

RECONSTRUCCIÓN DE DEFECTOS ÓSEOS DIAFISARIOS MEDIANTE TRANSPORTE ÓSEO CON SISTEMA MONOLATERAL: SERIE DE 7 CASOS

*Dr. Dino Fanola Ascarrunz¹, Dr. Alvaro Parraga Montes², Dr. Abraham Sulcata Chalco³,
Dra. Adriana Espinar Saavedra⁴*

Servicio de Traumatología y ortopedia del Hospital Obrero N°1, Caja Nacional de Salud La Paz - Bolivia

Servicio de Emergencias - Traumatología y ortopedia del Hospital Obrero N°1, Caja Nacional de Salud La Paz - Bolivia

¹ Médico especialista de planta servicio Traumatología y Ortopedia

² Médico especialista de planta servicio Traumatología y Ortopedia

³ Médico especialista servicio de Emergencia de Traumatología y Ortopedia

⁴ Médico residente de 4to año del Servicio Traumatología y Ortopedia

INTRODUCCIÓN

Los defectos óseos en huesos largos representan un problema y desafío asociados con la reconstrucción de extremidades superiores e inferiores. Se presentan por diversas causas en su mayoría por trauma de alta energía, infecciones y neoplasias; esto disminuye física, psicosocial y económicamente al paciente y nuestra sociedad. (1-2)

Se han logrado avances importantes en el tratamiento de defectos óseos. En general requieren internación prolongada, múltiples recursos y están expuestas a fracasos terapéuticos y complicaciones que exigen un manejo multidisciplinario. Dentro de las opciones utilizadas está el injerto óseo, el injerto óseo vascularizado, el injerto con membrana inducida (Masquelet) y el transporte óseo (osteogénesis por distracción). (2-3)

La osteogénesis por distracción evoluciona gracias a la introducción del sistema ILIZAROV de fijación externa para huesos largos, que es el precursor del sistema ALRS (Advanced Limb Reconstruction System, Orthofix®), que se caracteriza por ser técnicamente sencillo, ser monorriel, y permitir procedimientos de reconstrucción sobre la estabilización y osteosíntesis definitiva. (4)

El objetivo de este estudio (serie de casos) es reportar resultados radiológicos y funcionales del sistema monorriel ALRS (Advanced Limb Reconstruction System, Orthofix®), el cual tiene un montaje simplificado con una curva de aprendizaje menor, tomándolo como opción de tratamiento en

defectos óseos moderados y severos, es reproducible, versátil y de mejor tolerancia para el paciente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo, longitudinal, tipo series de casos, de los pacientes con defectos óseos en miembros inferiores, por secuelas postraumáticas e infecciosas, tratados con el sistema Advance Limb Reconstruction System de Orthofix®, en el Hospital Obrero N°1, periodo comprendido entre 2018 - 2021. Todos fueron seguidos hasta el retorno de sus actividades habituales, además de signos de consolidación ósea completa en radiografía. Se extrajo información contenida en la historia clínica y estudios de imagenología.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Todos los pacientes aceptaron y firmaron el consentimiento informado, otorgado 12 horas previas a su intervención quirúrgica en el mismo especifica el tipo de intervención, los riesgos que conlleva. Al ser un centro de referencia nacional y de enseñanza e investigación médica, se especifica el posible uso de datos para elaboración de artículos científicos en pro del bienestar social. La confidencialidad en el manejo de los datos se basa en la eliminación de las características identificables de los pacientes.

Se obtuvo datos mediante la historia clínica de cada paciente de nuestra serie en plantillas previamente creadas, la información fue codificada y tabulada en programas estadísticos Microsoft Excel, SPSS versión 28.0.1.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

La planificación quirúrgica se basa en la medición y comparación mediante la escanometría de miembros inferiores, además de radiografías en tamaño real de la zona del defecto y que muestren articulación proximal y distal al mismo. (5)

Dependiendo del segmento óseo, se realiza la configuración de tutor externo monocarril (6): Fémur: Se utilizan dos cabezales rectos con tres clavos Schanz cónicos recubiertos en la superficie roscante con hidroxapatita, uno en la zona intertrocanterea y distalmente en el cóndilo femoral paralelo a la articulación; un tercer cabezal móvil en el segmento a transportar también con clavos Schanz cónicos recubiertos, que pueden ser uni o bicorticales dependiendo si se usa un clavo endomedular o no. La riel del sistema debe quedar paralela al eje longitudinal del fémur (6-7).

