



CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

TESIS

“TOMA Y APLICACIÓN DE MÉDULA ÓSEA VS OTROS TRATAMIENTOS EN PACIENTES CON PSEUDOARTROSIS DESPUES DEL TRATAMIENTO CON FIJACIÓN INTERNA EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO.”

PRESENTA

Oscar José Meza Aguilar

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA**

TUTOR

Dr. Ignacio Soto Juárez

ASESOR METODOLÓGICO

Dra. María de la Luz Torres

Aguascalientes, Aguascalientes

Febrero de 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

HOJA DE APROBACIÓN


DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO

Jefa del departamento de enseñanza e investigación del Centenario Hospital Miguel
Hidalgo


DR ANGEL MARTÍNEZ HERNANDEZ

Jefe de servicio de traumatología y ortopedia del Centenario Hospital Miguel Hidalgo


DR LUIS GABRIEL ORTÍZ DÍAZ

Profesor titular del servicio de traumatología y ortopedia del Centenario Hospital Miguel
Hidalgo


DR IGNACIO SOTO JUAREZ

Asesor de tesis y profesor adscrito al servicio de traumatología y ortopedia del Centenario
Hospital Miguel Hidalgo


DRA MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO

Asesor metodológico y jefa del departamento de enseñanza e investigación del
Centenario Hospital Miguel Hidalgo



**DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN
DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS**



Fecha de dictaminación día/mes/año: 04/12/20

NOMBRE: MEZA AGUILAR OSCAR JOSE ID: 234311

ESPECIALIDAD: Ortopedia y traumatología LGAC (del posgrado): Lesiones articulares, traumáticas y degenerativas, tratamiento y prevención de artrosis

TIPO DE TRABAJO: Tesis Trabajo práctico

TÍTULO: TOMA Y APLICACIÓN DE MÉDULA ÓSEA Y OTROS TRATAMIENTOS EN PACIENTES CON PSEUDARTROSIS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON FUSIÓN INTERNA EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): EVALUACION DE RESULTADOS DE TRATAMIENTOS EN POBLACIÓN CON PSEUDARTROSIS

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- NO Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- SI Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- SI Cuenta con la aprobación del (a) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
- SI Coincide con el título y objetivo registrado
- SI Tiene el CVU del Conacyt actualizado
- NO Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

SI x

NO _____

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

Dr. Ricardo Ernesto Ramírez Orozco

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

Dr. Jorge Prieto Macías

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 255C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre los funciones del Consejo Académico: ... Quitar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 207 las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

Aguascalientes, Ags. A 8 de octubre de 2020

DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

PRESENTE

Estimada Dra. Torres:

En respuesta a la petición hecha al médico residente OSCAR JOSÉ MEZA AGUILAR, en relación a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

“TOMA Y APLICACIÓN DE MÉDULA ÓSEA VS OTROS TRATAMIENTOS EN PACIENTES CON PSEUDOARTROSIS DESPUES DEL TRATAMIENTO CON FIJACIÓN INTERNA EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO.”

Me permito informarle que una vez leído y corregido el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. IGNACIO SOTO JUAREZ

ASESOR DE TESIS

PROFESOR ADSCRITO AL SERVICIO DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA



CHMH
CENTENARIO
HOSPITAL MIGUEL HIDALGO
Contigo al 100

20 de octubre de 2020

DRA. MARÍA DE LA LUZ TORRES SOTO
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

PRESENTE

En respuesta a la petición hecha al médico residente del cuarto año del posgrado de Ortopedia y Traumatología, Oscar José Meza Aguilar, relacionada a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

“TOMA Y APLICACIÓN DE MÉDULA ÓSEA VS OTROS TRATAMIENTOS EN PACIENTES CON PSEUDOARTROSIS DESPUES DEL TRATAMIENTO CON FIJACIÓN INTERNA EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO.”

Me permito informarle que, una vez leído y corregido el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DRA. MARÍA DE LA LUZ TORRES SOTO
ASESOR METODOLÓGICO
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

c.c.p. Coordinación de Investigación, CHMH.
c.c.p. Expediente



CHMH
CENTENARIO
HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

Contigo al 100

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CI/058/20

Aguascalientes, Ags., a 24 de Agosto de 2020

DR. OSCAR JOSE MEZA AGUILAR
INVESTIGADOR PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión Virtual (por contingencia) del día 20 de Agosto de 2020, con número de registro 2020-R-20 revisó y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"TOMA Y APLICACION DE MEDULA OSEA VS OTROS TRATAMIENTOS EN PACIENTES CON PSEUDOARTROSIS DESPUES DEL TRATAMIENTO CONFIJACION INTERNA"

Se solicita a los investigadores reportar avances y en su caso los resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE


DR. JOSE MANUEL ARREOLA GUERRA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN



C.c.p.- DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO.- JEFA DEL DEPTO. DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

JMAG/cmva*



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACION CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CEI/065/20

Aguascalientes, Ags., a 24 de Agosto de 2020

DR. OSCAR JOSE MEZA AGUILAR
INVESTIGADOR PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión Virtual (por contingencia) del día 20 de Agosto de 2020, con número de registro 2020-R-20 revisó y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"TOMA Y APLICACION DE MEDULA OSEA VS OTROS TRATAMIENTOS EN PACIENTES CON PSEUDOARTROSIS DESPUES DEL TRATAMIENTO CONFIJACION INTERNA"

Se solicita a los investigadores reportar avances y en su caso los resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

Sin otro particular, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE


DR. JOSE MANUEL ARREOLA GUERRA

SECRETARIO TÉCNICO DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



C.c.p.- DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO.- JEFA DEL DEPTO. DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

JMAG/cmva*

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Oscar Meza Rocha y Magdalena Valentina Aguilar Bojórquez, quienes han dado todo por que hiciera realidad este sueño, además de brindarme todo el apoyo tanto económico como emocional para que hoy llegue a estar parado en donde estoy.

A mi hermana Cristina Alejandra Meza Aguilar quien siempre está al pendiente en cada paso que doy por, quien se preocupó siempre porque, todo siguiera de la mejor manera.

A mis compañeros de residencia y nuevos hermanos con quienes forme un gran lazo de amistad, y de quienes aprendí bastante durante 4 años, Christian Michel Ávila Méndez, Leonel Reynoso Soto, Jaime Alejandro Juache Torres, Gerardo Vélez Canizales.

A mis profesores de quienes aprendí tanto, quienes fueron un gran ejemplo, donde me mostraron no solo como ser un buen médico o buen cirujano ortopedista si no una mejor persona, quiero agradecer especialmente a: Dr. Ángel Martínez Hernández, Dr. Jorge Enrique Cervantes Gudiño, Dr. Ignacio Soto Juárez, Dr. Luis Gabriel Ortiz Díaz, Dra. Margarita Hernández, Dr. Arturo Molina Guzmán, Dr. Hermes Ontiveros, Dr. Gilberto Reyna, Dr. Arnulfo Herrera, Dr. Mario Carreón, Dr. Carlos Chávez. Gracias por esa paciencia, y esos consejos que tanto me ayudaron a salir adelante.

A mi asesora metodológica, Dra. María de la luz Torres Soto, por haber mostrado gran interés por la enseñanza y una paciencia única.

Sobre todo quiero agradecer a quienes estuvieron ahí brindando más conocimiento que un libro abierto, quienes me enseñaron más que cualquier otra persona, a mis pacientes.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi gran compañera de vida, Karen Alejandra Cortés Camacho, quiero decir que sin ti nada hubiera sido lo mismo.

Tú iniciaste conmigo este camino, tú te diste cuenta realmente lo que significa para una persona y para un médico el realizar una residencia médica, fuiste tú quien gracias a tu esencia, lograste que este camino de 4 años lo llegara a disfrutar al máximo, tu que me viste en el suelo diciendo que no podía más, me levantaste y me hiciste sentir que podía con el doble, y al mismo tiempo también cuando me viste por los aires me hiciste poner los pies en la tierra.

Puedo decir que tuve la gran ventaja de tener a una persona que hizo un gran equipo conmigo durante todo este camino y no me queda más que agradecerte desde lo más profundo de mi corazón.

Me quedo con 2 frases que cuando las leí, concuerdan mucho con todo lo que tu persona me transmite.

