue with a thorough neurovascular examination along with cleaning, debridement, and provisional stabilization. Finally, coverage and definitive osteosynthesis in a second stage, when the absence of infection can be assured.

Keywords: Reconstruction, Metatarsus, Gun-shot wound, Open foot fracture, Masquelet Technique.

Introducción

Las lesiones por arma de fuego, aunque poco frecuentes, suponen un alto gasto y una gran morbilidad, debido a las lesiones que provocan a diferentes niveles, la tasa de complicaciones, y en muchos casos, la necesidad de tratamientos antibióticos prolongados y varios actos quirúrgicos(1).

El pie tiene consideraciones funcionales y anatómicas especiales que genera un mayor desafío a la hora de tratar este tipo de lesiones. La escasa proporción de partes blandas, concluye en la aparición de fracturas en la mayoría de lesiones por arma de fuego en esta localización, con mayor propensión a la afectación articular, y a la aparición de lesiones neurovasculares así como una mayor tasa de infección en comparación con otras localizaciones(2).

El grado de daño infligido por un arma de fuego está determinado por una serie de factores, como el tipo de proyectil, la energía, la localización y si se generan proyectiles secundarios. Las lesiones por arma de fuego se clasifican según sea alta y baja velocidad. Las lesiones de baja velocidad son más frecuentes y causarán menor daño, mientras que las de alta velocidad se relacionan con un mayor daño ocasionado y mayor tasa de infección, ya que genera daño en una zona más amplia (3).

También se deben tener en cuenta otros factores que nos ayudarán a predecir la complejidad de la lesión: la cantidad de energía cinética, cuanto mayor sea la distancia desde el disparo; el perfil y ángulo de entrada; la trayectoria interna en el cuerpo según sean penetrantes o perforantes; el calibre; las características de los tejidos dañados y el mecanismo de lesión de estos(4).

En nuestro caso, a pesar de que las escopetas están clasificadas como mecanismo de baja velocidad, hay que considerar que causará graves daños debido a otras características. Podemos clasificar las heridas por escopeta en tres niveles: las tipo I o de larga distancia, rara vez provocan daños importantes en tejidos blandos y estructuras óseas o neurovasculares. Las tipo II o de corta distancia, y las tipo III "a quemarropa", en las que la nube de proyectiles destruirá todo a su paso, relacionadas con largas estancias hospitalarias y alta tasa de amputación; ambos tipos II y III están asociados a un alto porcentaje de fracturas conminutas, lesión neurovascular y graves lesiones de partes blandas(3).

En la atención inicial se debe evaluar la estabilidad hemodinámica de la víctima, la viabilidad del miembro y llevar a cabo una limpieza exhaustiva y un primer examen de partes blandas y tejidos implicados(5). Se realizará el desbridamiento

necesario y cobertura antibiótica precoz acompañado o no de una estabilización ósea en el caso de precisarlo. En un segundo tiempo se llevarán a cabo tratamientos planificados definitivos como la osteosíntesis y la cobertura cutánea necesaria(6).

Exponemos el presente caso por su dificultad de resolución, dado la gran pérdida ósea y de partes blandas debida a una herida por arma de fuego, no habiéndose encontrado en la literatura otro caso en que se haya tenido que reconstruir el primer metatarsiano completo.

Caso Clínico

Paciente de 47 años de edad sin antecedentes de interés, que es llevado a urgencias de Centro

Hospitalario de otra provincia tras sufrir una lesión por arma de fuego, de tipo escopeta, en el dorso del pie izquierdo.

En la primera valoración, se objetiva una herida de forma estrellada, contaminada y de bordes anfractuosos, en la región dorsomedial del pie, afectando a los dos primeros radios, que se extiende desde el mediopie hasta la raíz de los dedos primero y segundo (imagen 1). Existe déficit para la extensión de los dos primeros dedos, déficit sensitivo en la zona dorsal y medial del primer dedo, y aparentemente buen relleno capilar de todos los dedos. A través de la herida se expone primera y segunda cuña, y primer y segundo metatarsiano, apareciendo el primero fracturado con una gran conminución. El estudio radiográfico se muestra en la imagen 2.



Imagen 1. Fotografía clínica durante la asistencia inicial en urgencias.



Imagen 2. Radiografías anteroposterior y lateral realizadas en la atención inicial, que muestran la destrucción ósea del primer y segundo metatarsianos.