Tibia: Se utiliza igualmente dos cabezales uno proximal y otro distal, muy cercanos a la meseta tibial y pilón tibial respectivamente siempre paralelos a la articulación, además de un tercer cabezal móvil para el segmento a transportar, en las caras medial y anterior, igual que en fémur pueden ser Schanz bicorticales o unicorticales en el cabezal móvil cuando se decide el transporte guiado sobre clavo endomedular. Dependiendo el caso se realiza osteotomía del peroné. (6,8)

Para la corticotomía e inicio del transporte, en primera instancia se realiza una incisión mínima hasta llegar a periostio, en la zona escogida desde donde se iniciar el transporte, de preferencia lo más cercano a la metafisis pero que no comprometa el diámetro, se realiza la corticotomía con cualquiera de las dos técnicas, con sierra Gigli o mediante broca 3,2 mm en forma circunferencial uniendo los orificios con osteótomo. Antes de iniciar el transporte se realiza compresión en la zona de corticotomía, con bloqueo de los cabezales sobre la riel de carbono. (6)

Después de 10 a 14 días se inicia la distracción progresiva del sitio de osteotomía e inicio de la osteogénesis por distracción propiamente dicha, con la indicación basal de 1 mm/día (0,25mm cada 6 horas) en caso de contar con hueso patológico o pacientes de la tercera edad, el mismo puede ser de hasta 0,75mm/día con el tutor externo monorriel, LRS (Limb Reconstruction System, Orthofix ®), que en algunos casos es guiado a través de un tutor interno (clavo endomedular) o placa anatómica bloqueada. (6-8)

Una vez que se logró el contacto óseo con el sitio de acoplamiento (docking site), se interrumpe el transporte, comprimiendo el sitio de anclaje bloqueando los cabezales y se deja colocado el fijador externo durante 1 mes por cada cm de transporte; sin embargo, en algunos casos el tiempo se acorto, al proteger el osteoregenerado con material de osteosíntesis. Se estimula en el paciente la reanudación precoz del soporte de peso, dependiendo de la tolerancia al dolor y/o tan pronto como el hueso nuevo pareciera lo suficientemente sólido en la radiografía.

SEGUIMIENTO Y PROGRESIÓN

Se realizó seguimiento cada 2 semanas en el primer mes; y los siguientes contrales fueron una vez al mes. Los resultados funcionales se analizaron en la puntuación de Paley- Maar. (9,10) Tabla 1.

TABLA 1
ESCALA FUNCIONAL PALEY-MAAR

ESCALA	CRITERIOS
Excelente	Paciente sin dolor Camina sin ayuda Sin rigidez articular fija debajo y/o por encima de la articulación Sin pérdida > 20 del movimiento Autónomo para la mayoría de las actividades diarias sin dificultad
Bueno	Paciente indoloro, Autónomo para la mayoría de las actividades diarias con dificultades menores 1 de los siguientes criterios: Caminata asistida, rigidez articular fija debajo y/o recostado
Moderado	Paciente indoloro, Autónomo para la mayoría de las actividades diarias con dificultades menores 1 de los siguientes criterios: caminata asistida, rigidez articular fija debajo y/o recostada
Pobre	Paciente que requiera analgesia o con actividad diaria restringida o con todos los criterios siguientes: caminata asistida, rigidez articular fija debajo y/o por encima, pérdida > 20 del movimiento talocrural o subastragalino

Nota tabla 1 Recuperado de Ferchaud, F., et al (2017). Reconstruction of large diaphyseal bone defect by simplified bone transport over nail technique: A 7-case series.

Los resultados radiográficos se analizaron en la puntuación ósea según Paley – Maar.(9,10) Tabla 2

TABLA 2
ESCALA RADIOGRÁFICA PALEY-MAAR

ESCALA	CRITERIOS
Excelente	Consolidación. Ausencia de infección. Ausencia de >5 defectos axiales . <2,5 cm de discrepancia en la longitud de las extremidades. Consolidación del sitio de acoplamiento y la zona de osteogénesis lo suficientemente sólida como para no requerir protección.
Bueno	Consolidación sin infección 1 de los siguientes criterios: > 5 defectos axiales > 2,5 cm de discrepancia en la longitud de la extremidad.
Moderado	Consolidación sin infección, 2 criterios siguientes: 5 defectos axiales > 2,5 cm de discrepancia en la longitud de la extremidad Consolidación insuficiente del sitio de acoplamiento o de la zona de osteogénesis
Pobre	Pseudoartrosis y / o infección ósea

Nota tabla 2 Recuperado de Ferchaud, F., et al (2017). Reconstruction of large diaphyseal bone defect by simplified bone transport over nail technique: A 7-case series.