“El éxito no es definitivo, el fracaso no es fatal, lo que realmente cuenta es el valor para continuar”
Winston Churchill

“La diferencia entre lo posible y lo imposible depende de la voluntad de un hombre” Tommy
Lasorda

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE GRÁFICAS	2
ÍNDICE DE TABLAS	2
ÍNDICE DE FIGURAS	2
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I	7
MARCO TEÓRICO.....	7
1.1 Antecedentes	7
1.2 Proceso normal de consolidación	8
1.3 Pseudoartrosis.....	10
1.4 Tratamiento de pseudoartrosis.....	12
1.5 Tratamiento con injerto de médula ósea.....	13
CAPÍTULO II	17
METODOLOGÍA	17
2.1 Pregunta de investigación.....	17
2.2 Hipótesis.....	17
2.3 Justificación.....	17
2.4 Objetivos	18
2.5 Material y métodos.....	18
2.5.1 Criterios de selección	18
2.5.2 Variables.....	19
2.5.3 Análisis estadístico	19
CAPÍTULO III	20

RESULTADOS	20
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
CONCLUSIONES	29
GLOSARIO	30
BIBLIOGRAFIA	31
ANEXOS	33

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Distribución por sexo	20
Gráfica 2 Distribución por edad	20
Gráfica 3 Distribución por hueso afectado	21
Gráfica 4 Distribución por lado afectado	22
Gráfica 5 distribución por tipo de tratamiento	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución por tipo de fijación	22
Tabla 2 Tiempo de hospitalización respecto a tratamiento	23
Tabla 3 Estado de consolidación respecto a tratamiento	24
Tabla 5 Complicaciones con respecto a tratamiento	25
Tabla 6 Tiempo de consolidación con respecto a tratamiento	25
Tabla 7 Escala de Montoya respecto a tratamiento	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Capacidad de diferenciación de células madre de la médula ósea (https://www.labclinics.com/guia-rapida-generar-celulas-madre-pluripotentes/)	8
---	---

Figura 2: Proceso normal de consolidación
(http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422017000600030)..... 10

Figura 3: Radiografía anteroposterior y lateral de fémur de un paciente tomado de nuestra muestra con pseudoartrosis hipertrófica..... 12

Figura 4: Evolución radiológica de paciente tomado de nuestra muestra con pseudoartrosis manejada con toma y aplicación de médula ósea 16



RESUMEN

Introducción: Una de las complicaciones más temidas en ortopedia es la pseudoartrosis, la cual es un proceso patológico y debe modificarse para lograr una mejor evolución tras una fractura. Existen diversos tratamientos, sin embargo, no existe consenso de cuál es mejor. Una alternativa es la toma y aplicación de médula ósea autóloga que ha demostrado tener efectos positivos y modificar la evolución de la pseudoartrosis.

Objetivo: Evaluar la eficacia del tratamiento de pacientes con diagnóstico de pseudoartrosis en pacientes con fijación interna con toma y aplicación de médula ósea, frente a otros tratamientos.

Material y métodos: Se realizó una revisión sistemática de 57 expedientes clínicos electrónicos y físicos de pacientes con diagnóstico de pseudoartrosis posterior a una fijación interna o externa, los cuales fueron manejados con toma y aplicación de médula ósea, y otros tratamientos en el periodo de enero de 2013 a enero de 2020, que cumplieron con los criterios de inclusión.

Resultados: Se reclutaron en total 57 pacientes en el estudio. Se analizaron variables como edad, sexo, hueso afectado, tipo de tratamiento recibido, tiempo de estancia hospitalaria, presencia de complicaciones y consolidación como resultado de éxito del tratamiento mediante la escala de Montoya.

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las variables de tiempo de hospitalización ($p= 0.000$) con menos de 24 horas y consolidación ($p= 0.018$) que favorecen el tratamiento con médula ósea de los pacientes con pseudoartrosis.

Conclusiones: Los resultados del tratamiento de la pseudoartrosis con toma y aplicación de médula ósea son en general favorables, con ventajas con respecto a otros tratamientos como baja comorbilidad, menor estancia intrahospitalaria y sobre todo un resultado significativo en el proceso de consolidación de la fractura. Hace falta individualizar cada caso, tomar en cuenta los factores de riesgo propios del paciente y los propios de la fractura a tratar, y en base a ello decidir el mejor tratamiento a elegir.

ABSTRACT

Introduction: One of the most feared complications in orthopedics is pseudoarthrosis, which is a pathological process and must be modified to achieve a better evolution after a fracture. There are various treatments, however, there is no consensus on which is better. An alternative is the taking and application of autologous bone marrow, which has been shown to have positive effects and modify the evolution of pseudarthrosis.

Objective: To evaluate the efficacy of the treatment of patients with a diagnosis of pseudoarthrosis in patients with internal fixation with the taking and application of bone marrow, compared to other treatments.

Material and methods: A systematic review of 57 electronic and physical medical records of patients with a diagnosis of pseudoarthrosis after internal or external fixation was carried out, which were managed with bone marrow collection and application, and other treatments in the period of January from 2013 to January 2020, which met the inclusion criteria.

Results: A total of 57 patients were recruited into the study. Variables such as age, sex, bone affected, type of treatment received, length of hospital stay, presence of complications, and consolidation as a result of treatment success were analyzed using the Montoya scale.

Statistically significant differences were obtained in the variables of time of hospitalization ($p = 0.000$) with less than 24 hours and consolidation ($p = 0.018$) that favor bone marrow treatment of patients with nonunion.

Conclusions: The results of the treatment of pseudoarthrosis with bone marrow intake and application are generally favorable, with advantages over other treatments such as low comorbidity, shorter hospital stay and above all a significant result in the fracture healing process. It is necessary to individualize each case, take into account the patient's own risk factors and those of the fracture to be treated, and based on this, decide the best treatment to choose.

INTRODUCCIÓN

La fisiología normal de la consolidación ósea tras una fractura, es un proceso que requiere una homeostasis en óptimas condiciones para que pueda lograrse de la mejor manera. Existen diversos factores que pueden modificar su evolución natural, uno de los más importantes es la estabilidad entre los fragmentos. Una vez lograda la estabilidad se debe corroborar una adecuada dieta y adecuado aporte sanguíneo a la zona fracturada. Si se afecta cualquier fase de la consolidación, o se mantiene una inestabilidad puede ocurrir una de las complicaciones más temidas en ortopedia, la no unión o la pseudoartrosis.

Esta complicación se define como la ausencia de unión entre dos fragmentos óseos en un periodo mayor a 6-8 meses después de una fractura, sin embargo, existen variantes en su definición como ausencia de cambios radiográficos en 3 proyecciones radiográficas; cabe aclarar que cuando llegamos a este punto es un proceso patológico y debe modificarse para lograr una mejor evolución. A lo largo de la historia se han descrito diversos tratamientos para la pseudoartrosis, sin embargo, actualmente no existe un consenso de cuál es el mejor, incluso se ha llegado a combinar algunos de éstos; el más usado es el curetaje del sitio, recambio de implante de osteosíntesis y colocación de injerto óseo, reportando en diversos estudios ser efectivo, sin embargo con grandes complicaciones desde la infección, hasta amputación de la extremidad.

Una alternativa para este tratamiento es la toma aplicación de médula ósea autóloga que ha demostrado tener efectos positivos y modificar la evolución en pacientes con no unión o pseudoartrosis, teniendo como ventajas ser menos costosa, una estancia intrahospitalaria menor y menor índice de complicaciones.

La presente investigación pretende comprobar dicha premisa.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Al pasar de los años los ortopedistas se han dado a la tarea de buscar la mejor manera de tratar la no unión o retardo en la consolidación ósea después de ocurrida una fractura, sin embargo, esto se ha convertido en un reto debido a lo complejo y las diferentes presentaciones de la misma patología, dando así diferentes opciones de tratamiento, siendo actualmente el más utilizado a la fecha el curetaje mas fijación interna más injerto óseo, sin embargo éste puede alterar los tejidos comprometidos, al ser un procedimiento bastante cruento, lo que puede aumentar el riesgo de la falta de unión o complicaciones adicionales como infección y otros.

El tratamiento con médula ósea es una de las alternativas existentes, la cual se utilizó por primera vez en humanos en 1957, donde se trasplantó en 6 pacientes con diferentes patologías de origen hemático como hemofilia. (1)

La capacidad osteogénica de la médula ósea se demostró por primera vez en conejos en 1869 por Goujon. En los años 60, se estudió que las células pluripotenciales de la médula ósea son responsables de la eficacia osteoinductora del hueso esponjoso. Connolly y colaboradores en un estudio demostraron una correlación positiva entre la capacidad osteogénica de la médula ósea y su concentración de células pluripotenciales, por lo que se atribuyó el tratamiento exitoso de no uniones tratadas con injerto de médula ósea. (2)

El término de toma y aplicación de injerto de médula ósea se utilizó posteriormente en muchos estudios, teniendo en cuenta la naturaleza fluida de la médula ósea. Algunos estudios concluyeron que la inyección percutánea de médula ósea podría usarse con injerto compuesto con buenos resultados en el tratamiento de pseudoartrosis tibial congénita de quiste óseo simple, en el tratamiento de la unión tardía y la no unión de una fractura. (3,4,5).

