

Universidad de Costa Rica

Programa de Posgrado en Especialidades Médicas

Escuela de Medicina

**Revisión bibliográfica sobre osteosarcoma en el paciente adulto, principales  
métodos de imagen para su diagnóstico y sus hallazgos**

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado  
Radiología e Imágenes Médicas para optar al grado y título de Médico Especialista en  
Radiología e Imágenes Médicas

Catalina Irene Sánchez Montero

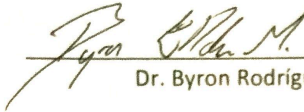
Médico residente de Radiología e Imágenes Médicas

Tutor: Dr. Byron Rodríguez Muñoz

San José, Costa Rica

Abril 2023

“Esta revisión bibliográfica fue aceptada por la comisión del Programa de Estudios de posgrado en Radiología e Imágenes Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito para optar por el grado académico y título de médico Especialista en Radiología e Imágenes Médicas”



---

Dr. Byron Rodríguez Muñoz

Asistente Especialista en Radiología e Imágenes Médicas con subespecialidad en Radiología Musculoesquelética.  
Tutor del presente trabajo.



---

Dr. Jairo Arce Montero

Asistente Especialista en Radiología e Imágenes Médicas  
Lector Oficial.



---

Dr. Manuel Hernández Gaitán

Asistente Especialista en Radiología e Imágenes Médicas y Coordinador nacional del programa de postgrado en Radiología e Imágenes Médicas de la Universidad de Costa Rica



---

Dra. Catalina Itene Sánchez Montero  
Sustentante.

San José, Costa Rica  
24 de abril, 2023

A quien interese:

Estimados(as) señores(as):

Por este medio, yo, Diego Alexander Ugalde Fajardo, cédula 1-1477-0207, bachiller en Filología Española y licenciado en Enseñanza de Castellano y Literatura, colegiado al Colypro, carné 74437, confirmo que he leído y revisado la tesis para optar por el grado y título de Especialista en Radiología e Imágenes Médicas, titulada “Revisión bibliográfica sobre osteosarcoma en el paciente adulto, principales métodos de imagen para su diagnóstico y sus hallazgos” de la Dra. Catalina Irene Sánchez Montero.

La revisión incluyó aspectos de estilo como la construcción y ordenamiento de párrafos y oraciones; selección léxica, ortografía, gramática, citación, referencias bibliográficas, claridad, concisión, cohesión y coherencia de las ideas planteadas, así como otros elementos concernientes a la labor filológica. El proceso contó con una devolución y un segundo proceso de revisión para corroborar.

Una vez efectuada la revisión, considero que el trabajo cumple todos los lineamientos de construcción, textuales y discursivos en aspectos de forma que requiere un texto como el presentado.

Atentamente,

DIEGO ALEXANDER  
UGALDE FAJARDO (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
DIEGO ALEXANDER  
UGALDE FAJARDO (FIRMA)  
Fecha: 2023.04.24 11:10:23  
-06'00

Diego Alexander Ugalde Fajardo  
Céd. 1-1477-0207  
Carné de Colypro 74437



**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Catalina Sánchez Montes, con cédula de identidad 206610290, en mi condición de autor del TFG titulado Revisión bibliográfica sobre osteosarcoma en el paciente adulto, principales métodos de imagen para su diagnóstico y sus hallazgos.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kervá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kervá.

## ***Tabla de contenido***

<b><i>Introducción</i></b> .....	<b>III</b>
<b><i>Antecedentes de la investigación</i></b> .....	<b>V</b>
<b><i>Justificación y relevancia de la investigación</i></b> .....	<b>VI</b>
<b><i>Descripción del problema</i></b> .....	<b>VII</b>
<b><i>Pregunta de investigación</i></b> .....	<b>VII</b>
<b><i>Objetivos</i></b> .....	<b>VIII</b>
<b>General</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Específicos</b> .....	<b>VIII</b>
<b><i>Limitaciones de la investigación</i></b> .....	<b>IX</b>
<b><i>Viabilidad de la investigación</i></b> .....	<b>IX</b>
<b><i>Metodología</i></b> .....	<b>X</b>
<b><i>Marco teórico</i></b> .....	<b>XI</b>
<b>Manifestaciones clínicas:</b> .....	<b>XII</b>
<b>Examen físico</b> .....	<b>XII</b>
<b>Evaluación diagnóstica:</b> .....	<b>XII</b>
<b>Radiografía convencional:</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Tomografía computarizada:</b> .....	<b>XV</b>
<b>Resonancia Magnética:</b> .....	<b>XVI</b>
<b>Figuras:</b> .....	<b>XVIII</b>
<b><i>Referencias bibliográficas</i></b> .....	<b>XXIII</b>

