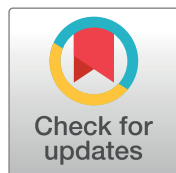




Versión español



English version



Crossmark



ACCESO ABIERTO

Citación: Hernández-Salazar RD, López-García JP, Patiño-Vargas N, Rivera AF. **Prediction of the intramedullary nail size by fibula length in bilateral femur fractures.** Colomb Méd (Cali), 2024; 55(4):e5006078. <http://doi.org/10.25100/cm.v55i4.6078>

Recibido: 11 abr 2024

Revisado: 22 oct 2024

Aceptado: 06 Dic 2024

Publicado: 30 Dic 2024

Palabras clave:

Bilateral; fémur; fractura; osteosíntesis.

Keywords:

Bilateral, femur, fracture, osteosynthesis.

Copyright: © 2024 Universidad del Valle



REPORTE DE CASO

Predicción del tamaño del clavo intramedular mediante la longitud de la fíbula en fracturas bilaterales de fémur

Prediction of the intramedullary nail size by fibula length in bilateral femur fractures.

Rubén Darío Hernández-Salazar,¹ Juan Pablo López-García,² Nathaly Patiño-Vargas,³ Andrés Felipe Rivera¹

1 Hospital Universitario del Valle, Programa de Ortopedia y Traumatología, Cali, Colombia. , **2** Universidad del Valle, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Cali, Colombia. , **3** Universidad Libre, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Medicina, Cali, Colombia.

Resumen

Descripción del caso:

Paciente masculino de 23 años quien recibió contusión directa en los miembros inferiores a nivel de los muslos durante accidente laboral.

Hallazgos clínicos:

Hallazgos clínicos y radiográficos compatibles con fracturas sub-trocantéricas bilaterales conminutas, encontrándose en ambas, extensión hacia la diáfisis, con un Índice de Severidad del Trauma de 16.

Tratamiento y resultados:

Resultado clínico y radiológico favorable tras estabilización quirúrgica definitiva temprana de ambas extremidades con clavos cefalomedulares, rehabilitación con terapia física y seguimiento clínico.

Relevancia clínica:

Los traumatismos de alta energía, por diferentes causas, constituyen un reto para todo el personal sanitario debido a las propias condiciones del paciente, la respuesta inflamatoria individual y las lesiones musculoesqueléticas asociadas, algunas no detectadas inicialmente, y además en otros sistemas. Los pacientes con fracturas bilaterales de fémur pueden presentar las condiciones mencionadas, lo que requiere la identificación temprana de los riesgos de insuficiencia respiratoria y multiorgánica, el conocimiento de su estado metabólico y la definición de su situación clínica, considerada potencialmente o verdaderamente crítica. Incluso con un tratamiento oportuno, se observan cifras de mortalidad del 6.9% al 27%. Según parámetros definidos, se puede realizar una osteosíntesis temprana y definitiva de las fracturas, pero sus características pueden dificultar la planificación quirúrgica.

Conflicto de interés:

Ninguno declarado por los autores.

Agradecimientos:

Agradecemos a la Universidad del Valle y a los Residentes del Programa de Ortopedia y Traumatología de la Universidad del Valle por su rol fundamental para la publicación de este caso.

Autor de correspondencia:

Rubén-Darío Hernández

Salazar. Programa de Ortopedia y Traumatología, Hospital Universitario del Valle, Santiago de Cali, Colombia. Email: hernandez.ruben@hotmail.com

Abstract

Case Description:

A 23-year-old male patient, with no relevant medical history, who received direct contusion to the lower limbs at the level of the thighs due to a fall from a sheet bending machine.

Clinical Findings:

Clinical and radiographic findings compatible with bilateral comminuted sub-trochanteric fractures, with extension towards the diaphysis in both, with a Trauma Severity Index of 16.

Treatment and Outcome:

Favorable clinical and radiological outcome after early definitive surgical stabilization of both extremities with cephalomedullary nails, rehabilitation with physical therapy and clinical follow-up.