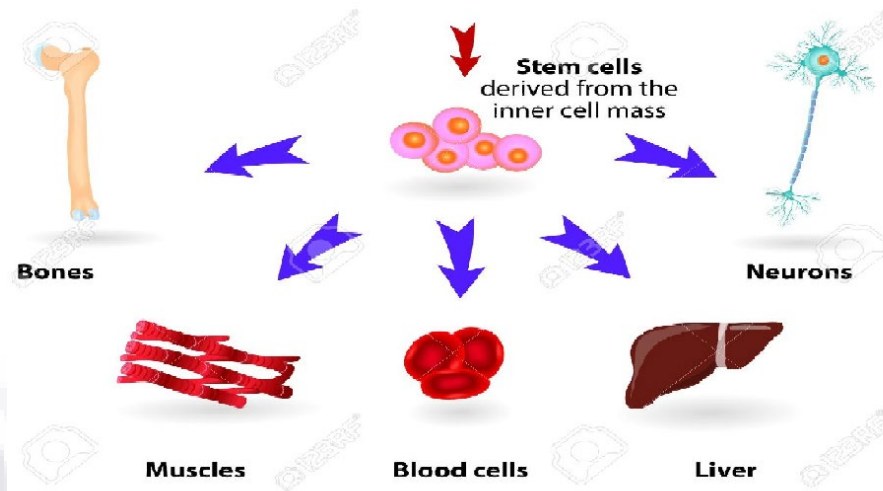


Figura 1: Capacidad de diferenciación de células madre de la médula ósea (<https://www.labclinics.com/guia-rapida-generar-celulas-madre-pluripotentes/>)

1.2 Proceso normal de consolidación

Al ocurrir una fractura o la pérdida de continuidad ósea, la reparación de la misma puede tomar dos caminos: seguir un proceso reparativo exitoso o sufrir algún trastorno en el proceso normal de consolidación que retarde el proceso o no lograrlo en ningún momento (6)

El proceso de consolidación no es único y varía según el tipo de tratamiento, pudiendo ser: ortopédico (no quirúrgico) o quirúrgico. Estos tratamientos pueden influir en la presentación de los mencionados trastornos de la consolidación (7,8)

La consolidación ósea se divide en 4 diferentes fases, la primera llamada fase inflamatoria está dominada por eventos vasculares. Luego ocurrir una coalescencia ósea o pérdida de la continuidad, se forma un hematoma el cual es pilar y nos proporciona la base de construcción para la sanación el estimular la migración de células inflamatorias. Posteriormente, se reabsorben aproximadamente 1 a 2 mm de los bordes óseos fracturarios, que han perdido vascularidad. A continuación, las células pluripotenciales se transforman en células osteoprogenitoras, que empiezan a formar hueso nuevo. (7,9)

La segunda fase o reparadora, comienza con la neoangiogenesis perióstica lo cual tiene la tarea de suministrar nutrientes al cartílago que se forma en el sitio donde se encontraba el hematoma. Las células pluripotenciales provenientes de la capa interna perióstica (cambium) son origen de los condroblastos encargados de la fase temprana de la reparación. El factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF, vascular endothelial growth factor), es por excelencia una de las citoquinas que desempeña un papel crucial. Un punto importante en esta fase es obtener inmovilización casi absoluta tanto durante la fase inflamatoria como durante la fase reparadora temprana, para permitir el crecimiento de estos nuevos vasos. Sin embargo, una vez que la neovascularización se ha completado, la carga progresiva y el movimiento del sitio de la fractura son parte fundamental para aumentar la formación del callo. El callo se forma normalmente como una envoltura de hueso nuevo endocondral alrededor de la zona fracturada. Este callo al principio es de características cartilaginosas, pero se va endureciendo conforme ocurre la mineralización y la calcificación endocondral durante siguiente etapa. Al final de la fase reparadora se produce la unión clínica de la fractura. La unión clínica ocurre cuando el hueso fracturado no se desplaza durante el examen físico o no existe movimiento perceptible, el área de la fractura no produce dolor y el paciente puede utilizar la extremidad afectada sin sentir dolor significativo. Debido a que el callo inicial es cartilaginoso, puede ocurrir unión clínica antes de que haya evidencia radiográfica de consolidación. (9)

En la tercera fase o de remodelación, el callo de características cartilaginosas termina de osificarse y el hueso comienza con una remodelación en su estructura. La formación de hueso endocondral ocurre de manera característica próxima a la fractura, donde la concentración de oxígeno es baja y el aporte sanguíneo es bajo. Por lo contrario, el hueso mineralizado comienza distalmente al trazo de fractura, donde permanece intacta la circulación. La estabilidad mecánica del hueso fracturado afecta marcadamente el destino de las células progenitoras. Las fracturas bien estabilizadas no muestran evidencia de cartílago, mientras que las inestables producen abundante cartílago en el sitio de fractura. (7)

En la última fase ocurre la reparación de una fractura donde se requiere la actividad conjunta de varios tipos celulares: progenitoras de tipo, cartilaginosa y ósea, células inflamatorias, condrocitos, osteoclastos y osteoblastos. (8)

A la hora de evaluar la consolidación, se toma en cuenta la consolidación clínica y la consolidación radiológica, en la consolidación clínica se valora si hay o no dolor, si existe movimiento o no entre los fragmentos palpables a la valoración clínica. Para la valoración radiológica de la consolidación existe la clasificación de Montoya quien la clasifica de la siguiente forma: I. Reacción perióstica sin callo, II. Callo con trazo de fractura visible, III. Callo de trazo de fractura visible sólo en partes y IV. Desaparición del trazo de fractura (10)

Sin embargo, en algunos casos en los que existe duda, sobre todo al valorar fracturas en huesos no tubulares, existen otras opciones para valorar con mayor precisión como lo es la Tomografía Axial Computada (TAC), la cual nos dará una mayor resolución para valorar si hay una adecuada consolidación. (11)

En la Figura 2 se muestra un esquema detallado del proceso de consolidación ósea.

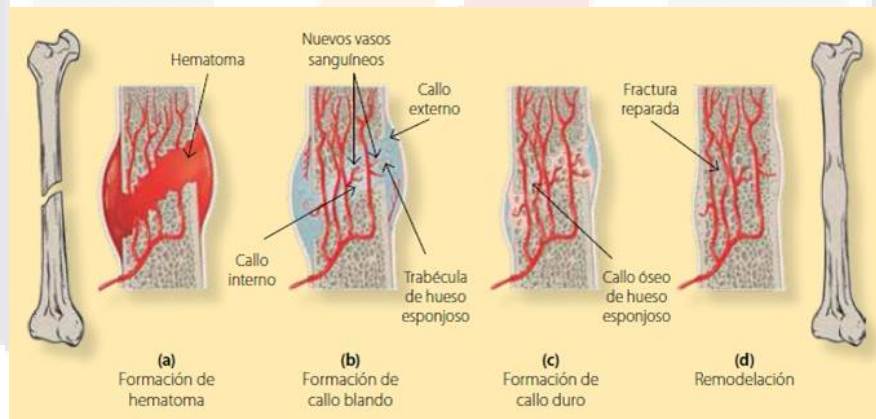


Figura 2: Proceso normal de consolidación
 (http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422017000600030)

1.3 Pseudoartrosis

La pseudoartrosis se define como la incapacidad completa de la unión entre 2 fragmentos óseos por fracaso definitivo de la osteogénesis. (3). Sin embargo, generalmente se define como fractura sin evidencia radiográfica de progresión de curación por al menos 3 meses, o falta de curación a los 9

meses posterior a la lesión. Aunque la clínica y radiográfica los criterios discutidos anteriormente son utilizados habitualmente por la mayoría de los cirujanos, hay una falta de consenso en cuanto una definición exacta. (12)

En general, aproximadamente 53% de las pseudoartrosis se reportan en las extremidades pelvicas, siendo la tibia el hueso más afectado, además la debido a su anatomía (ausencia de músculos en su cara anterior e interna) factores que aumentan el riesgo de que se produzcan dichos trastornos de la consolidación.

Existe una incidencia de pseudoartrosis en Estados Unidos de 1 a 5% de todas las fracturas, en nuestro país se tiene reportada una incidencia de 2% de las fracturas en general (13)

Se han identificado distintos factores predisponentes o asociados a este padecimiento en la literatura como son: los relacionados al traumatismo: fracturas desplazadas, conminutas, complejas, segmentarias, asociadas a pérdida de sustancias de partes blandas y óseas, daño vascular y nervioso, fractura abierta, intra-articulares e interposición de parte blandas. Los relacionados con el paciente: edad, efectos hormonales, enfermedades sistémicas (diabetes mellitus, anemia, malnutrición), necrosis ósea de los fragmentos e infección. De los tejidos óseos: tipo de hueso donde ocurre (cortical o esponjoso), enfermedades óseas (osteoporosis, osteomalacia, tumores óseos, osteogénesis imperfecta, enfermedad de Paget e hipertiroidismo). Los relacionados con el manejo: inmovilización por tiempo insuficiente, manipulaciones repetidas o intervenciones quirúrgicas que causan gran daño local, fracturas con fijación inadecuada y tracciones esqueléticas excesivas (14).

Se encuentran descritas dos clasificaciones para la no unión o pseudoartrosis: La clasificación de Judet y Judet, la cual toma en cuenta la viabilidad de los extremos de los fragmentos óseos y su irrigación. Según esta clasificación, las pseudoartrosis se dividen en dos grandes grupos: Hipertróficas (por disfunción mecánica) y atróficas con pérdida de fragmentos intermedios y sustitución por tejido cicatrizal relacionadas con pobre vascularización (por disfunción biológica). Las hipertróficas a su vez se dividen en: "Pata de elefante" (callo grande e hipertrófico), "herradura de caballo" (moderada hipertrofia) e hipotrófica (ausencia de callo). (6,7)

La segunda clasificación es por evaluación radiológica de la pseudoartrosis se observa recalcificación y esclerosis de los extremos óseos que se ven redondeados, uno de ellos adopta la forma convexa y el otro cóncavo, simulando una articulación condílea, hay cierre del canal medular, ausencia de

sombra de osificación en torno al foco de fractura, separación de los extremos óseos y a veces engrosamiento de los extremos óseos (hipertrófica) por calcificación del tejido fibroso cicatricial. En los casos en los que no estén muy claras las imágenes de radiología simple, es útil la realización de una tomografía computarizada (TAC) la cual presenta mayor especificidad con lo que nos ayudará a confirmar el diagnóstico donde se observara la ausencia de puentes óseos. (7).