## Introducción

El osteosarcoma es un tumor maligno del esqueleto caracterizado por la formación directa de hueso inmaduro o tejido osteoide por las células tumorales. En casos más raros, puede originarse en tejidos blandos (1). Se trata del segundo tumor óseo maligno primario más común después del mieloma múltiple (2).

Esta neoplasia maligna puede afectar a cualquier hueso, pero se presenta con más frecuencia en la metáfisis de los huesos largos, principalmente la porción distal del fémur, la porción proximal de la tibia y el húmero proximal (3).

Las localizaciones más frecuentes son el fémur (42 %, con 75 % de tumores en fémur distal), tibia (19 %, con 80 % de tumores en tibia proximal) y húmero (10 %, con 90 % de tumores en húmero proximal), otras ubicaciones probables son el cráneo o la mandíbula (8 %) y la pelvis (8 %) (4).

Se ha encontrado que la edad del paciente se correlaciona con la supervivencia; la supervivencia más pobre es entre los individuos mayores. El osteosarcoma tiene una distribución etaria bimodal. El pico inicial se encuentra en el grupo de edad de 10 a 14 años, lo cual corresponde al estirón puberal. Este grupo representa la gran mayoría de los osteosarcomas primarios. El siguiente pico observable es en adultos mayores de 65 años, cuando es más probable que la aparición de osteosarcoma represente un cáncer secundario resultante de la degeneración maligna de la enfermedad de Paget (5).

La sintomatología más frecuente es el dolor en el sitio donde se encuentra el tumor, este dolor puede aumentar o disminuir con el tiempo y con el esfuerzo. Además, es común la presencia de una masa palpable y dolorosa que asocia impotencia funcional (6).

El protocolo diagnóstico del osteosarcoma comprende la realización de una historia clínica, un examen físico, pruebas de laboratorio y estudios de imagen, por lo tanto esta revisión pretende determinar los principales métodos de imagen y hallazgos para el diagnóstico de osteosarcoma en el paciente adulto, incluyendo los hallazgos vistos en radiografía convencional, tomografía computarizada (TC), así como resonancia

magnética nucleare (RM). Sin embargo, para confirmar el diagnóstico, se requiere el estudio histológico mediante la realización de una biopsia del tejido afectado.

El manejo terapéutico de las personas con osteosarcoma puede requerir los esfuerzos coordinados de un equipo de profesionales médicos tales como ortopedistas, radiólogos, oncólogos, radioterapeutas, fisiatras, así como otros profesionales de la salud como fisioterapeutas y psicólogos. Los objetivos principales del tratamiento son erradicar el tumor, prevenir la metástasis y lograr la rehabilitación del paciente.

La principal opción de tratamiento para las personas con osteosarcoma es una combinación de tratamiento quirúrgico y quimioterapia pre- y posoperatoria. La tasa de supervivencia ha mejorado al pasar de los años; actualmente, oscila entre un 60-80%.

## **Antecedentes de la investigación**

El osteosarcoma es un tumor maligno primario del esqueleto caracterizado por la formación directa de hueso inmaduro o tejido osteoide a partir de células tumorales (7). La clasificación histológica de los tumores óseos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) divide los osteosarcomas en tumores centrales y de superficie, y reconoce varios subtipos dentro de cada grupo (8). Los osteosarcomas se pueden clasificar en grado alto, grado intermedio o grado bajo.

Se sospecha de esta patología tras la realización de una historia clínica detallada del paciente y la identificación de los síntomas y signos característicos. Posteriormente, se realizan estudios de imagen para corroborar la sospecha diagnóstica. Se realizan radiografías convencionales ante la sospecha de osteosarcoma. Posteriormente, se llevan a cabo estudios de imagen más especializados para evaluar el tamaño, la ubicación y la extensión del tumor. Estos estudios funcionan también para determinar si el tumor se ha diseminado (metástasis) a otras áreas del cuerpo y como valoración para planeamiento quirúrgico.