Clinical Relevance:

High energy trauma, due to different causes, constitutes a challenge for all health personnel, due to the patient's own conditions, the individual inflammatory response, the associated musculoskeletal injuries, some not detected at the beginning, and additionally in other systems. Patients with bilateral femur fractures may present the conditions listed above, which requires early identification of the risks of respiratory and multi-organ failure, knowledge of their metabolic status and definition of their clinical situation, considered potentially or truly critical, which even with timely treatment Mortality figures of 6.9% to 27% are found. According to defined parameters, early and definitive osteosynthesis of fractures can be performed, but its characteristics may represent difficulties for surgical planning.

Introducción

Las fracturas bilaterales de fémur suelen ser una consecuencia de traumas de alta energía, y en su presentación deben considerarse las condiciones propias del paciente, la respuesta inflamatoria individual y las lesiones multiorgánicas asociadas ¹. Este tipo de trauma tiene una incidencia reportada de 18.2 casos por cada 100,000 habitantes por año ². Con un tratamiento adecuado, la mortalidad asociada puede variar entre el 6.9% y el 27% ^{4,5}. Su manejo requiere la identificación temprana de los factores de riesgo para clasificar la severidad del trauma, estabilizar hemodinámicamente al paciente mediante un enfoque de control de daños y planear un manejo médico-quirúrgico oportuno según el estado clínico del paciente ³.

En pacientes politraumatizados, las fracturas de la diáfisis del fémur pueden ser cerradas (91%), expuestas (9%) ⁶ y pueden estar relacionadas con una lesión vascular ⁷. El clavo intramedular es considerado el tratamiento estándar para el manejo quirúrgico de las fracturas diafisarias de fémur no complicadas, debido a que se trata de una técnica menos invasiva y con menor riesgo de complicaciones intrahospitalarias en comparación con la fijación externa. La fijación externa suele indicarse con mayor frecuencia en fracturas expuestas con alto grado de contaminación o en situaciones donde el manejo definitivo oportuno no es viable, como en pacientes politraumatizados con compromiso del equilibrio ácido-básico ⁸.

En las fracturas diafisarias bilaterales de fémur, no hay un consenso establecido sobre el manejo quirúrgico, especialmente en casos de fracturas multifragmentadas o segmentarias. Esto se debe, en parte, a la dificultad para obtener una medición precisa de la longitud del fémur para seleccionar el implante, lo cual es fundamental para prevenir complicaciones como

el acortamiento y las discrepancias en la longitud de ambas extremidades ⁹. La reducción cerrada y la fijación con clavo intramedular, ya sea anterógrado o retrógrado, es la técnica generalmente aceptada, ya que permite preservar el hematoma de la fractura, facilitando una pronta consolidación ósea. Este enfoque favorece una rehabilitación temprana, con rápido inicio de la marcha y de las actividades cotidianas ⁹.

En las fracturas del tercio proximal o subtrocantéricas, puede ser necesario utilizar un implante cefalomedular bloqueado, el cual ha demostrado proporcionar una estabilidad adicional ¹⁰. En otros casos, cuando las fracturas se localizan en el tercio medio o distal del fémur, especialmente en pacientes obesos, se considera como alternativa la fijación con un clavo endomedular retrógrado. Este procedimiento, realizado en posición de decúbito supino sobre una mesa convencional, facilita la fijación de otras fracturas a nivel de la rodilla, así como de extremidades superiores, pelvis y lesiones secundarias asociadas que requieran manejo quirúrgico multidisciplinario ¹¹. Se han descrito técnicas para estimar la medida más precisa que permita realizar la osteosíntesis con un implante endomedular ¹¹.

Presentamos el caso de un paciente de 23 años con fractura subtrocantérica bilateral de fémur, extendida hacia la diáfisis y con conminución asociada. Para el manejo quirúrgico, se optó por la estrategia descrita por Karakas y Harma ¹², la cual calcula la longitud del fémur con la sumatoria de dos medidas de estructuras anatómicas de la extremidad inferior que permanecen indemnes tras el evento traumático.