Figura 3: Radiografía anteroposterior y lateral de fémur de un paciente tomado de nuestra muestra con pseudoartrosis hipertrófica

1.4 Tratamiento de pseudoartrosis

El objetivo en el tratamiento de esta patología sea cual sea la causa, es modificar factores de riesgo, como hábito tabáquico y trastornos metabólicos; posteriormente otro punto fundamental es asegurar la estabilidad de la fractura, una vez corregidos los puntos mencionados partiremos en un tratamiento individualizando, debido a que no existe consenso actual sobre el tratamiento más adecuado se tiene un abanico amplio de opciones de tratamiento (12)

El primer paso es indicar al paciente una nutrición adecuada (1 g/kg de proteína y 1-1,5 g de calcio diariamente). Se debe controlar el nivel sérico de 25-hidroxivitamina D (indicador del estatus sistémico de vitamina D) el nivel óptimo es de 30 ng/ml o más. Si existe una insuficiencia o una

deficiencia, se debe suplementar vitamina D. El calcitriol –metabolito activo de la vitamina D, también llamado “hormona D”, resulta eficaz para acelerar la formación del callo en modelos animales con fractura experimental. La hormona paratiroidea humana el fragmento aminoterminal llamado teriparatida, o la hormona entera es el agente anabólico óseo más potente conocido hasta ahora. En un modelo experimental de fractura inducida en tibia de ratas, la administración local de fragmentos de PTH aumentó el volumen del callo; cuando dicha administración es seguida por la administración de IL-6 y su receptor soluble, la resistencia mecánica del callo formado aumenta 2-3 veces (8)

En primer lugar, se determina si la pseudoartrosis es aséptica o infectada, ya que es de vital importancia eliminar la infección para continuar con la clasificación y el tratamiento específico. El tratamiento para la erradicación de la infección ósea es el curetaje, y tiene como principio fundamental la eliminación de todos los tejidos necrosados tanto de hueso como de partes blandas, consta de un desbridamiento y la escarificación propiamente dicha. (6)

El injerto óseo es el tratamiento standard para las pseudoartrosis atróficas. Dentro de éstos, el autólogo sigue siendo el de elección, ya que presenta ventajas como no haber reacción inmunológica, no transmisión de enfermedades infectocontagiosas y conserva la capacidad de osteoconducción y osteoinducción.

Es muy importante sobre todo en las de tipo hipertrófico, que de base existe un problema mecánico más que biológico. Hay que evitar las fuerzas de cizallamiento, rotación y distracción y para ello podemos emplear la fijación interna o externa. En la fijación interna su elección depende de varios factores como: tipo de pseudoartrosis, condición de los tejidos blandos y del hueso, del tamaño y posición de los fragmentos óseos y del tamaño del defecto. (7)

Además, existen otros tratamientos aún en estudio como son las vibraciones extracorpóreas y la aplicación de ultrasonido, sin embargo aún no está justificado su uso para el manejo exponencial de la pseudoartrosis. (11)

1.5 Tratamiento con injerto de médula ósea

La capacidad osteogénica de la médula ósea se demostró por primera vez en conejos en 1869 por Goujon. Desde la década de 1960, algunos autores " han demostrado que las células progenitoras osteogénicas en la médula ósea son responsables de la eficacia en del hueso esponjoso. (2)

El uso de médula ósea para acelerar la curación de fracturas es una de las aplicaciones de la tecnología de células madre. Representa un método prometedor de aplicación de ingeniería de tejidos en el campo ortopédico, que evita muchas de las complicaciones del método tradicional de injerto óseo comúnmente utilizado. (15)

Se ha demostrado que el éxito depende del número (concentración) de células madre disponibles para inyección, para alcanzar una mayor concentración de éstas, es recomendable centrifugar la muestra, sin embargo, esto no es siempre necesario, además se recomienda que la muestra sea individualizada según sea el hueso a tratar, siendo recomendado 40–50 centímetros cúbicos de médula ósea para fémur y tibia, 20 centímetros cúbicos para húmero y 10 centímetros cúbicos para radio y cúbito, en todos los casos de retraso y fracturas en pseudoartrosis. (15)

A pesar de la heterogeneidad de los casos de inyección de médula ósea autóloga percutánea descritos en los casos disponibles en la literatura, la mayoría de los estudios han reportado tasas de éxito que van desde 75% a más del 90% y tiempos de curación que van de 3 a 9 meses. (16)

El injerto percutáneo de médula ósea implica la extracción de médula ósea autógena de la parte anterior o cresta ilíaca posterior con una aguja de trocar. La técnica es mínimamente invasiva, tiene baja morbilidad y se puede realizar de forma ambulatoria. La inyección percutánea autóloga de médula ósea es una opción de tratamiento razonable para las pseudoartrosis después de la fijación interna debido a que este tratamiento es mínimamente invasivo, seguro y económico con baja morbilidad, debe considerarse cuando se tiene certeza de que la fijación estable y segura. (16)

Es importante tomar en cuenta los siguientes parámetros para una mayor tasa de éxito, como ya se mencionó previamente la fijación debe ser estable, desplazamiento de los fragmentos óseos en las radiografías en anteroposterior y radiografías laterales, como porcentaje del ancho del hueso debe ser de 0% a 20%, con un promedio de 6%, además la distancia entre fragmentos siempre debe ser menor de 5 milímetros. (2)

Se ha comentado en diferentes publicaciones que la pseudoartrosis infectada representa un reto aun mayor requiriendo en la mayoría de las ocasiones múltiples cirugías, con curetaje amplio y necesidad de injerto óseo, requiriendo un costo alto, larga estancia hospitalaria, además de alta comorbilidad. Se ha mencionado además que la falta de eficiencia de los antibióticos, y la persistencia de la infección a pesar de múltiples tratamientos se debe a una ineficiencia del estroma de la médula ósea. La médula ósea es rica en granulocitos quienes a su vez protegen contra infecciones por lo cual se ha planteado que la médula ósea es útil para controlar infecciones óseas (17).

Se ha mencionado en la literatura que un punto primordial en el tratamiento de las no uniones es la estabilidad entre fragmentos, sin embargo, cuando hay escasez de formación de callos y los extremos óseos no muestran ningún intento de unión (esclerosado extremos óseos, cavidad ocluida de médula ósea), es decir, en no uniones atróficas de hueso la solución mecánica no será de ayuda la mayoría de las veces se necesita una solución biológica es aquí donde la médula ósea juega un papel importante. (18)

La técnica de toma y aplicación de médula ósea percutánea mayormente descrita consiste en colocar al paciente en decúbito lateral con previa anestesia regional, se realiza asepsia en 3 tiempos sobre el área, identificando sitio de toma de aspirado de médula ósea más común en la espina ilíaca posterosuperior en el lugar donde la cresta ilíaca se encuentra más cerca de la piel, generalmente a 5-15 cm de la línea media del cuerpo, se realiza punción con trocar para aspirado, introduciendo la aguja 15-20mm, y realizar aspirado con jeringa de 20 centímetros cúbicos, finalmente se retira aguja y trocar, se realiza hemostasia y se cubre sitio de punción, posteriormente con ayuda de fluoroscopia se identifica foco de pseudoartrosis, se realiza asepsia en 3 tiempos y se realiza el infiltrado guiado con flurosocopia. (10,12).



Figura 4: Evolución radiológica de paciente tomado de nuestra muestra con pseudoartrosis manejada con toma y aplicación de médula ósea



CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Pregunta de investigación

¿Es más efectivo el tratamiento mediante toma y aplicación de médula ósea en pacientes con diagnóstico de pseudoartrosis con fijación interna que el resto de los tratamientos utilizados para este fin?

2.2 Hipótesis

El tratamiento mediante toma y aplicación de médula ósea en pacientes con diagnóstico de pseudoartrosis con fijación interna es más eficaz que el resto de los tratamientos utilizados actualmente.

2.3 Justificación

La pseudoartrosis o no unión de un hueso es una de las complicaciones más temidas por todos los cirujanos ortopedistas debido a la dificultad en el manejo de esta entidad, teniendo una incidencia mundial reportada de 1-5% del total de las fracturas, (8), siendo del 2% en nuestro país, (18), lo cual concuerda con lo encontrado en nuestro hospital donde en el periodo del 2013 a 2020, se encontró una incidencia del 2.61%. Los pacientes con pseudoartrosis conllevan implicaciones físicas como una limitación funcional prolongada de la extremidad o área afectada, psicológicas debido a la imposibilidad del paciente para cumplir con actividades diarias y económicas por el alto costo del tratamiento.