Los métodos de imágenes más especializados pueden incluir tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM), la cual es útil para valorar el compromiso de tejidos blandos. También, se puede utilizar la tomografía por emisión de positrones (PET) pues, aunque esta no corresponde a una herramienta de diagnóstico estándar para el osteosarcoma, es de utilidad para valorar diseminación de la enfermedad.

El diagnóstico de osteosarcoma se confirma mediante la extirpación quirúrgica (biopsia) y el estudio microscópico de una porción del tejido afectado. Una biopsia puede revelar cambios característicos en el tejido tumoral que son diagnósticos de osteosarcomas. Una célula maligna produce matriz osteoide, lo que generalmente conduce al diagnóstico de osteosarcoma.

Algunos pacientes pueden presentar niveles elevados de fosfatasa alcalina y lactato deshidrogenasa. Aunque estos pueden ser indicativos de osteosarcoma, existen otras condiciones que pueden elevar sus niveles; por lo tanto, estos análisis de sangre no son criterios útiles para diagnosticarlo.

## **Justificación y relevancia de la investigación**

El osteosarcoma es el segundo tumor maligno de hueso más frecuente en el paciente adulto después del mieloma múltiple. La incidencia estimada del osteosarcoma es de 3 casos por millón de población por año. La mayoría de los osteosarcomas primarios de alto grado aparecen en la segunda década de la vida, pero existe un segundo pico significativo de incidencia en la sexta y séptima décadas, donde la incidencia es de 1.5 casos por millón de población por año.

La edad del paciente en el momento del diagnóstico del osteosarcoma está incrementando (9), por lo que el aumento en la incidencia de esta neoplasia en el paciente adulto hace necesario reconocer sus características de forma oportuna, así como los principales métodos de imagen diagnósticos, y sus hallazgos, con el objetivo de poner a disposición de los médicos tratantes la información necesaria para orientar las decisiones que permitan el tratamiento oportuno.

Esta patología, tanto por sí misma, como asociada a su tratamiento y secuelas, produce una reducción significativa en la calidad de vida de los pacientes, física y funcionalmente, pero también en los aspectos psicológicos y sociales.

El presente documento consiste en varios apartados en los cuales se describen las principales características, manifestaciones clínicas, así como los principales métodos diagnósticos por imagen y sus hallazgos más relevantes, con el fin de orientar la toma de decisiones clínicas oportunas para el abordaje de dicha patología, ya que un diagnóstico temprano es relevante para un pronóstico de cada paciente que permita disminuir las posibles secuelas.

## **Descripción del problema**

El osteosarcoma es un tumor maligno primario del esqueleto que debe ser diagnosticado tempranamente para mejorar el pronóstico de la enfermedad. La edad del paciente, en el momento del diagnóstico del osteosarcoma, está incrementando. Asimismo, el aumento en la incidencia de esta neoplasia en el paciente adulto requiere de un diagnóstico oportuno y eficaz para orientar las decisiones sobre su tratamiento. El diagnóstico tardío constituye uno de los factores extrínsecos asociados a estadios más avanzados de la enfermedad y, por lo tanto, contribuye a un peor pronóstico.

Esta revisión bibliográfica facilitará a los médicos tratantes información para elegir el mejor método de imagen ante la sospecha del osteosarcoma y reconocer sus principales características para un abordaje acertado del paciente.

## **Pregunta de investigación**

Según la evidencia bibliográfica actual, ¿cuáles son los principales métodos de imagen y hallazgos para el diagnóstico de osteosarcoma en el paciente adulto?

## **Objetivos**

### **General**

Determinar los principales métodos de imagen y hallazgos para el diagnóstico de osteosarcoma en el paciente adulto, según la literatura vigente.

### **Específicos**

1. Describir las características clínicas del osteosarcoma de tipo central en el paciente adulto con base en la literatura vigente.
2. Describir los métodos de imagen más utilizados para el diagnóstico del osteosarcoma de tipo central en el paciente adulto con base en la literatura vigente.
3. Describir los hallazgos característicos por imagen para el diagnóstico del osteosarcoma de tipo central en el paciente adulto con base en la literatura vigente.