Descripción del caso

Paciente masculino de 23 años quien presentó aplastamiento y contusión en los miembros inferiores y muslos con una máquina dobladora de láminas, asociado con dolor intenso y deformidad musculoesquelética. Al ingresar a urgencias, los signos vitales se encontraban dentro de los parámetros normales: tensión arterial de 124/74 mmHg, frecuencia cardíaca de 84 latidos por minuto, frecuencia respiratoria de 18 respiraciones por minuto y saturación de oxígeno del 97%. El examen físico reveló edema bilateral en los muslos, acortamiento y rotación externa de ambos miembros inferiores, maniobras de libro abierto y cerrado negativas, pulsos distales conservados, llenado capilar menor a 3 segundos, movilidad conservada de los artejos y limitación funcional significativa.

Se descartaron, una contusión torácica, abdominal, pélvica o un trauma craneoencefálico. Las radiografías mostraron fractura subtrocantérica del fémur izquierdo con extensión a la diáfisis y con conminución asociada, y fractura subtrocantérica del fémur derecho con un tercer fragmento en mariposa (Figura 1). La clasificación de severidad del trauma (ISS) fue de 16/75 puntos.

Considerando las condiciones generales del paciente y su estado hemodinámico y metabólico favorables, se decide realizar la estabilización definitiva de ambas extremidades con clavos cefalomedulares en las primeras 24 horas para disminuir el riesgo de complicaciones y favorecer una recuperación temprana. Además, se solicitan fijadores externos como alternativa, en caso de ser requeridos durante la cirugía.

Se tomaron medidas externas de ambas extremidades y radiografías de pelvis, fémur bilateral y pierna izquierda para estimar la longitud del clavo a utilizar. Se empleó la estrategia de medición basada en la longitud del fémur (MLFe). Esta se calculó sumando la medida de la longitud de la fíbula (MLFi) y el diámetro de la cabeza femoral (MDCf), con lo que se obtuvo una aproximación precisa de la longitud del fémur, medida desde la región trocantérica (fosa piriforme) hasta la zona condilar (incisura intercondílea). Así, $MLFi + MDCf = MLFe$ (Figura 2)

Se inició la fijación con la fractura de fémur considerada de menor dificultad. Posteriormente, en conjunto con el equipo de anestesiología, se verificó que el paciente se encontraba en condiciones para continuar con la osteosíntesis del otro fémur. Para ello, se ajustó la posición

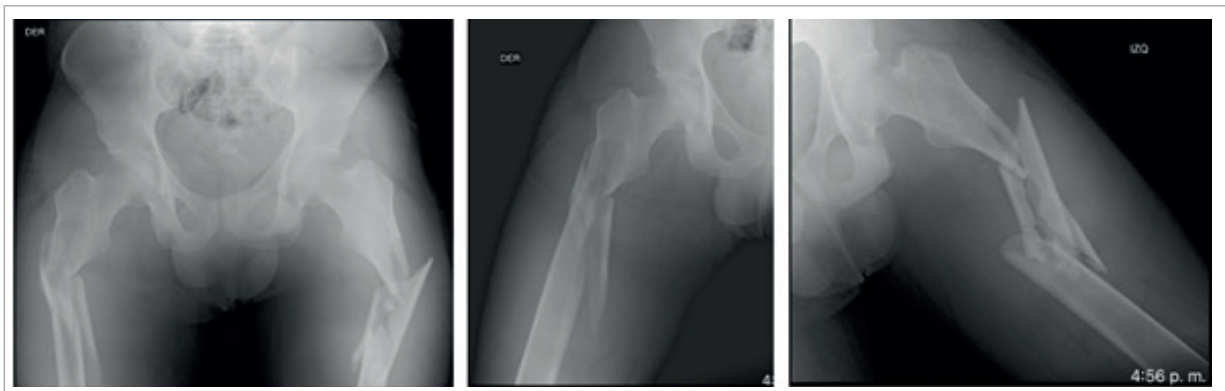


Figura 1. Radiografía de fémur bilateral y de pelvis anteroposterior. Fractura subtrocantérica de fémur izquierdo con extensión a diáfisis y conminución asociada, y fractura subtrocantérica en fémur derecho con tercer fragmento en mariposa, sin fractura-luxación en pelvis, cabeza o cuello femoral bilateral

en la mesa de fracturas, modificando el punto de soporte de la tracción correspondiente a la extremidad que será intervenida a continuación. Se logró completar ambos procedimientos en un solo tiempo quirúrgico. Se utilizaron clavos cefalomedulares derecho e izquierdo de 11 × 400 mm a 130 grados, con tornillos cefálicos de 10.5 × 90 mm para la reducción cerrada y la osteosíntesis de las fracturas, asegurados con dos bloqueos distales en cada uno (Figura 3).