En este primer momento, se realiza lavado abundante con suero salino fisiológico, acompañado de limpieza con clorhexidina y extracción de suciedad grosera y cuerpos extraños. Comienza el tratamiento antibiótico empírico con cefazolina y tobramicina

En un segundo tiempo, horas más tarde por no disponibilidad de quirófano antes, se realiza la

primera cirugía de urgencias, en la que se lleva a cabo una exéresis completa del primer metatarsiano y colocación de fijador externo entre el escafoide tarsiano y falange proximal del primer dedo, fijación de segundo metatarsiano con aguja de Kirschner, limpieza de bordes mediante Friedrich, lavado abundante y colocación de sistema aspirativo tipo VAC sobre defecto cutáneo (imagen 3).

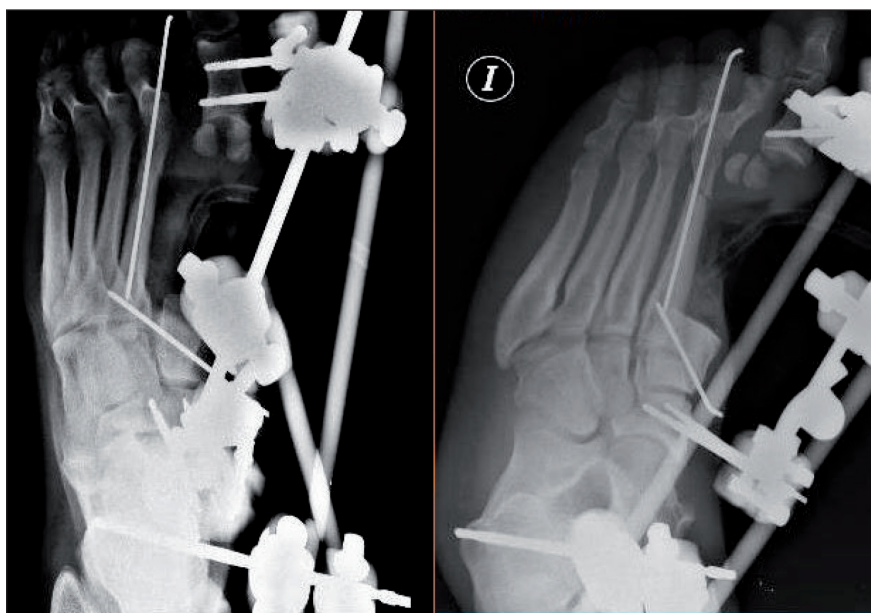


Imagen 3. Se muestran las radiografías anteroposterior y lateral de control, tras desbridamiento, exéresis de fragmentos óseos y estabilización provisional mediante agujas de Kirschner y fijación externa.

El paciente se mantuvo ingresado con tratamiento antibiótico intravenoso, su situación en el momento era el déficit del primer metatarsiano, el defecto de cobertura cutánea y la fractura del segundo metatarsiano tratado con aguja de Kirschner. En esta situación es trasladado a nues-

tro centro donde se decidió tratar el defecto óseo con un espaciador de cemento según la técnica de Masquelet y realizar cobertura cutánea del defecto mediante un colgajo libre ALT (anterolateral del muslo) por parte del Servicio de Cirugía Plástica (imágenes 4 y 5).

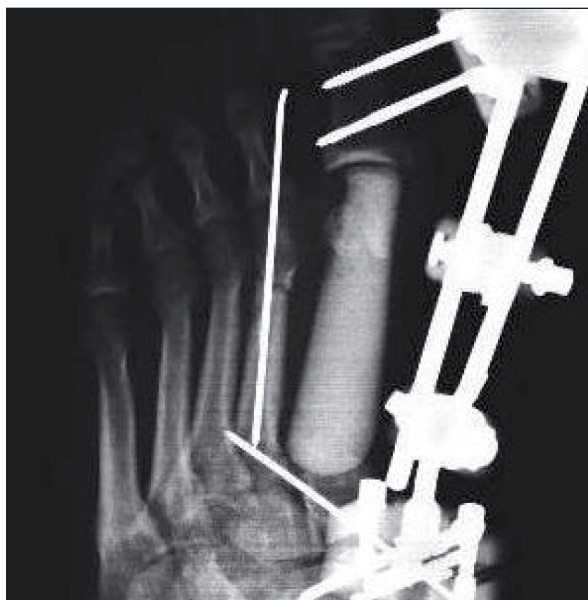


Imagen 4. Cotrol radiográfico del primer tiempo de la técnica Masquelet, en la que se observa el espaciador de cemento.