### **Limitaciones de la investigación**

Los osteosarcomas pueden clasificarse de acuerdo con su localización, la composición celular predominante (osteoblásticos, condroblásticos o fibroblásticos), la atipia y actividad mitótica. Sin embargo, al existir múltiples tipos de osteosarcoma, esta revisión bibliográfica se centrará únicamente en el tipo más frecuente, que corresponde al osteosarcoma central y no se abarcará el resto de tipos de osteosarcoma.

### **Viabilidad de la investigación**

Al ser el osteosarcoma el segundo tumor óseo maligno más frecuente en pacientes adultos, existen múltiples estudios y bibliografía vigente sobre esta patología, sus características, incidencia, cuadro clínico, y los hallazgos por imagen. Por lo tanto, es posible realizar una revisión bibliográfica amplia sobre dicho tema.

## Metodología

El proyecto consiste en una revisión bibliográfica basada en la recopilación de datos referentes al osteosarcoma desde diferentes perspectivas de la medicina, con la finalidad de identificar las principales modalidades de imagen utilizadas para su diagnóstico, así como sus respectivos hallazgos.

Como referencias bibliográficas, se utilizaron artículos científicos indexados en bases de datos como PubMed, UpToDate, Medline, Cochrane, escritos en idioma inglés y español. La revisión fue realizada durante el período de abril del 2022 hasta marzo del 2023, utilizando palabras claves como osteosarcoma en paciente adulto/ *osteosarcoma in adult patient*, tumores óseos/ *bone tumors*, estudios de imagen / *imaging studies*, hallazgos por imagen/ *imaging findings*, tomografía en osteosarcoma/ *tomography in osteosarcoma*, RMN en osteosarcoma / *NMR in osteosarcoma*. Se utilizó como criterio de inclusión los estudios de población adulta (mayor de 18 años), sin distinción de género, étnica o socioeconómica.

Una vez recopilada la información sobre los principales métodos de imagen diagnósticos existentes, se valoró tanto su utilidad como sus limitaciones. Adicionalmente, se describieron los principales hallazgos observados en cada modalidad de imagen y se sintetizaron los hallazgos más característicos observados para el diagnóstico de osteosarcoma en el paciente adulto.

## Marco teórico

El osteosarcoma es un tumor maligno del esqueleto caracterizado por la formación directa de hueso inmaduro o tejido osteoide por las células tumorales. Es el segundo tumor óseo maligno más común después del mieloma múltiple.

Existen numerosos tipos de osteosarcoma primario, incluyendo los tipos intramedular (alto grado, telangiectásico, bajo grado, células pequeñas, osteosarcomatosis) de superficie (intracortical, paraosteal, periosteal, de superficie de alto grado) y extraesquelético (10). De estos tipos, el osteosarcoma de alto grado intramedular, también denominado central u osteosarcoma convencional, (11-14) es el grupo más grande y representa aproximadamente el 90 % de todos los osteosarcomas (15, 16). Estos tumores surgen en la región intramedular y típicamente involucran la metáfisis de los huesos largos.

Según el componente celular predominante, los osteosarcomas convencionales se subclasifican como osteoblásticos (que representan del 76 % al 80 %), condroblásticos (del 10 % al 13 %) o fibroblásticos (10 %) (17, 18). A pesar de las diferencias histológicas, su comportamiento clínico y manejo son similares. La mayoría de los casos de osteosarcoma intramedular de alto grado se observan en pacientes durante la segunda y tercera décadas de la vida, pues estos diagnósticos suman el 75 % de los casos en pacientes de 15-25 años.

El osteosarcoma afecta típicamente a hombres blancos, con una relación hombre-mujer de 1.5-2:1 (19). Ha habido reportes aislados de una forma familiar de osteosarcoma, pero la gran mayoría de casos ocurren de forma esporádica (20).

El osteosarcoma de alto grado intramedular afecta con mayor frecuencia a los huesos largos (70-80 % de los casos), particularmente la rodilla (50-55 %). Específicamente, el fémur está involucrado en el 40-45% de los casos, la tibia en el 16-20 % y el húmero en el 10-15 %. El compromiso de la pelvis, peroné, facial y de la columna vertebral son inusuales. El cráneo, la clavícula, las costillas, la escápula, el antebrazo y los pequeños huesos de los pies y las manos rara vez se ven afectados (21).