El paciente evolucionó favorablemente en el postoperatorio, sin déficits neurológicos ni vasculares, con movilidad adecuada y disminución del dolor. En la valoración clínica, no se observaron deformidades angulares o rotacionales ni discrepancia en la longitud de las extremidades inferiores. Se mantiene hemodinámica y metabólicamente compensado, con una presión arterial de 110/74 mmHg, frecuencia cardíaca de 90 latidos por minuto y frecuencia respiratoria de 16 respiraciones por minuto.

La medición de hemoglobina postquirúrgica fue de 6.1 g/dL, por lo que requirió la transfusión de dos unidades de glóbulos rojos, alcanzando posteriormente una hemoglobina de 9.3 g/dL. Los pacientes con fracturas de fémur pueden presentar un sangrado significativo en el foco de fractura, con un volumen estimado de hasta 1,000 cc de sangre. Además, en las fijaciones endomedulares, se ha descrito la posibilidad de un sangrado intracanal continuo, difícil de cuantificar, lo cual es aún más relevante en fracturas bilaterales ⁸.



Figura 2. Medición de la Fíbula, medición en las radiografías del diámetro de la cabeza femoral y medición externa del Fémur, respectivamente. Longitud del fémur = Longitud de la fíbula + Diámetro de la cabeza femoral.

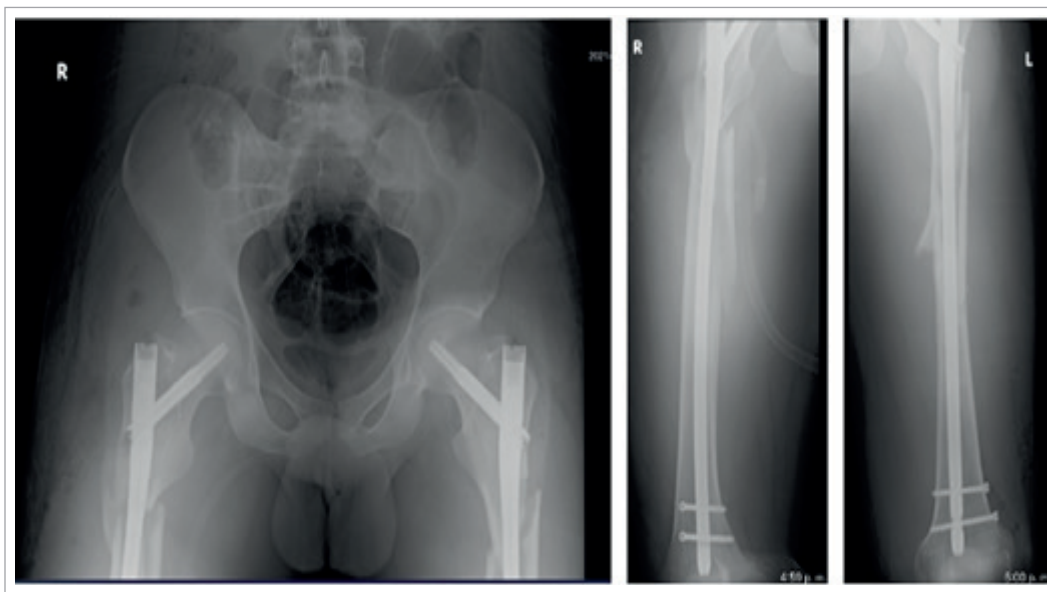


Figura 3. Resultado inicial de fijación de las fracturas con implante céfalo-medular.