Actualmente no existe un consenso de cómo manejar esta complicación existiendo un gran número de opciones, sin embargo, la más utilizada es fijación interna más injerto óseo autólogo o heterólogo, teniendo como inconveniente el gran costo que implica, amplia estancia hospitalaria, alta comorbilidad y por último, alta tasa de falla. Una alternativa existente es el manejo con injerto autólogo de médula ósea percutánea que muestra las ventajas claras de ser un procedimiento de bajo costo, ser ambulatorio, baja comorbilidad.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general:

- Evaluar la eficacia del tratamiento de pacientes con diagnóstico de pseudoartrosis en pacientes con fijación interna con toma y aplicación de médula ósea, frente a otros tratamientos

2.4.2 Objetivos específicos:

- Registrar y analizar variables como edad, sexo, tipo de hueso afectado, lado afectado, tipo de fijación, y el tratamiento realizado en pacientes con diagnóstico de pseudoartrosis, clasificando los grupos de acuerdo al tratamiento utilizado en: grupo médula ósea, grupo curetaje más fijación interna más injerto autólogo o heterólogo
- Comparar el tiempo de estancia hospitalaria posterior a la toma y aplicación de médula ósea entre los grupos de tratamiento.
- Evaluar el tiempo de consolidación promedio posterior a la toma y aplicación de médula ósea contra el tratamiento de curetaje más fijación interna más injerto óseo autólogo o heterólogo.
- Analizar y comparar las complicaciones de la toma y aplicación de médula ósea y los otros tratamientos de pseudoartrosis.
- Realizar una valoración radiográfica con la escala de Montoya en todos los grupos a los 6 meses posteriores al tratamiento.

2.5 Material y métodos

Se realizó una revisión sistemática de expedientes clínicos electrónicos y físicos de los pacientes con como diagnóstico de pseudoartrosis posterior a una fijación interna o externa, los cuales fueron manejados con toma y aplicación de médula ósea, u otros tratamientos en el periodo de enero de 2013 a enero de 2020 dentro del Centenario Hospital Miguel Hidalgo

2.5.1 Criterios de selección

Inclusión:

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Pacientes de ambos sexos sin rango de edad
 - Diagnóstico de pseudoartrosis en el periodo de enero de 2013 a enero de 2020
 - Antecedente de fijación interna o externa
 - Manejo con toma y aplicación de médula ósea u otros tratamientos dentro del Centenario Hospital Miguel Hidalgo
 - Expediente clínico y radiológico completo
 - Seguimiento mínimo de 6 meses en expediente clínico

Exclusión:

- Expediente clínico y radiológico incompleto
- Abandono del tratamiento por parte del paciente
- Seguimiento menor a 6 meses en expediente clínico

Eliminación:

- Muerte durante el seguimiento

2.5.2 Variables

- Independientes: edad, sexo, tipo de hueso afectado, lado afectado, tipo de fijación, tratamiento
- Dependientes: tiempo de consolidación, resultado en la consolidación, complicaciones, tiempo de hospitalización, resultado de consolidación en la escala de Montoya, estado de consolidación

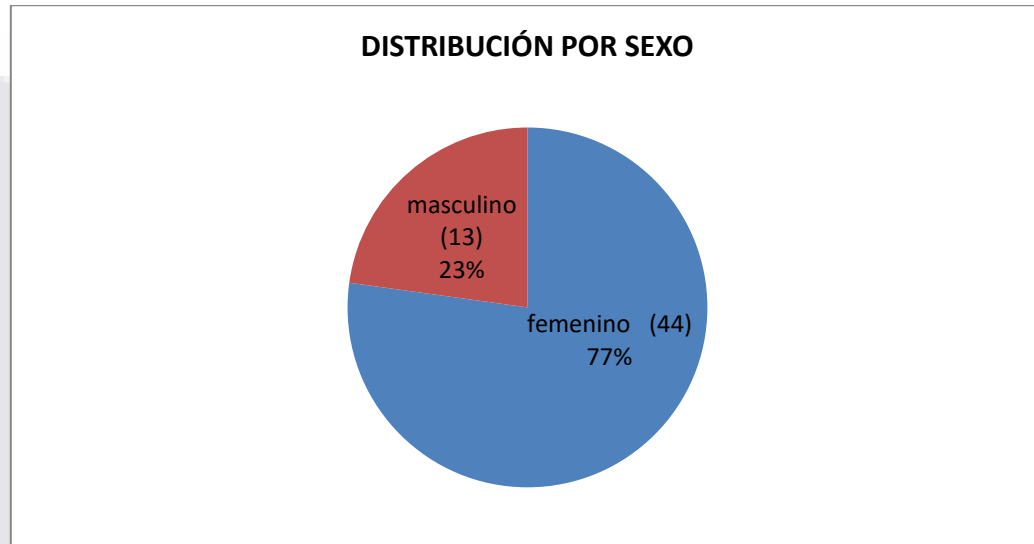
2.5.3 Análisis estadístico

El análisis estadístico fue realizado mediante estadística descriptiva, paramétrica y no paramétrica y medidas de tendencia central. Se utilizó el programa estadístico SPS 2.0, con la prueba estadística Exacto de Fisher.

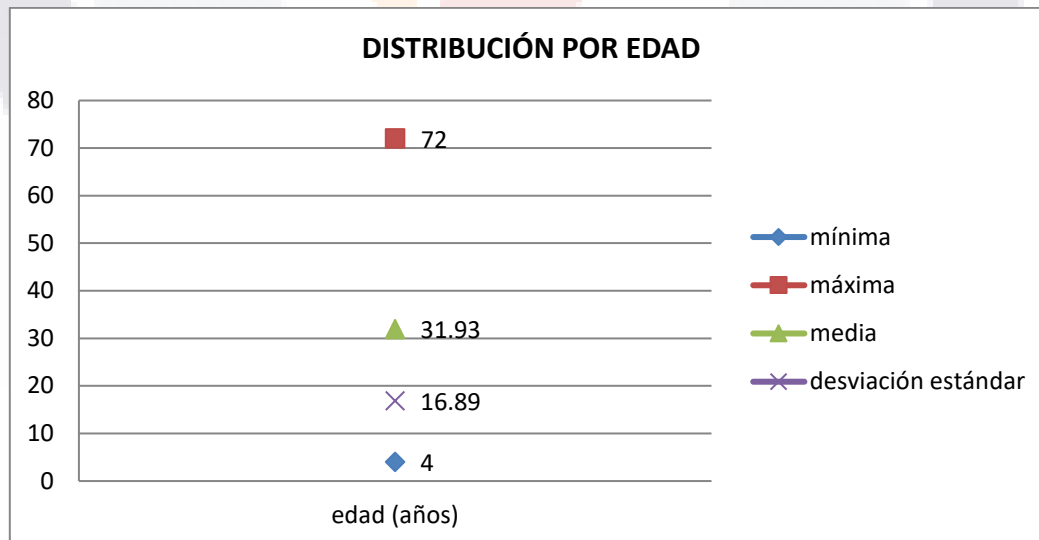
CAPÍTULO III

RESULTADOS

Se analizaron expedientes de 57 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión de los cuales se encontraron los siguientes datos.