RESULTADOS

Se incluyeron 7 pacientes en la tabla 3 se detalladas las principales características. La edad media fue de 40,8 años con un rango de 23 - 63 años. Todos los pacientes de género masculino.

En todos los casos el defecto óseo se debió a lesiones postraumáticas primarias; la cinemática de la lesión en todos los casos fue por trauma de alta energía, con fractura expuesta. Se presentaron 5 fracturas diafisarias de tibia y 2 fracturas diafisarias de fémur.

En ningún caso se realizó cobertura muscular o cutánea.

El tiempo previo al transporte óseo fue de 31 semanas con un rango de (5,7 -68,1 semanas). Antes de realizar el transporte óseo se realizó fijación externa estándar para control del daño y limpiezas quirúrgicas seriadas en las que se delimito la zona de necrosis ósea y dejando tejido óseo biológicamente viable, mediante el reconocimiento del signo de paprika (11).

El tamaño medio del defecto fue de 6 cm con un rango de 4-8 cm. En 5 casos presentaron infección

superficial y profunda, los cuales se asociaron anecrosis ósea (caso 1 y 5), pseudoartrosis infectada (caso 2 y 3) y dos técnicas de membrana inducida fallidas (Masquelet), en el caso 6 se presentó reinfección tardía posterior al transporte; en todos los casos se realizó resección ósea del segmento afectado.

De los 7 casos obtenidos, en 5 se encontraron cultivos positivos, que fueron tratados en conjunto con el servicio de infectología, se inició tratamiento caso 1,2 *Stafilococcus aureus* meticilino resistente, con vancomicina por periodo de 3 meses y 6 meses respectivamente. Caso 1 el transporte se realizó posterior a tratamiento con perlas de metilmetacrilato y antibiótico, preparadas en el trasoperatorio de acuerdo a resultado de cultivo y antibiograma, que fueron colocadas en la zona del defecto óseo acortando el tiempo de uso de antibiótico sistémico a la mitad. (Fig 1) (12-13)



Fig 1. Caso 1 tratamiento in situ con perlas de cemento con antibiótico, 2 mg de Vancomicina por 40 g de cemento óseo. (12-13)

Caso 3 se aislo *Citrobacter ferundi*, tratado con Imipemen por 1 mes y medio. En el caso 5 y 6 se identificó *Enterobacter cloacae* y fue tratado con cefazolina e impenen por 2 meses respectivamente.

En todos los casos el transporte óseo comenzó a los 10 días, a razón de 1mm por día, exceptuando un paciente (caso 2), el cual fue internado para vigilancia estricta al tratarse de un paciente de la tercera edad y características socioculturales y de escolaridad limitadas que no comprendía como ejecutar la distracción con el montaje siendo su estancia hospitalaria por un mes y realizando el transporte óseo a razón de 0,75mm por/día.

Respecto a los resultados funcionales y radiográficos se representa en la tabla 4.

El tiempo medio de transporte fue de 9,5 semanas con un rango de 6 a 15 semanas los cuales son directamente proporcionales con el tamaño de defecto óseo.

Respecto al material de osteosíntesis que se utilizó, se pueden dividir en dos grupos; primer grupo caso 2,4,5 y 7 el transporte sobre material de osteosíntesis

ya sea clavo endomedular o placa anatómica. El caso 2 al ser una pseudoartrosis infectada se utilizó clavo cementado y transporte guiado sobre el mismo. Fig 2

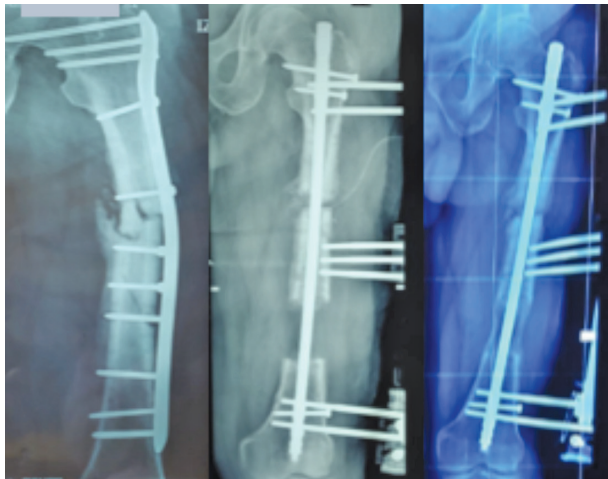


Fig 2. Caso 2 pseudoartrosis infectada, se coloca clavo cementado y posterior transporte óseo