Imagen 5. Fotografía clínica en la que se muestra el defecto cutáneo cubierto por un colgajo tipo ALT.

Aproximadamente dos meses después, una vez el colgajo es estable y normofuncionante, y no se aprecia infección activa, se procede al segundo tiempo. Inicialmente se retira el fijador externo para disminuir el riesgo de infección y tres semanas después se levanta el colgajo de partes blandas, se retira el espaciador de cemento (imagen 6 izquierda), y se coloca injerto óseo autólogo procedente de cresta ilíaca mezclado con aloinjerto

procedente de banco aprovechando la biomembrana generada. Tras cruentación de caras articulares de primera cuña y base de falange proximal del hallux, se estabilizó con placa de reconstrucción primera cuña-falange proximal mediante la utilización de una placa de reconstrucción tipo malla de Synthes (LCP 2,4/2,7, ángulo variable) (imagen 6 derecha).

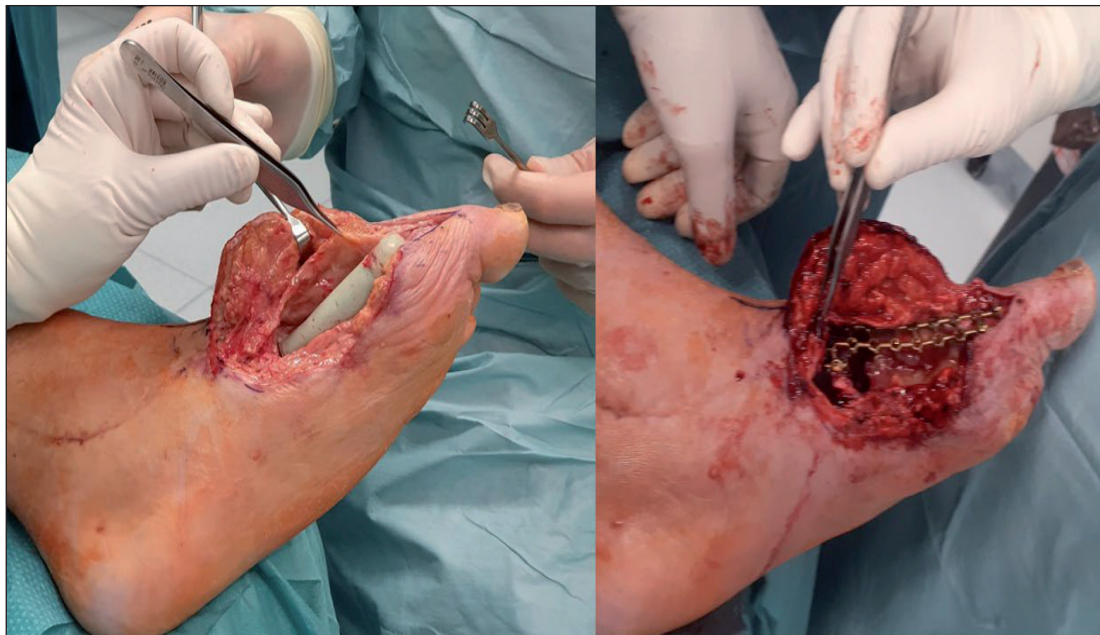


Imagen 6. Fotografías intraoperatorias en las que se muestra a la izquierda la apertura de colgajo y biomembrana para retirada del cemento. A la derecha, la colocación de una placa de reconstrucción sobre injerto óseo en la zona del defecto, segundo tiempo de la técnica Masquelet.

Tras la última cirugía, el paciente estuvo en descarga del miembro y con férula durante 6 semanas. Se muestra en la imagen 7 el control radiográfico.

Tras este tiempo, se retiró la férula y se comenzó a movilizar tobillo y pie, en descarga durante 3 semanas más.



Imagen 7. Se muestra radiografía con placa de reconstrucción y férula posterior de tobillo.

Tras esas semanas de inmovilización se autorizó la carga y se ha seguido revisando al paciente.

Se muestran en imagen 8 las radiografías de control al año de la cirugía. Se apreciaba línea ra-

dioluscente y patrón moteado compatible con posible fractura del injerto de cresta iliaca. En este momento el paciente no presentaba dolor.