El paciente es dado de alta en buenas condiciones, con recomendaciones generales y cita para control postquirúrgico. En los controles posteriores, se realizaron radiografías de seguimiento mostraron una consolidación de la fractura favorable y progresiva (Figura 4) y se recomendó continuar la rehabilitación con terapia física y se observó una consolidación progresiva de las fracturas, con mejoría en la marcha, en su condición física general y reintegración a sus actividades cotidianas.

Posteriormente, se le solicitó una radiografía panorámica de miembros inferiores para confirmar la ausencia de discrepancia en la longitud de las extremidades, detectada clínicamente. Sin embargo, debido a su reincorporación laboral y las restricciones de horario, no pudo continuar con los controles postquirúrgicos ni realizarse la radiografía solicitada.

Discusión

El manejo quirúrgico de las fracturas bilaterales de fémur sigue siendo un tema en debate ¹³. Se han descrito estrategias basadas en la evidencia, entre ellas el control del daño en ortopedia (*Damage Control Orthopedics*) ¹⁴, que consiste en la estabilización temporal de las fracturas mediante la fijación externa seguida de un manejo quirúrgico definitivo en pacientes con alto riesgo de deterioro clínico y el tratamiento temprano definitivo (*Early Total Care*) propone la fijación inmediata de ambas fracturas con clavo intramedular en un solo tiempo quirúrgico, evitando una segunda intervención ¹⁵.

Flagstad et al. ¹⁶, identificaron tres factores clave en la selección de la estrategia quirúrgica: el volumen de pacientes atendidos en la institución, la puntuación en la escala de severidad de la lesión y los niveles de lactato al ingreso. En centros de alto volumen, las fracturas bilaterales de fémur suelen presentarse en pacientes con lesiones graves, por lo que el manejo está influenciado por protocolos institucionales, la perspectiva de equipos multidisciplinarios y los recursos hospitalarios disponibles. Además, niveles elevados de lactato reflejan hipoperfusión sistémica y metabolismo anaeróbico, lo que se asocia con la necesidad de un enfoque de control de daños. Estudios previos han sugerido que los pacientes con lactato ≥ 2.5 mmol/L durante más de 24 horas se benefician del control del daño en ortopedia, mientras que aquellos con niveles < 2 mmol/L pueden ser candidatos para la fijación definitiva con clavo intramedular ^{17,18}.

En el caso descrito, se optó por un manejo temprano definitivo debido a que el paciente presentó un estado metabólico y hemodinámico estable, con un ISS de 16 puntos y sin



Figura 4. Radiografías posquirúrgicas que muestran fracturas en proceso de consolidación.

compromiso sistémico que justificara una fijación diferida. Se realizó la fijación intramedular de ambas fracturas en un solo tiempo quirúrgico, minimizando el riesgo de complicaciones asociadas a cirugías en múltiples tiempos y favoreciendo una recuperación más rápida.

El clavo intramedular bloqueado es actualmente el tratamiento de elección para fracturas diafisarias de fémur, incluyendo las fracturas conminutas bilaterales¹⁹. Sin embargo, su uso puede asociarse con complicaciones como discrepancias en la longitud de las extremidades debido a reducciones inadecuadas o dificultades en la medición intraoperatoria^{20,21}. Existen diversas estrategias para la selección precisa del tamaño del implante, como la “técnica del cuadro” (*The Box Technique*), que utiliza fluoroscopia intraoperatoria para alinear y comparar la longitud del fémur proximal y distal antes de la implantación del clavo²².



Figura 5. Representación de la medición digital de las imágenes radiográficas obtenidas con el escáner de tomografía, en donde se observan las mediciones que se valoraron. Diámetro de la cabeza femoral (HD), longitud medular femoral (ML) y la longitud de la fibula (FL) obtenidas en la extremidad inferior izquierda 12.