Los casos 1 y 3 para acortar el tiempo de permanencia de tutor externo se decide la colocación de material de osteosíntesis en el momento de retirar el dispositivo de transporte óseo. En ninguno de

los dos grupos se encontró diferencias respecto al transporte y el osteoregenerado, aunque en el caso 3 en el que solo se usó el monorriel el resultado final mostro un defecto axial de más de 5°.

La zona de anclaje (docking site) en los casos 1,2 y 3 no se utilizó injerto óseo obteniendo un buen anclaje de la zona de contacto, en el resto de los mismo se utilizó injerto óseo autólogo, solo en un caso (caso 5), existió deficiencia de anclaje pese a utilización de injerto óseo autólogo en la zona del doking site.

Respecto a la escala funcional en tres casos los resultados fueron buenos ya que presentaron rigidez articular subyacente, en 2 casos moderado por presentar dos de los criterios marcha asistida asociada a rigidez articular; sin embargo, pacientes actualmente tiene autonomía en las actividades diarias. Pudimos determinar que en los dos casos de transporte óseo en fémur la rodilla presento rigidez de flexión en otro. En la escala radiográfica se encuentra 4 resultados excelentes, 1 resultado bueno por presencia de defecto axial mayor a 5°, un resultado 1 moderado por sitio de anclaje insuficiente, solo un paciente presento resultado pobre por la presencia de fistula osteocutánea después de concluido el transporte, en la cual se tuvo que retirar el material de osteosíntesis.

TABLA DE CONTINGENCIA NIVELES DE DEPRESIÓN * TIEMPO EN HEMODIÁLISIS

	EDAD	LOCALIZACIÓN	GUSTILLO	LESIONES ASOCIADAS	DIAGNÓSTICO PREVIO A TRANSPORTE ÓSEO	TIEMPO DE EVOLUCIÓN (SEMANAS)	CIRUGÍAS PREVIAS	DEFECTO ÓSEO (CM)	INFECCIÓN	BACTERIA AISLADA
1	29	Fémur diáfisis	G3A	Policontuso	Necrosis osea infectada	5,7	8	8	SI	Stafilococcus aureus
2	63	Fémur diáfisis	G2	Policontuso	Pseudoartrosis infectada	34,3	9	7	SI	Stafilococcus aureus
3	55	Tibia diáfisis	G2	Policontuso Amputación traumática de mano izquierda	Pseudoartrosis infectada	35,4	5	5	SI	Citrobacter ferundi
4	33	Tibia diáfisis	G1	Polifracturado - fractura expuesta de fémur ipsilateral, fractura de semilunar derecha, trauma facial.	Masquelet fallida	33,6	5	4	NO	
5	26	Tibia diáfisis	G 3A	Policontuso - TEC moderado	Necrosis osea infectada	5,3	5	7	SI	Enterobacter cloacae
6	42	Tibia diáfisis	G1	Policontuso	Masquelet fallida	68,1	8	5	SI	Enterobacter cloacae
7	38	Tibia diáfisis	G3B	Policontuso	Necrosis osea	34,7	6	6	NO	

Tabla 3. Elaboración propia

DISCUSIÓN

El presente estudio se realizó en 7 pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente en el servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Obrero

Nº1, los mismo fueron diagnosticados con defectos óseos, candidatos a reconstrucción ósea, asociados a eventos postraumáticos seguido de eventos infecciosos

	TIEMPO DE TRANSPORTE (SEMANAS)	MATERIAL OSTEOSÍNTESIS	INJERTO DOKING SITE	ESCALA FUNCIONAL	ESCALA ÓSEA
1	11	Placa df invertida	No	Moderado	Excelente
2	15	Transporte sobre clavo cemento	No	Moderado	Excelente
3	8	UTN	No	Bueno	Bueno
4	6	Transporte sobre placa anatómica de tibia distal	Si autólogo	Excelente	Bueno
5	10	Transporte sobre UTN	Si autólogo	Bueno	Moderado
6	8	Placa LC DCP	Si autólogo	Bueno	Pobre
7	9	Transporte sobre placa anatómica distal	Si autólogo	Excelente	Excelente

Tabla 4. Elaboración propia.