Imagen 8. Radiografías en la que se muestra fractura del injerto óseo.

Se continuaron las revisiones hasta que 11 meses después de la primera revisión se comprobó que efectivamente el injerto de cresta iliaca se

había roto, además de la placa de reconstrucción, tal y como se muestra en la imagen 9. El paciente seguía caminando y sin dolor.



Imagen 9. Pseudoartrosis de injerto de cresta iliaca y rotura de placa de malla.

Se continuaron con las sucesivas revisiones, siendo la última a los 4 años de la cirugía coincidiendo con enero del 2025.

Se muestra en la imagen 10 el estado actual radiográfico y clínico del pie y debido a que la pa-

ciente continua sin dolor, caminando y haciendo vida normal, se ha decidido no intervenir quirúrgicamente al paciente.



Imagen 10. Controles radiográficos que muestran pseudoartrosis del injerto óseo junto con rotura de la placa malla e imágenes clínicas del pie del paciente.

Discusión

Una vez el paciente se encuentra estable, no es infrecuente que la siguiente decisión sea determinar la viabilidad del miembro afectado. Dicha decisión será de gran dificultad a pesar de las múltiples escalas que pretenden ayudar al cirujano a determinar dicha viabilidad, ya que ninguna de estas adquiere el poder suficiente como para determinar de forma binaria la acción a realizar(7).

Actualmente, es rara la necesidad de amputación debido a lesiones por arma de fuego accidentales o por violencia callejera, siendo más frecuente en víctimas militares(8, 9).

Una vez aceptada la viabilidad del miembro, llevaremos a cabo un primer tiempo en el que determinaremos los daños en partes blandas, estructuras óseas y neurovasculares y realizaremos una limpieza y desbridamiento exhaustivo, junto con una estabilización provisional y profilaxis antibiótica(6).

La necesidad de cirugía formal viene determinada por la aparición de daño masivo, daño neurovascular, fracturas inestables o intraarticulares, elementos metálicos intraarticulares, contaminación grosera o necrosis establecida(6, 7).

Con pocas excepciones, las heridas por escopeta tipo II y III requieren tratamiento quirúrgico, extirpando los orificios de entrada, el músculo desvitalizado y los fragmentos óseos. Debido al riesgo de infección, la mayoría de los autores no recomiendan el cierre primario de la herida, y aconsejan una revisión en las primeras 48-72 horas, realizando un cierre precoz siempre que la herida se mantenga limpia. Es preferible realizar colgajos cutáneos en los casos en los que se evidencie tensión cutánea a la hora del cierre, especialmente en heridas por escopeta(10).

La profilaxis antibiótica es de vital importancia en las heridas por arma de fuego, actualmente hay una tendencia más conservadora en la que las heridas por arma de fuego de baja velocidad que no requieran actuación quirúrgica urgente pueden ser suficiente con un tratamiento antibiótico dirigido a los principales microorganismos implicados, *Staphylococcus aureus* and *clostridium*(11, 12).

Las lesiones por escopeta al igual que las lesiones por proyectiles de alta velocidad se asocian a una mayor tasa de infección, por lo que se re-

comienda de partida un desbridamiento amplio y completo de la herida con extracción de los proyectiles, estabilización de las fracturas y profilaxis antibiótica intravenosa 48-72 horas, sin evidencia de que el uso más prolongado suponga menores tasas de infección(13). El uso de escopetas en áreas rurales puede condicionar la contaminación con mayor número de microorganismos, condicionando la necesidad de una cobertura antibiótica más amplia.

El tratamiento de las fracturas a causa de armas de fuego sigue los principios básicos de este tipo de lesiones, con algunas consideraciones añadidas debido a las características específicas de esta localización anatómica. Se deben tener en cuenta múltiples factores, como las comorbilidades, las partes blandas, la lesión neurovascular, conminución, desplazamiento o la afectación articular.

Husain y colaboradores describieron un sistema de clasificación de fracturas por herida de arma de fuego en el pie, incluyendo una serie de 27 pacientes. Dividieron la zona 1 como anterior a la articulación mediotarsiana, y una zona 2 como la posterior a la articulación mediotarsiana. A su vez, definieron dos subtipos, A sin afectación articular y B con afectación articular(14).