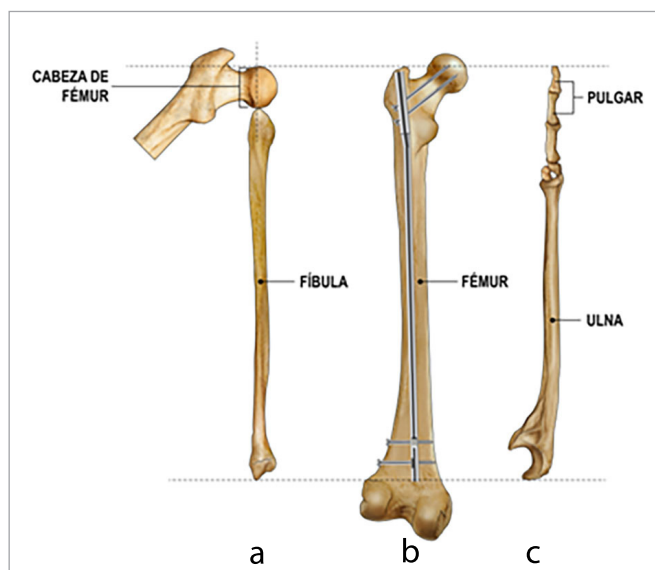


Figura 6. Métodos con referencias anatómicas para calcular la longitud del clavo endomedular en el fémur en fractura bilateral conminuta. a. Propuesta de Kazakas, sumando la longitud de la fibula + el diámetro de la cabeza femoral en una radiografía. b. Longitud del clavo desde punta de trocánter hasta zona epicondilar lateral. c. Propuesta de Chung. Medición desde la prominencia del olécranon hasta la punta del pulgar.

En el presente caso, se utilizó un método basado en el estudio de Karakas et al.¹², quienes demostraron que la longitud medular femoral puede estimarse con precisión mediante la sumatoria de la longitud de la fibula y el diámetro de la cabeza femoral. En su estudio experimental, se obtuvieron imágenes digitales mediante tomografía computarizada en sujetos sanos, determinando que la longitud de la fibula (medida desde sus extremos proximal y distal) y el diámetro de la cabeza femoral (distancia entre sus puntos inferomedial y superolateral) correlacionaban significativamente con la longitud del fémur (distancia entre la fosa piriforme y la escotadura intercondílea) (Figura 5). Su análisis mediante coeficientes de correlación de Pearson mostró una relación altamente significativa ($r=0.942$, $p<0.0001$), sin diferencias entre sexos.

Este método resulta particularmente útil en casos de fracturas bilaterales conminutas, donde el fémur contralateral no está disponible como referencia. En el paciente del caso clínico, la aplicación de esta técnica permitió seleccionar con precisión el tamaño del clavo intramedular y minimizar el riesgo de discrepancias en la longitud de las extremidades, optimizando el resultado quirúrgico y funcional^{12,23} (Figura 6)

Referencias

1. Kobbe P, Micansky F, Lichte P, Martin SR, Pfeifer R, Dombroski D, et al. Increased morbidity and mortality after bilateral femoral shaft fractures: ¿Myth or reality in the era of damage control? *Injury*. 2013; 44(2): 221-5. doi: 10.1016/j.injury.2012.09.011.
2. Backer H, Heyland M, Wu C, Perka C, Stockle U, Braun K. Breakage of intramedullary femoral nailing or femoral plating: how to prevent implant failure. *Eur J Med Res*. 2022; 27(1): 7. Doi: 10.1186/s40001-021-00630-7
3. Martínez-Rondanelli A, Uribe JP, Escobar SS, Henao J, Rios JA, Martínez-Cano JP. Control de daño y estabilización temprana definitiva en el tratamiento del paciente politraumatizado. *Rev Colomb Ortopedia Traumatol*. 2018; 32(3): 152-160. DOI: 10.1016/j.rccot.2017.11.009
4. Lane MK, Nahm NJ, Vallier HA. Morbidity and mortality of bilateral femur fractures. *Orthopedics*. 2015; 38(7): e588-e592. Doi: 10.3928/01477447-20150701-56
5. O'Brien PJ. Fracture fixation in patients having multiple injuries. *Can J Surg*. 2003; 46(2): 124-128.
6. Ghouri SI, Asim M, Mustafa F, Kanbar A, Ellabib M, Al JH, et al. Patterns, management, and outcome of traumatic femur fracture: exploring the experience of the only level 1 trauma center in Qatar. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(11): 5916. doi: 10.3390/ijerph18115916
7. Ricci W, Gallagher B, Haidukewych G. Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: current concepts. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009; 17(5): 296-305. doi: 10.5435/00124635-200905000-00004.
8. Ghouri SI, Mustafa F, Kanbar A, Al JH, Shunni A, Almadani A, et al. Management of traumatic femur fractures: a focus on the time to intramedullary nailing and clinical outcomes. *Diagnostics (Basel)*. 2023; 13(6): 1147. doi: 10.3390/diagnostics13061147
9. Herscovici D, Scaduto J. Assessing leg length after fixation of comminuted femur fractures. *Clin Orthopae Related Res*. 2014; 472: 2745-2750. doi: 10.1007/s11999-013-3292-0
10. Winkquist RA. Locked femoral nailing. *J Am Acad Orthop Surg*. 1993; 1: 95-105. doi: 10.5435/00124635-199311000-00004