La mayoría (90 %-95 %) de los osteosarcomas intramedulares de alto grado surgen en la metáfisis. La afectación primaria de la diáfisis se observa en el 2 %-11 % de

los casos, y estos pacientes pueden tener una duración mayor de los síntomas antes del diagnóstico (22-23). Aunque el osteosarcoma con afectación metafisaria a menudo se extiende a la epífisis (75 %-88 % de los casos con fisis abierta), la manifestación inicial dentro de la epífisis es muy rara (<1 %) (24,25).

### **Manifestaciones clínicas:**

Los pacientes generalmente presentan síntomas inespecíficos que comúnmente incluyen dolor, inflamación y/o una masa de tejido blando en crecimiento (26). La mayoría de los pacientes con osteosarcoma presentan dolor localizado en el sitio del tumor primario, típicamente de varias semanas de evolución. Este dolor a menudo comienza después de una lesión y puede aumentar o disminuir con el tiempo. Los pacientes suelen tener historia de trauma que los hace consultar. El dolor también puede estar relacionado con una fractura patológica que puede estar presente desde un 12 % hasta 20 % de los pacientes con osteosarcoma al momento del diagnóstico o durante la terapia (27). Por su parte, los síntomas sistémicos como fiebre, pérdida de peso y malestar generalmente están ausentes.

### **Examen físico:**

El hallazgo más notable en el examen físico es una masa de tejido blando que con frecuencia es grande y dolorosa a la palpación. Los pacientes pueden presentar una disminución del rango de movimiento de la extremidad afectada o dificultad para caminar si el tumor afecta una de las extremidades inferiores. Asimismo, pueden presentar adenopatías en algunas ocasiones.

### **Evaluación diagnóstica:**

En los pacientes con osteosarcoma, las imágenes juegan un papel fundamental, ya que se utilizan distintas modalidades de imagen, tanto para el diagnóstico, como para la planificación quirúrgica y el control y seguimiento en esos pacientes. En última instancia, las imágenes son fundamentales para la supervivencia de los pacientes debido a que el

diagnóstico se basa en una combinación de características histopatológicas y de imagen (28). Este hecho ofrece al radiólogo la oportunidad de influir positivamente en la atención del paciente.

Los estudios de imagen proveen información anatómica y funcional complementaria que puede incidir directamente en la selección del tratamiento y el abordaje quirúrgico. Una mejor comprensión de las características de imagen clínicamente relevantes puede influir positivamente en la atención del paciente. Como en todos los tumores de hueso, el diagnóstico diferencial se evalúa mejor con radiografías, mientras que la estadificación se realiza con tomografía computarizada (TC) o resonancia magnética (RM). Por tanto, entender y reconocer las características de imagen del osteosarcoma permite mejorar el diagnóstico de dicho tumor, lo que es vital para un óptimo manejo clínico del mismo.

Adicionalmente la evaluación de laboratorio con fosfatasa alcalina (FA) (29) y lactato deshidrogenasa (LDH) (30) puede obtenerse como parte de la evaluación diagnóstica inicial. Si bien estos laboratorios pueden presentar resultados con niveles elevados en aproximadamente la mitad de los pacientes con sospecha de osteosarcoma, no se utilizan de forma rutinaria para guiar el tratamiento (31). En consecuencia, las imágenes son fundamentales para el diagnóstico de los tumores óseos incluyendo el osteosarcoma.

### **Radiografía convencional:**

Como en casi todos los casos de tumores de hueso, la evaluación inicial empieza con la radiografía convencional, que es la primera prueba diagnóstica en pacientes con sospecha de osteosarcoma. Es importante obtener radiografías de todo el hueso afectado para una valoración más completa.

El osteosarcoma convencional es el subtipo más común de osteosarcoma y se identifica fácilmente en la radiografía como una masa intramedular. Se trata de lesiones agresivas que duplican rápidamente su tamaño y a menudo son grandes al momento del diagnóstico.

En la valoración radiográfica, la mayoría (aproximadamente 90%) de los osteosarcomas muestran una opacidad algodonosa en forma de nube dentro de la lesión, característica de la producción de matriz osteoide (Figura 1). Dicho patrón de mineralización en forma de nube refleja la formación tumoral de hueso nuevo.

El hueso afectado se caracteriza por una mezcla de áreas radiodensas y radiolúcidas; sin embargo, ocasionalmente la lesión puede ser completamente blástica o sólida (tipo fibroblástico), pero un patrón mixto de esclerosis y áreas radiolúcidas es más frecuente.