La fijación interna debe evitarse en el manejo inicial de este tipo de fracturas para prevenir la infección, siendo de elección la estabilización mediante fijadores externos. La fijación interna definitiva en un primer tiempo puede estar indicada en lesiones de baja energía. Para fracturas no contaminadas de baja energía, se recomienda el uso de un antibiótico profiláctico y la estabilización definitiva a las 48-72 horas(1, 2, 6).

La utilización de injerto óseo puede resultar de ayuda mejorando el porcentaje de unión en gran parte de las lesiones por escopeta de grados II y III, en las que resulta imposible la reducción anatómica por la conminución y pérdida ósea(1, 2, 6).

A lo largo del tiempo se han desarrollado múltiples técnicas para la reconstrucción de defectos óseos diafisarios, tales como la utilización de injertos libres vascularizados de peroné. A pesar de sus ventajas, también consta con desventajas como la comorbilidad donante, la dificultad o la probabilidad de infección, ésta última ya incrementada por la historia natural de la lesión en nuestro caso.

La reconstrucción ósea no es tarea fácil, aún menos cuando se trata de huesos largos y en situaciones específicas, con pérdida de partes blandas e infección concomitante. Unas de las opciones más utilizadas es el injerto vascularizado de peroné y la técnica de transporte óseo de Ilizarov(15, 16). En nuestro caso no era de aplicación el transporte óseo. La opción de peroné vascularizado se consideró, pero los problemas vasculares que presentó el colgajo libre en su evolución inicial, con varias obstrucciones de los vasos venosos que requirieron revisión, desaconsejaron esta técnica.

Dadas las características de nuestro caso, queremos presentar la técnica Masquelet. Inicialmente descrita en 1986 para defectos diafisarios extensos. Dicha técnica, permite la reconstrucción ósea incluso en zonas receptoras que hayan sufrido infecciones o irradiadas, siempre que se genere primero una biomembrana para proteger, vascularizar y acoger posteriormente el injerto óseo base para la reconstrucción del defecto generado(17). El uso de un espaciador cementado con antibiótico local conlleva varias ventajas, sirve de estabilizador provisional, promueve la formación de la biomembrana altamente vascularizada y combate la infección gracias al antibiótico. Se trata de una técnica con menos morbilidad donante y menor dificultad técnica en comparación con otras opciones (18). Puede considerarse un inconveniente el que se trate de una técnica en dos tiempos, pero no debemos olvidar que en cualquier caso que precise reconstrucción ósea importante, especialmente en presencia de infección, requerirá una actuación en varios tiempos(18).

Solo se ha encontrado en la revisión bibliográfica realizada un caso parecido al aquí expuesto, en el que se conservaban la base del metatarsiano y su cabeza; en el mismo se empleó la técnica de Masquelet (19).

En este caso se trató a un paciente de 53 años con una fractura abierta tipo IIIB de Gustilo, en el que se realizó un extenso desbridamiento, segundo de una estabilización provisional con fijador externo, utilización de cemento bañado en gentamicina y cobertura con colgajo libre vascularizado proveniente del antebrazo. En un segundo tiempo se realizó una osteosíntesis definitiva sobre injerto autólogo con doble placa bloqueada, superior

y medial. A los 18 meses, se corroboró la integración y síntesis de la reconstrucción, sin signos infecciosos.

En nuestro caso, a diferencia del comentado, se ha utilizado un colgajo libre ALT, y posteriormente la estabilización definitiva se realizó con placas de reconstrucción tipo malla de bajo perfil (placa malla LCP 2,4/2,7) de ángulo variable.

Con este trabajo se describe la importancia inicial en el manejo de heridas por arma de fuego, y se expone la técnica de Masquelet como una técnica eficaz para la reconstrucción de lesiones con defectos óseos y afectación de partes blandas importantes en el primer metatarsiano.