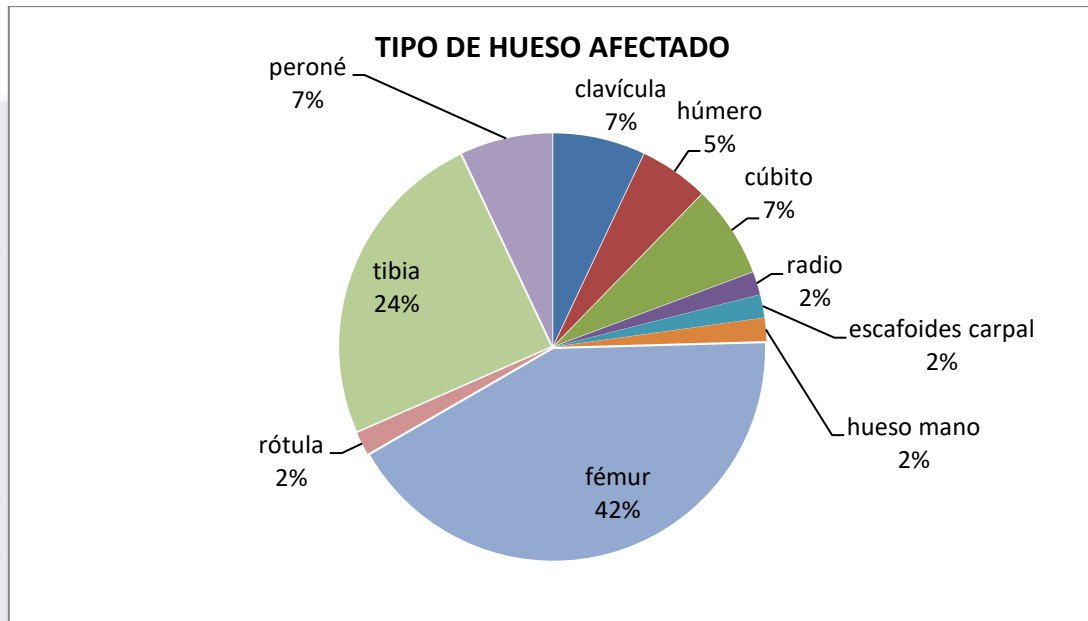


Gráfica 1 Distribución por sexo



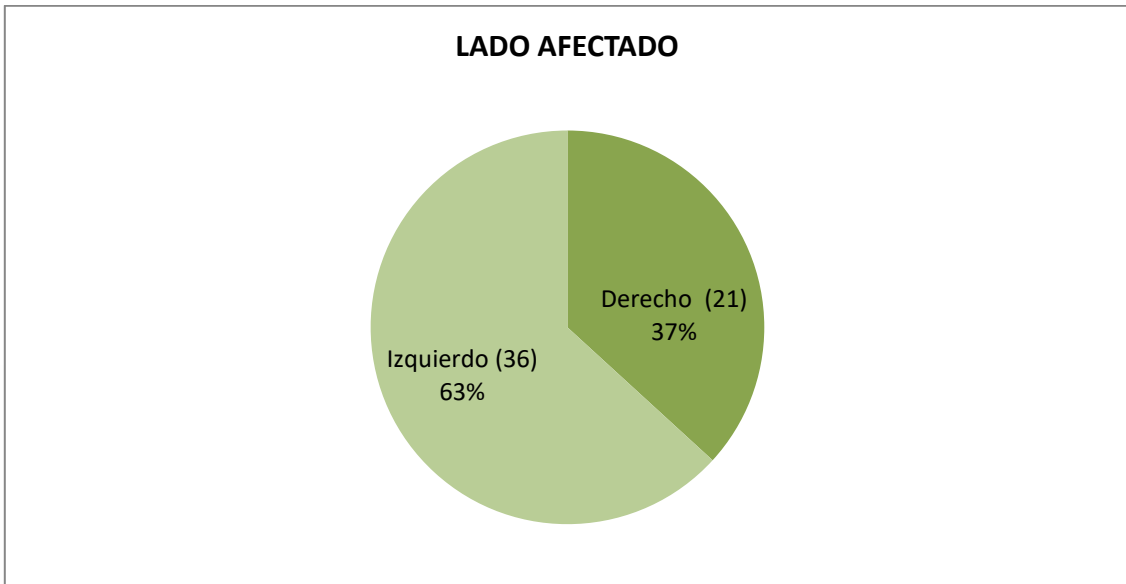
Gráfica 2 Distribución por edad

De los 57 pacientes, encontramos una mayor frecuencia en el sexo femenino siendo de 44 (77%) en contraste con el sexo masculino de 13 (23%) de los casos. En la distribución por edad tenemos una edad máxima de 74 años, una edad mínima de 4 años, con una media de 31.93, y una desviación estándar de 16.89.



Gráfica 3 Distribución por hueso afectado

En la distribución por tipo de hueso afectado encontramos una predilección por huesos largos con un mayor número en el fémur con 24 (42.1%), y en segundo lugar la tibia con 14 (24.6%).



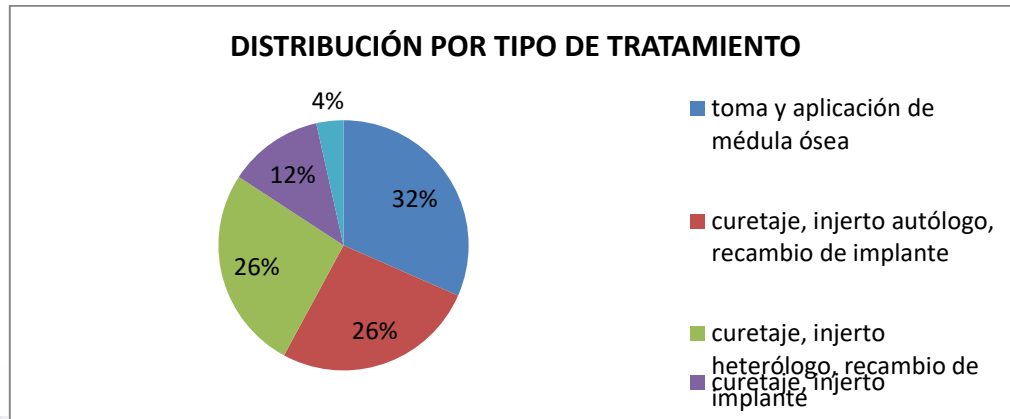
Gráfica 4 Distribución por lado afectado

En cuanto a la distribución por lado, predominó ampliamente el lado izquierdo con 36 (63%) extremidades afectadas en contraste con el lado derecho con 21 (37%).

Tabla 1 Distribución por tipo de fijación

Tipo de fijación	Frecuencia	Porcentaje
Clavillos	4	7
Fijador externo	8	14
Placa	24	42.1
Cerclaje	1	1.8
Clavo centromedular	14	24.6
Ortesis	6	10.5
Total	57	100

En el tipo de fijación predominó el uso de placa con un total de 24 casos (42.1%), seguido del uso de clavo centromedular con 14 casos (24.6%), el menos frecuente fue el cerclaje con solo 1 caso (1.8%).



Gráfica 5 distribución por tipo de tratamiento

En el caso de la distribución por tipo de tratamiento de la pseudoartrosis encontramos que se realizó la toma y aplicación de médula ósea con una frecuencia de 18 pacientes (32%), el curetaje, injerto autólogo o heterólogo, recambio de implante con 15 pacientes (26%) respectivamente, curetaje e injerto sin recambio de implante 7 pacientes (12%), y el plasma rico en plaquetas sólo 2 pacientes (4%).

Se analizó el tipo de tratamiento con respecto a tiempo de hospitalización encontrando lo siguiente:

Tabla 2 Tiempo de hospitalización respecto a tratamiento

Tipo de tratamiento	Menor a 1 día	1 a 2 días	3 a 4 días	5 días o mas	Total
Toma y aplicación de medula ósea	17(94.4%)	1 (5.6%)	0(0%)	0 (0%)	18
Curetaje, injerto autólogo, recambio de implante	3 (20%)	10(66.7%)	0(0%)	2(13.3%)	15
Curetaje, injerto heterólogo, recambio de implante	4 (26.7%)	6 (40%)	3(20%)	2 13.3%)	15
Curetaje, injerto	3 (42.9%)	4 (57.1%)	0 (0%)	0 (0%)	7
Plasma rico en plaquetas	1 (50%)	0 (0%)	1(50%)	0 (0%)	2
Total	28	21	4	4	57

Exacto de Fisher p= 0.000

Se utilizó la prueba estadística Exacto de Fisher para evaluar el tipo de tratamiento recibido con respecto al tiempo de hospitalización, obtuvimos un valor de p (<0.05) estadísticamente significativo, al analizar los porcentajes, en el tratamiento con toma y aplicación de médula ósea se

obtuvo un tiempo de hospitalización de menor a 24 horas en el 94.4% de los casos, por lo que este resultado apoya nuestra hipótesis.

Al analizar el tipo de tratamiento con respecto a la consolidación se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 3 Estado de consolidación respecto a tratamiento

Tipo de tratamiento	Consolidado	No consolidado	Total
Toma y aplicación de médula ósea	17 (94.5%)	1 (5.55%)	18
Curetaje, injerto autólogo, recambio de implante	8 (53.3%)	7 (46.7%)	15
Curetaje injerto heterólogo, recambio de implante	10 (66.7%)	5 (33.3%)	15
Curetaje, injerto	3 (42.9%)	4 (57.1%)	7
Plasma rico en plaquetas	1 (50%)	1 (50%)	2
Total	39	18	57

Exacto de Fisher $p=0.018$

Al analizar nuestras variables de tipo de tratamiento con respecto a si consolidaron o no con la prueba de Exacto de Fisher, obtuvimos un valor estadísticamente significativo ($p < 0.05$), con un porcentaje de 94.4% en lo pacientes con toma y aplicación de médula ósea, lo que se traduce en que existe una diferencia entre los tratamientos y el resultado de consolidación en nuestra muestra, lo que apoya nuestra hipótesis mostrando claramente que el porcentaje de pacientes tratados con médula ósea consolidaron en un 94.5%.

Al analizar las variables de tipo de tratamiento con respecto a las complicaciones se obtuvieron los siguientes datos que se muestran en la tabla 5.

Tabla 4 Complicaciones con respecto a tratamiento

Tipo de tratamiento	Sin complicaciones	Resección / amputación	infección	total
Toma y aplicación de médula ósea	17 (94.4%)	0 (0%)	1 (5.6%)	18
Curetaje, injerto autólogo, recambio de implante	10 (66.7%)	2 (13.3%)	3 (20%)	15
Curetaje, injerto heterólogo, recambio de implante	10 (66.7%)	1 (6.7%)	4 (26.6%)	15
Curetaje, injerto	5 (71.4%)	0 (0%)	2 (28.6%)	7
Plasma rico en plaquetas	2 (100%)	0 (0%)	54	2
total	44	3	10	57

Exacto de Fisher $p=0.379$

Se analizaron las variables de tipo de tratamiento con respecto a las complicaciones, utilizando la prueba de Exacto de Fisher, se obtuvo un valor no significativo ($p > 0.05$), por lo que interpretamos que no existe diferencia significativa entre los tipos de tratamiento y las complicaciones relacionadas con éste, sin embargo el porcentaje de los paciente con toma y aplicación de médula ósea que no presentaron complicaciones es de 94.4%, por ser un porcentaje considerablemente alto, inferimos que existe una diferencia de interés clínico importante.

Se analizaron las variables de tipo de tratamiento con respecto al tiempo de consolidación con los datos que se muestran en la tabla 6.