Los osteosarcomas de alto grado tienden a comprometer la corteza sin expandir el contorno óseo, una característica que refleja su comportamiento agresivo. Son comunes una amplia zona de transición y la formación de hueso perióstico nuevo (reacción perióstica agresiva). Las reacciones periósticas agresivas incluyen rayos de sol, pelos de punta y triángulo de Codman (Figura 2).

Otros rasgos característicos en la radiografía simple del osteosarcoma convencional incluyen destrucción del patrón óseo trabecular normal, márgenes indistintos y ausencia de respuesta ósea endóstica. Adicionalmente, el aumento de la densidad de los tejidos blandos debido a una masa subyacente puede ser sutil, pero es posible observarlo hasta en un 80% a 90% de los pacientes. La masa de tejido blando asociada está osificada de forma variable y puede tener un patrón radial o de “rayos de sol”.

El patrón de crecimiento (patrón de mineralización en forma de nube) asociado a reacción perióstica agresiva (triángulo de Codman, laminado, pelo de punta y sol naciente) y la presencia de masa de tejido blando en 80-90% de los casos, le confieren a la mayoría de los osteosarcomas una apariencia radiográfica que posee poco dilema en el diagnóstico.

Otras técnicas de imagen adicionales como TC, RM o cintigrafía de hueso típicamente no se requieren para el diagnóstico de osteosarcoma; sin embargo, estas técnicas de imagen son vitales para el estadiaje y manejo preoperatorio del osteosarcoma (32-35) y son utilizadas en algunos casos en los que únicamente la radiografía convencional no es concluyente.

**Tomografía computarizada:**

El papel de la radiografía convencional en la detección y diagnóstico del osteosarcoma es bien reconocido. Por su parte, la tomografía computarizada (TC) puede ayudar a evaluar estos tumores al demostrar más claramente aspectos de la extensión y el carácter del compromiso óseo y de tejidos blandos (36-42). La radiografía de rutina no siempre permite diferenciar la afectación cortical de la medula debido a la superposición del diámetro del hueso de una corteza a otra (43).

En este sentido, la TC ofrece una imagen única del osteosarcoma y otros tumores óseos debido a la visualización transversal, ya que permite discernir fácilmente la ubicación de la afectación ósea (ya sea cortical, medular o ambas) al mostrar el sitio exacto y el grado de destrucción ósea macroscópica. Asimismo, permite evidenciar las características agresivas de osteosarcoma de alto grado intramedular, el componente intraóseo, y la afectación de tejidos blandos (44-46).

Adicionalmente, con la TC es posible la detección de metástasis proximales a la lesión en huesos largos o en tejidos blandos adyacentes (47). Además, es posible realizar TC de tórax de forma rutinaria en el momento del diagnóstico y justo antes de la cirugía para identificar metástasis pulmonares.

La principal ventaja de la TC es la habilidad para mostrar pequeñas áreas de matriz mineralizada que podrían no ser detectadas en RM principalmente en lesiones líticas. La producción de matriz osteoide se aprecia fácilmente en el componente intraóseo y en el de tejidos blandos, ya que son áreas de muy alta atenuación.

Las porciones no mineralizadas del tumor tienen atenuación de tejidos blandos y replazan la atenuación normal de la medula ósea. El componente condroblástico puede tener atenuación baja, lo que refleja su alto contenido de agua. Son frecuentes las áreas de necrosis central o hemorragia que tienen baja atenuación.

Debido a su mejor visualización de los tejidos blandos, la TC permite determinar con mayor precisión la afectación de estos en comparación con la radiografía convencional. Dicha evaluación se ve favorecida por distintos planos de grasa y por comparación con la extremidad opuesta (Figura 3). Sin embargo, cuando no se puede ver la grasa entre los músculos, es posible que no se puedan evaluar fácilmente los mismos.

Los márgenes tumorales de partes blandas son difíciles de determinar cuando no hay suficiente grasa entre los músculos, a lo largo de los planos fasciales y, además, cuando el tejido tumoral tiene la misma densidad que el tejido normal.

La mayoría de los tumores aumentaron mínimamente la densidad después de la administración del contraste. Sin embargo, el uso de contraste para identificar los vasos principales próximos al tumor puede ser más útil de forma rutinaria al planificar la cirugía que emplearlo solamente para mostrar el realce del tumor.