La técnica de reconstrucción mediante el sistema ALRS (Advanced Limb Reconstruction System, Orthofix®), actualmente se encuentra vigente y en crecimiento, Ferchaud, F., et al (2017), describe una serie de casos con el perfeccionamiento de la técnica ya que el mismo lo realiza sobre clavos intramedulares, el mismo describe que nos permite tener mayor control en el eje y longitud de la extremidad, además de brindar rigidez a la construcción lo que finalmente permite extracción temprana de marco externo, al igual que nuestro resultados donde se realiza el transporte óseo sobre clavo cementado obteniendo resultados equiparables en su estudio, ya que no se presentó acortamiento de la extremidad ni deformidades rotacionales. Girard, P. J., et al (2013), al igual que Ferchaud, F, señala que si bien es una buena guía para realizar el transporte óseo, no es el más aconsejable cuando el mismo presento infecciones, el mismo propone realizar el transporte óseo sobre placas, las cuales utilizan el principio biomecánico de puente, en los cuales se encuentra resultados similares al uso de clavo endomedular.(14) En nuestro estudio se obtuvo resultados positivos, ya que la combinación de fijación interna y externa nos permitió tener un rango de transporte óseo seguro tanto en longitud como en rotación; sin embargo uno de los casos presentados sin fijación interna presento un resultado moderado al presentar defecto axial de más de 5 grados.

Rigal, S., et al (2012) y T.R. Madhusudhan (2008) señalan que la pérdida ósea secundaria es en su mayor parte posterior al desarrollo de sepsis, lo que explica el retraso en el manejo de la pérdida ósea en estos casos y el elevado número de intervenciones previas, (15-16), nuestros resultados reflejan que gran parte de los pacientes presentaron cultivos positivos siendo sometidos a múltiples intervenciones quirúrgicas, con un retraso significativo en el tratamiento definitivo.

Oh, C. W., et al (2013) y Hatzokos I, et al (2011) señalan que los sitios de anclaje son una fuente frecuente de problemas, especialmente en términos de capacidad de cicatrización. (17-18) Hatzokos I, et al hace hincapié en la aplicación de una técnica de compresión cerrada en el sitio de acoplamiento, el cual no logró resultados satisfactorios. Giotakis N, et al (2007) indica que el injerto de hueso autógeno se ha utilizado con éxito para lograr la curación completa en los sitios de acoplamiento, por lo general requieren protección con un fijador externo o interno hasta que se logre la consolidación. (19). En nuestros resultados en la zona de acoplamiento (docking site) se utilizaron ambas técnicas con y sin injerto autólogo, con buenos resultados, sin embargo, solo en un caso se presentó deficiencia de acople pese a injerto óseo autólogo.

Al ser un estudio con cantidad de población limitada, pero tomando en cuenta las características de la población (pacientes que requiere reconstrucción de defectos óseos), asumimos que el valor de los resultados es importante, se demuestra además que comparando con estudios similares se obtuvieron resultados equiparables.

CONCLUSIONES

Los defectos óseos en huesos largos son un gran desafío, se debe enfocar el tratamiento de manera individualizada delimitando adecuadamente las condiciones del paciente, del segmento a reconstruir y de los recursos técnicos disponibles para su ejecución, además de contar con una estructura institucional hospitalaria sólida que asegure la conclusión del tratamiento, al tener en cuenta que son pacientes que requerirán recursos técnicos y económicos altos, además de un tiempo prolongado para el retorno a sus actividades en el mejor de los casos laborales.

El método con ALRS (Advanced Limb Reconstruction System, Orthofix®) permite de manera versátil la reconstrucción ósea, da mayor confort al paciente, asegurando la adhesión del mismo al tratamiento prolongado, nos posibilita complementar con osteosíntesis incluso con el transporte en curso y sobre todo asegura una osteoregeneración óptima. Comprobamos que la principal complicación en especial en pacientes con defecto femoral tratado fue la rigidez articular en rodilla. Pero en la reconstrucción tibial la pérdida de la motilidad talocrural o subtalar

fue mínima, creemos por la carga precoz a la que fue sometido durante el periodo de tratamiento. El defecto axial en nuestra experiencia se minimizó utilizando los fijadores internos (placa anatómica o Clavo endomedular) evitando de esta manera cirugías complementarias para la corrección. Con este método también comprobamos que clavos endomedulares bañados con cemento óseo y antibiótico nos permiten hacer un mejor tratamiento en paciente con pseudoartrosis infectada y osteomielitis instalada de larga data.