Tabla 5 Tiempo de consolidación con respecto a tratamiento

Tipo de tratamiento	Sin consolidar	1 a 3 meses consolidación pronta	4 a 8 meses consolidación esperada	9 meses o más consolidación tardía	total
Toma y aplicación de médula ósea	1 (5.5%)	1 (5.5%)	12 (66.7%)	4 (2.3%)	18
Curetaje, injerto autólogo, recambio de implante	6 (40%)	0 (0%)	8 (53.3%)	1 (6.7%)	15
Curetaje, injerto heterólogo, recambio de implante	5 (33.3%)	0 (0%)	8 (53.3%)	2 (13.4%)	15
Curetaje, injerto	4 (57.1%)	0 (0%)	3 (42.9%)	0 (0%)	7
Plasma rico en plaquetas	1 (50%)	0 (0%)	1 (50%)	0 (0%)	2
Total	17	1	32	7	57

Exacto de Fisher $p= 0.234$

Según nuestro análisis del tipo de tratamiento con respecto al tiempo de consolidación utilizando la prueba de Exacto de Fisher, encontramos una diferencia estadísticamente no significativa ($p > 0.05$). Podemos inferir que el tiempo de consolidación no depende del tipo de tratamiento en nuestra muestra.

Se analizaron las variables de tipo de tratamiento con respecto al estado de consolidación según la escala de Montoya.

Tabla 6 Escala de Montoya respecto a tratamiento

Tipo de tratamiento	No aplica por resección /amputación	Reacción perióstica sin callo	Callo con trazo de fractura visible	Callo con trazo de fractura visible solo en partes	Desaparición del trazo de fractura	total
Toma y aplicación de médula ósea	0 (0%)	0 (0%)	1 (5.6%)	10 (55.6%)	7 (38.8%)	18
Curetaje, injerto autólogo, recambio de implante	2 (13%)	1 (6.8%)	4 (26.6%)	4 (26.6%)	4 (26.6%)	15
Curetaje, injerto heterólogo, recambio de implante	1 (6.8%)	2 (13.4%)	2 (13.4%)	5 (33.3%)	5 (33.2%)	15
Curetaje, injerto	0 (0%)	1 (14.3%)	3 (42.8%)	1 (14.3%)	2 (28.6%)	7
Plasma rico en plaquetas	0 (0%)	1 (50%)	0 (0%)	1 (50%)	0 (0%)	2
Total	3	5	10	21	18	57

Exacto de Fisher $p= 0.227$

El análisis de estas variables con la prueba de Exacto de Fisher nos da una diferencia estadísticamente no significativa ($p > 0.05$), por lo que interpretamos que no existe una diferencia significativa en el resultado de la escala de Montoya según el tratamiento otorgado, sin embargo nos llama la atención que la mayor parte de los pacientes que fueron tratados con toma y aplicación de médula ósea presentaron grado III (55.6%), grado IV (38.8%), por lo que podemos decir que existe una diferencia de interés clínico.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis de los datos obtenidos en esta muestra de 57 pacientes del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, observamos una gran heterogeneidad entre la edad de nuestros pacientes, sin embargo, observamos datos como predominio del sexo femenino, con respecto al masculino, además de la distribución por edad también encontramos una prevalencia mayor en pacientes jóvenes 15-40 años, con una media de 31.96 (desviación estándar 16.1). Para Mazzini, Ruiz, Rodríguez (2009), la edad no está en relación directa con pseudoartrosis como tal, sólo con el retardo en la consolidación, sin embargo concluyen que entre los factores de riesgo más importantes destacan el tipo de fractura la localización, y la energía a la que se sometió ésta, por lo que puede ser que los pacientes jóvenes estén más propensos a presentar lesiones abiertas y de alta energía. (6,7).

Respecto al tipo de hueso afectado encontramos que los huesos más afectados son los huesos largos, en su parte diafisaria, como el fémur (42.1%), tibia (24.6%), cúbito (7%), lo que concuerda con lo encontrado en la literatura según diversos estudios siendo en primer lugar la tibia, segundo lugar el cúbito y tercer lugar fémur. (6,7,8,9). Mazzini y colaboradores en 2009, mencionan en su estudio que los huesos que más se complican con pseudoartrosis son los huesos largos en su región diafisaria sobre todo en tercio medio y tercio distal, con el argumento de que el agujero nutricio se encuentra en el tercio medio viéndose afectado en la mayoría de las ocasiones por lo que disminuirá el aporte sanguíneo a dichas zonas.

Durante el análisis del tipo de fijación inicial encontramos una mayor incidencia de pseudoartrosis en la fijación con placas (42.1%), y fijación con clavo centromedular (24.6%). Bell, Templeman y Weinlein en su estudio de 2017, mencionan que la fijación con clavo centromedular generalmente es estable y que el desarrollo de la pseudoartrosis se deberá a otras causas como infección, factores dependientes del paciente, o el daño a los tejidos blandos. En cambio, la fijación con placa está relacionada con un daño mayor a la vascularidad perióstica por lo que podría disminuir aún más el aporte sanguíneo. (4,5). Llama la atención que en nuestra muestra sólo 2 pacientes con clavo centromedular requirieron un recambio de implante en contraste con los pacientes con placa en los que 16 pacientes requirieron recambio de implante.

A la hora de analizar el tipo de tratamiento realizado en la pseudoartrosis y el tiempo de hospitalización, es importante mencionar que la toma y aplicación de médula ósea tiene una ventaja

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

con respecto a los demás con una duración de menos de 24 horas en un 94.4% de los casos. Este resultado apoya nuestra hipótesis en donde las importantes ventajas que se tienen al utilizar este método es que es un procedimiento accesible para el paciente, más económico y es un procedimiento ambulatorio. (16).

Con respecto a si hubo una consolidación o no final con respecto al tratamiento, encontramos también un resultado altamente significativo donde los pacientes manejados con toma y aplicación de médula ósea consolidaron 94.5% de los pacientes, en contraste con los pacientes que se manejaron con otros tratamientos como curetaje, injerto autólogo y recambio de implante con 53.3%, curetaje, injerto heterólogo y recambio de implante con 66.7% de los casos, llama la atención como en estos 2 últimos grupos, se tuvo la misma cantidad de pacientes con 15 cada una y en el primero se logró un mejor porcentaje de consolidación. Lal Sahu , en su estudio de 2017, donde analizó una muestra de 93 pacientes con no unión, obtuvo un resultado excelente de 68.81% de los casos, y un resultado bueno en 19.35% y un resultado pobre sólo en 11.82% de los casos lo que concuerda con nuestro estudio a la hora de analizar la escala de Montoya, en donde obtuvimos 55.6% de resultados buenos (Montoya III) y 38.8% de resultados excelentes (Montoya IV) en paciente manejados con toma y aplicación de médula ósea. (15).

Hablando del tiempo de consolidación con respecto al tratamiento revisando diversos estudios, la media de tiempo de consolidación después del tratamiento de médula ósea de 6 meses, con un mínimo de 1 mes y máximo de 12 meses, sin embargo, en algunos casos recomiendan una segunda aplicación (10, 11, 13), comparado con lo encontrado en nuestro análisis donde encontramos que 66.7% nuestros pacientes manejados con médula ósea obtuvieron una consolidación dentro del tiempo estimado (4 a 8 meses), sin embargo, es de interés clínico comentar que no hay una diferencia significativa entre el tiempo de consolidación comparándolo con los otros tratamientos.

Hernigou y colaboradores en 2015, reportaron complicaciones después del procedimiento de toma y aplicación de médula ósea donde las más comunes fueron infección (4%), complicación del injerto; sitio donador (8%), amputación (4%), lo cual contrasta con nuestros resultados en donde sólo obtuvimos 1 caso de infección (5.6%), por lo que este resultado también apoya nuestra hipótesis al ser de baja comorbilidad en comparación con otros tratamientos. El plasma rico en plaquetas no presentó complicaciones en nuestra muestra sin embargo es de bajo valor por la poca cantidad de pacientes.

CONCLUSIONES

A partir de lo observado en esta muestra de 57 pacientes estudiados en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, se puede concluir que los resultados relacionados al tratamiento de la pseudoartrosis con toma y aplicación de médula ósea son significativamente favorables, destacando grandes ventajas con respecto a otros tratamientos, de las cuales resalta un porcentaje de éxito en la consolidación del 94.5%, menor estancia intrahospitalaria (menos de un día) y mayor accesibilidad por ser un procedimiento ambulatorio. En cuanto al tiempo y evolución natural de la consolidación, es similar a todos los tratamientos evaluados.

Dentro de los aspectos a considerar, hace falta individualizar al paciente, tomar en cuenta sus factores de riesgo, así como el tipo de fractura y en base a ello, decidir cuál es el mejor tratamiento a elegir para su óptima recuperación.

En relación a cómo podría haber mejorado la presente investigación, considero que el no incluir las variables propias de los pacientes, consideradas como factores de riesgo para desarrollar pseudoartrosis posterior a una fractura tales como, hábito tabáquico, estado nutricional y estrategias de mejora en el mismo, grado de compromiso de los pacientes para acatar las medidas de reposo, etc. es una debilidad de mi trabajo que hubiese enriquecido mucho mis resultados.

GLOSARIO

Consolidación: proceso biológico mediante el cual ocurre unión entre dos o más fragmentos posterior a una fractura.