Bibliografía

1. Dougherty PJ, Vaidya R, Silverton CD, Bartlett C, Najibi S. Joint and long-bone gunshot injuries. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(4):980-97. PubMed PMID: 19339586.
2. Gonzalez T, Briceno J, Velasco B, Kaiser P, Stenquist D, Miller C, et al. Gunshot-Related Injuries to the Foot & Ankle: Review Article. *Foot Ankle Int.* 2020;41(4):486-96. Epub 2020/02/05. doi: 10.1177/1071100720901712. PubMed PMID: 32020817.
3. Bartlett CS, Helfet DL, Hausman MR, Strauss E. Ballistics and gunshot wounds: effects on musculoskeletal tissues. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000;8(1):21-36. doi: 10.5435/00124635-200001000-00003. PubMed PMID: 10666650.
4. Dicpinigaitis PA, Koval KJ, Tejawani NC, Egol KA. Gunshot wounds to the extremities. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2006;64(3-4):139-55. PubMed PMID: 17155923.
5. Holmes GB. Gunshot wounds of the foot. *Clin Orthop Relat Res.* 2003(408):86-91. doi: 10.1097/00003086-200303000-00009. PubMed PMID: 12616043.
6. Maqungo S, Kauta N, Held M, Mazibuko T, Keel MJ, Laubscher M, et al. Gunshot injuries to the lower extremities: Issues, controversies and algorithm of management. *Injury.* 2020;51(7):1426-31. Epub 2020/05/21. doi: 10.1016/j.injury.2020.05.024. PubMed PMID: 32471684.
7. Sathiyakumar V, Thakore RV, Stinner DJ, Obrensky WT, Ficke JR, Sethi MK. Gunshot-induced fractures of the extremities: a review of antibiotic and debridement practices. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2015;8(3):276-89. doi: 10.1007/s12178-015-9284-9. PubMed PMID: 26047781; PubMed Central PMCID: PMC4596195.
8. Nikolic D, Jovanovic Z, Vulovic R, Mladenovic M. Primary surgical treatment of war injuries of the foot. *Injury.* 2000;31(3):193-7. doi: 10.1016/s0020-1383(99)00271-5. PubMed PMID: 10704585.

9. Bowyer G. Débridement of extremity war wounds. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14(10 Spec No.):S52-6. doi: 10.5435/00124635-200600001-00012. PubMed PMID: 17003208.
10. Pu LL, Medalie DA, Lawrence SJ, Vasconez HC. Reconstruction of through-and-through gunshot wounds to the feet with free gracilis muscle flaps. *Ann Plast Surg.* 2003;50(3):286-91. doi: 10.1097/01.sap.0000046785.28027.64. PubMed PMID: 12800906.
11. Simpson BM, Wilson RH, Grant RE. Antibiotic therapy in gunshot wound injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 2003(408):82-5. doi: 10.1097/00003086-200303000-00008. PubMed PMID: 12616042.
12. Dickey RL, Barnes BC, Kearns RJ, Tullos HS. Efficacy of antibiotics in low-velocity gunshot fractures. *J Orthop Trauma.* 1989;3(1):6-10. doi: 10.1097/00005131-198903010-00002. PubMed PMID: 2709206.
13. Dicpinigaitis PA, Fay R, Egol KA, Wolinsky P, Tejawani N, Koval KJ. Gunshot wounds to the lower extremities. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2002;31(5):282-93. PubMed PMID: 12041522.
14. Husain ZS, Schmid S, Lombardo N. Functional Outcomes After Gunshot Wounds to the Foot and Ankle. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55(6):1234-40. Epub 2015/07/26. doi: 10.1053/j.jfas.2015.06.004. PubMed PMID: 26213162.
15. Pederson WC, Person DW. Long bone reconstruction with vascularized bone grafts. *Orthop Clin North Am.* 2007;38(1):23-35, v. doi: 10.1016/j.ocl.2006.10.006. PubMed PMID: 17145292.
16. Aronson J. Limb-lengthening, skeletal reconstruction, and bone transport with the Ilizarov method. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79(8):1243-58. doi: 10.2106/00004623-199708000-00019. PubMed PMID: 9278087.
17. Masquelet AC, Fitoussi F, Begue T, Muller GP. [Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft]. *Ann Chir Plast Esthet.* 2000;45(3):346-53. PubMed PMID: 10929461.
18. Giannoudis PV, Faour O, Goff T, Kanakaris N, Dimitriou R. Masquelet technique for the treatment of bone defects: tips-tricks and future directions. *Injury.* 2011;42(6):591-8. Epub 2011/05/04. doi: 10.1016/j.injury.2011.03.036. PubMed PMID: 21543068.
19. Makridis KG, Theocharakis S, Fragkakis EM, Giannoudis PV. Reconstruction of an extensive soft tissue and bone defect of the first metatarsal with the use of Masquelet technique: a case report. *Foot Ankle Surg.* 2014;20(2):e19-22. Epub 2013/12/16. doi: 10.1016/j.fas.2013.11.006. PubMed PMID: 24796840.