REFERENCIAS

1. Molina, C. S., Stinner, D. J., & Obremskey, W. T. (2014). Treatment of traumatic segmental long-bone defects: a critical analysis review. *JBJS reviews*, 2(4), e1.
2. Mauffrey, C., Barlow, BT y Smith, W. (2015). Manejo de defectos óseos segmentarios. *JAAOS-Diario de la Academia Estadounidense de Cirujanos Ortopédicos*, 23 (3), 143-153.
3. Green, S. A. (1994). Skeletal defects. A comparison of bone grafting and bone transport for segmental skeletal defects. *Clinical orthopaedics and related research*, (301), 111-117.
4. Paley, D., & Maar, D. C. (2000). Ilizarov bone transport treatment for tibial defects. *Journal of orthopaedic trauma*, 14(2), 76-85.
5. Çakmak, M., en, C., Eralp, L., Balci, H. I., & Civan, M. (Eds.). (2018). Basic techniques for extremity reconstruction: external fixator applications according to Ilizarov principles. Springer.
6. Saleh, M., & Nayagam, S. Limb Reconstruction System
7. Oleksak, M., & Saleh, M. (2002, March). FIXATOR ASSISTED INTERNAL FIXATION FOR MULTIPLANAR DEFORMITY CORRECTION OF THE FEMUR. In *Orthopaedic Proceedings* (Vol. 84, No. SUPP_I, pp. 81-d). The British Editorial Society of Bone & Joint Surgery.
8. De Bastiani, G., Apley, A. G., & Goldberg, A. A. (Eds.). (2012). *Orthofix external fixation in trauma and orthopaedics*. Springer Science & Business Media.
9. Paley, D. y Maar, DC (2000). Tratamiento de transporte óseo de Ilizarov para defectos tibiales. *Diario de trauma ortopédico*, 14 (2), 76-85.
10. J. Fischgrund, D. Paley, C. Suter. Variables affecting time to bone healing during limb lengthening. *Clin Orthop* (301) (1994), pp. 31-37
11. Kumar, S., Sharma, N., & Singh, R. (2022). Aseptic non-union of tibia treated with ilizarov fixator: A retrospective study. *European Journal of Molecular and Clinical Medicine*, 9(2), 145-154.
12. Gogia, J. S., Meehan, J. P., Di Cesare, P. E., & Jamali, A. A. (2009, May). Local antibiotic therapy in osteomyelitis. In *Seminars in plastic surgery* (Vol. 23, No. 02, pp. 100-107). © Thieme Medical Publishers.
13. Samuel, S., Ismavel, R., Boopalan, P. R., & Matthai, T. (2010). Practical considerations in the making and use of high-dose antibiotic-loaded bone cement. *Acta Orthop Belg*, 76(4), 543-545.
14. Bone transport combined with locking bridge plate fixation for the treatment of tibial segmental defects: a report of 2 cases. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 27(9), e220-e226.
15. Rigal, S., Merloz, P., Le Nen, D., Mathevon, H., & Masquelet, A. C. (2012). Bone transport techniques in posttraumatic bone defects. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 98(1), 103-108.
16. Madhusudhan, T. R., Ramesh, B., Manjunath, K. S., Shah, H. M., Sundaresh, D. C., & Krishnappa, N. (2008). Outcomes of Ilizarov ring fixation in recalcitrant infected tibial non-unions—a prospective study. *Journal of trauma management & outcomes*, 2(1), 1-9.
17. Oh, C. W., Apivatthakakul, T., Oh, J. K., Kim, J. W., Lee, H. J., Kyung, H. S., ... & Jung, G. H. (2013). Bone transport with an external fixator and a locking plate for segmental tibial defects. *The bone & joint journal*, 95(12), 1667-1672.
18. Hatzokos I, Stavridis SI, Iosifidou E, Karataglis D, Christodoulou A. Autologous bone marrow grafting combined with demineralized bone matrix improves consolidation of docking site after distraction osteogenesis. *J Bone Joint Surg [Am]* 2011;93-A:671-678.
19. Giotakis N, Narayan B, Nayagam S. Distraction osteogenesis and nonunion of the docking site: is there an ideal treatment option? *Injury* 2007;38 (Suppl):S100-S107.