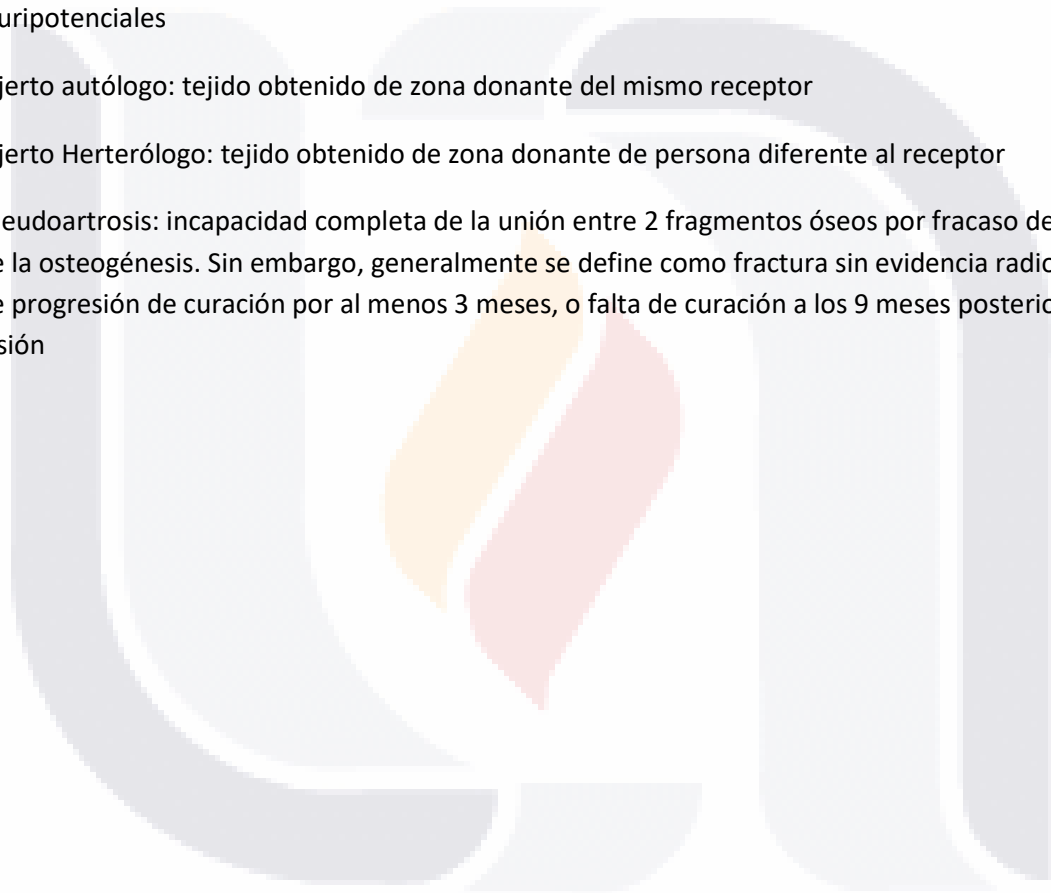
Fractura: presencia de pérdida de la continuidad ósea

Medula ósea: tejido suave y esponjoso presente en el centro de los huesos, rico en células pluripotenciales

Injerto autólogo: tejido obtenido de zona donante del mismo receptor

Injerto Herterólogo: tejido obtenido de zona donante de persona diferente al receptor

Pseudoartrosis: incapacidad completa de la unión entre 2 fragmentos óseos por fracaso definitivo de la osteogénesis. Sin embargo, generalmente se define como fractura sin evidencia radiográfica de progresión de curación por al menos 3 meses, o falta de curación a los 9 meses posterior a la lesión



BIBLIOGRAFIA

- 1.- León-Rodríguez, El trasplante de células progenitoras hematopoyéticas, *Rev Invest Clin*, 2005, (57), 129-131
- 2.- Ph. hernigou, md, A. poignaro, md, F. beaueian, md, H . rouard, md, Percutaneous Autologous Bone-marrow grafting for nonunions, *the journal. of bone and joint surgery*, 2005, (88), 322-327
- 3.- Trung Hau Le Thua, Dang Nhat Pham, Quy Ngoc Bao Le, Phan Huy Nguyen, Thi Thuy Hoa Phan², Hoang Duy Phan, Phuoc Quang Le, Willy Denis Boeckx, Albert De Mey, Mini-invasive treatment for delayed or nonunion: the use of percutaneous autologous bone marrow injection, *Biomedical Research and Therapy*, 2015, 2(11): 389-395
- 4.- Gilberto Reyna Olivera, Ignacio Soto Juárez, Ramiro Regalado Cruz, Aplicación de médula ósea autóloga en retardos de consolidación y pseudoartrosis postraumática, *Acta Ortopédica Mexicana* 2005, (19), 248-251.
- 5.- Louis-Romée Le Nail , Julien Stanovici, Joseph Fournier, Marie Spingard, Jorge Domenech, Philippe Rosset, Percutaneous grafting with bone marrow autologous concentrate for open tibia fractures: analysis of forty three cases and literature review, *SICOT*, 2014, (38), 1845-1853.
- 6.- Velázquez Moreno JD, Casiano-Guerrero G, Algoritmo del tratamiento de la pseudoartrosis diafisaria, *Acta Ortopédica Mexicana* 2019, (33), 50-57.
- 7.- Pretell Mazzini Juan Abelardo , Ruiz Semba Carlos , Rodriguez Martín Juan, Bone defect healing: Delay of consolidation and Pseudarthrosis, *Rev Med Hered*, 2009,(20), 31-39
- 8.- Ariel Sánchez, Helena Salerni, Retardo en la consolidación de las fracturas, *Actual. Osteol* 2015, (11), 47-56
- 9.- AO FOUNDATION, Principios Generales Del Tratamiento de la Pseudoartrosis con Placas, https://www.aofoundation.org/media/project/aocmf/aof/documents/AO_Spain/Seudoartrosis_con_placa.pdf
- 10.- José Calderón-Garcidueñas, Ma. Judith Castillo-Carranza, Daniel Pavón Salas, Juan Antonio Mireles-Díaz, René González-Gutiérrez, Fracturas con retardo en la consolidación ósea o

pseudoartrosis: tratamiento no invasivo con electroestimulación galvánica transcutánea, Rev Mex Ortop Traum 2001, (15), 262-265

11.- Jessica S. Fisher, J. Jacob Kazam, Duretti Fufa, Roger J. Bartolotta, Radiologic evaluation of fracture healing, Skeletal Radiology, 2019, (48), 349-361

12.- Anthony Bell, David Templeman, John C. Weinlein, Nonunion of the Femur and Tibia: An Update, Orthop Clin N Am, 2016, (47), 365–375.

13.- Félix Gustavo Mora Ríos, Carlos Eduardo Antonio Romero, Luis Carlos Mejía Rohenes, Sergio Hernández Martínez, Incidencia de pseudoartrosis en el Hospital Regional General Ignacio Zaragoza del ISSSTE, Rev Esp Méd Quir 2012, (17), 34-38

14.- Cap. Mario O. Gutiérrez Blanco, Tte. Cor. Francisco Leyva Basterrechea, Dr. Alejandro Álvarez López, Delay in consolidation and pseudoarthrosis of the tibia, 2010, Rev Cub Med Mil, (38), 1-10

15.- Ramji Lal Sahu, Percutaneous autogenous bone marrow injection for delayed union or non-union of long bone fractures after internal fixation, Rev. Brasileña de Ortopedia 2018, (53), 668-673 (11): 389-395

16.- Houston L. Braly, MD, Daniel P. O'Connor, PhD, and Mark R. Brinker, MD, Percutaneous Autologous Bone Marrow Injection in the Treatment of Distal Meta-diaphyseal Tibial Nonunions and Delayed Unions, J Orthop Trauma, 2013, (57), 527-534.

17.- Philippe Hernigou, Matthieu Trousselier, François Roubineau, Charlie Bouthors, Nathalie Chevallier, Helene Rouard, Charles Henri Flouzat-Lachaniette, Local transplantation of bone marrow concentrated granulocytes precursors can cure without antibiotics infected nonunion of polytraumatic patients in absence of bone defect, International Orthopaedics SICOT, 2016, (40), 2331-2338

18.- Shivaraj S Konde, Santosh S Borkar, Sidheshwar R Thosar, Ajaykumar R Allamwar, Prashant S Kamath, Role of Percutaneous Bone Marrow Injection in Non Union of Fractures, NATIONAL JOURNAL OF MEDICAL RESEARCH, 2019, (7), 135-137

ANEXOS

Anexo A: Escala radiológica de Montoya

Tabla 1. Evaluación radiográfica de consolidación ósea. Clasificación de Montoya.^{3,18}	
Grado	Características radiográficas
0	Presencia de fractura después del tratamiento sin cambios radiográficos
I	Se observa reacción perióstica, pero sin formación del callo óseo
II	Hay formación de callo óseo, pero persiste el trazo de fractura
III	Hay callo óseo, se encuentra consolidación ósea en 3 corticales, pero aún se observa parte de la fractura
IV	Cuando el trazo de la fractura ha desaparecido

<https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2012/or123d.pdf>

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Anexo B: Evolución radiológica de paciente con pseudoartrosis



Radiografía pre quirúrgica de paciente con fractura diafisaria media de fémur.



Radiografía postquirúrgica inmediata



Radiografía con diagnóstico de pseudoartrosis, previo a toma y aplicación de medula ósea



Radiografía definitiva con evidencia de consolidación 1 año posterior a la toma y aplicación de medula ósea

Imágenes tomadas del sistema de datos radiografías del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.