11. Cannada LK, Taghizadeh S, Murali J, Obremskey WT, DeCook C, Bosse MJ. Retrograde intramedullary nailing in treatment of bilateral femur fractures. *J Orthop Trauma*. 2008; 22: 530-534. doi: 10.1097/BOT.0b013e318183eb48.
12. Karakas HM, Harma A. Estimating femoral nail length in bilateral comminuted fractures using fibular and femoral head referencing. *Injury J*. 2007; 38: 984-987. doi: 10.1016/j.injury.2007.02.041
13. Denis-Aubrée P, Dukan R, Karam K, Molina V, Court C, Bouthors C. Bilateral femoral shaft fracture in polytrauma patients: ¿Can intramedullary nailing be done on an emergency basis? *Orthopaedics Traumatol: Surgery Res*. 2021; 107: 102864. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102864.
14. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *Injury Infect Critical Care*. 2000; 48(4): 613-621. doi: 10.1097/00005373-200004000-00006
15. Ratto N. Early total care versus damage control: current concepts in the orthopedic care of polytrauma patients. *ISRN Orthopedics*. 2013; 2013 :329452. doi: 10.1155/2013/329452.
16. Flagstad I, Tatman L, Albersheim M, Heare A, Parikh HR, Vang S, et al. Factors influencing management of bilateral femur fractures: A multicenter retrospective cohort of early versus delayed definitive Fixation. *Injury*. 2021; 52: 2395-2402. doi: 10.1016/j.injury.2021.02.091.
17. O'Toole R, O'Brien M, Scalea T, Habashi N, Pollak A, Turen C. Resuscitation before stabilization of femoral fractures limits acute respiratory distress syndrome in patients with multiple traumatic injuries despite low use of damage control orthopedics. *J Trauma Acute Care Surgery*. 2009; 67(5): 1013-1021.
18. Grey B, Rodseth RN, Muckart DJJ. Early fracture stabilisation in the presence of subclinical hypoperfusion. *Injury*. 2013; 44(2): 217-220. doi: 10.1016/j.injury.2012.08.062.
19. Jaarsma RL, Pakvis DFM, Verdonchot N, Biert J, van Kampen A. Rotational malalignment after intramedullary nailing of femoral fractures. *J Orthopaedic Trauma*. 2004; 18(7): 403-409.
20. Arazi M, Oğün TC, Oktar MN, Memik R, Kutlu A. Early weight-bearing after statically locked reamed intramedullary nailing of comminuted femoral fractures: is it a safe procedure?. *J Trauma*. 2001; 50(4): 711-6. doi: 10.1097/00005373-200104000-00019.
21. Wolinsky P, Tejwani N, Richmond JH, Koval KJ, Egol K, Stephen DJG. Controversies in intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *Instr Course Lect*. 2002; 51: 291-303
22. Garg K, Herring MJ, Marmor M. Extracorporeal measurement of femoral nail length in the treatment of trochanteric hip fractures: the "box" technique. *OTA Int*. 2021;4(4):e151. doi: 10.1097/OI9.0000000000000151.
23. Chung J, Malayko G, Pagliaro T, Journeaux S. Elbow to digit measurements as a preoperative adjunct tool to aid intramedullary femoral nail selection - the rule of thumb. *Injury J*. 2023; 54(2): 683-686. doi: 10.1016/j.injury.2022.12.011.