Por tanto, la TC es complementaria a la radiografía convencional y al examen patológico. La visualización de la sección transversal de la TC y sus imágenes contrastadas de los tejidos blandos han proporcionado información útil en la planificación quirúrgica de estos osteosarcomas.

### **Resonancia Magnética:**

La resonancia magnética se ha convertido en la modalidad de imagen transversal de elección para el estadiaje y evaluación preoperatoria debido a su superior resolución y capacidad multiplanar. Las imágenes multiplanares permiten la evaluación de información vital, como por ejemplo las marcas anatómicas, para valorar la extensión del tumor en la médula, la invasión de la epífisis (Figura 4), el compromiso de las articulaciones o estructuras neurovasculares y la identificación de áreas viables del tumor y matriz mineralizada para mejorar la precisión de la biopsia.

En pacientes con alta sospecha clínica de enfermedad, se debe obtener una RM si las radiografías simples no son reveladoras o tienen anomalías sutiles. En los pacientes que presentan hallazgos característicos de osteosarcoma en la radiografía convencional, la RM también está indicada para la biopsia y la planificación quirúrgica. La resonancia magnética debe evaluar toda la longitud del hueso largo afectado como parte de la evaluación diagnóstica inicial de sospecha de osteosarcoma.

Los tumores se ven primariamente como áreas de intensidad de señal intermedia en imágenes ponderadas en T1 y como áreas de intensidad de señal alta remplazando la medula ósea en imágenes ponderadas en T2. Son frecuentes las áreas de señal de

intensidad baja en imágenes de RM ponderadas en T1 y T2 y representan matriz mineralizada. También son comunes los focos de hemorragia o hemorragia central (los cuales tienen señal de alta intensidad en todas las secuencias de pulso de RM) y necrosis (que tiene intensidad de señal baja en imágenes ponderadas en T1 e intensidad de señal alta en imágenes ponderadas en T2) tanto en la componente intraósea, como en el componente de tejido blando. La resonancia magnética con contraste identificará áreas en el tumor que son tanto hipervasculares como necróticas, lo que puede ayudar posteriormente con las intervenciones quirúrgicas.

En la mayoría de los casos, se prefiere la RM a la tomografía computarizada (TC) para la evaluación inicial ante la sospecha de osteosarcoma, debido a la definición superior de extensión en los tejidos blandos (48-49). Asimismo, la planificación preoperatoria tradicionalmente se ha basado en la RM por su alta resolución espacial, ya que requiere una delineación precisa del tumor para identificar márgenes tumorales (medulares y extraóseos), lesiones metastásicas salteadas (Figura 5), afectación neurovascular e invasión articular. Estos hallazgos dirigen el abordaje quirúrgico y afectan las opciones de reconstrucción. Como en otras neoplasias musculoesqueléticas, una evaluación precisa de la extensión intra y extraósea del osteosarcoma es crítica para dirigir los procedimientos para salvamiento de la extremidad.

El diagnóstico definitivo de osteosarcoma se realiza mediante una biopsia y una evaluación patológica del tumor. Si bien se puede suponer el diagnóstico correcto en hasta dos tercios de los pacientes según la presentación clínica y las imágenes (50), ninguno de estos hallazgos es patognomónico y aún se requiere una biopsia para confirmarlo. El osteosarcoma representa aproximadamente el 15% de todos los tumores primarios de hueso confirmados por biopsia.

Cuando se confirma el diagnóstico de un osteosarcoma, los pacientes a menudo se remiten a un especialista, ortopedista y/u oncólogo, quien inicia un estudio integral para el posterior tratamiento individualizado y óptimo, el cual requiere un enfoque de equipo multidisciplinario.

**Figuras:**

Figura 1. Radiografía AP que muestra un proceso mixto osteolítico con la presencia de matriz osteoide con patrón en nube.



Figura 2. Reacción perióstica agresiva de osteosarcoma de tercio medio del fémur. Radiografías AP (A) y lateral en "patas de rana"(B) del fémur derecho que muestra patrón predominantemente osteoblástico intramedular (\*) con una amplia zona de transición pobremente definida y reacciones periósticas agresivas (Sol naciente -flechas en A- y triángulo de Codman - flecha en B).

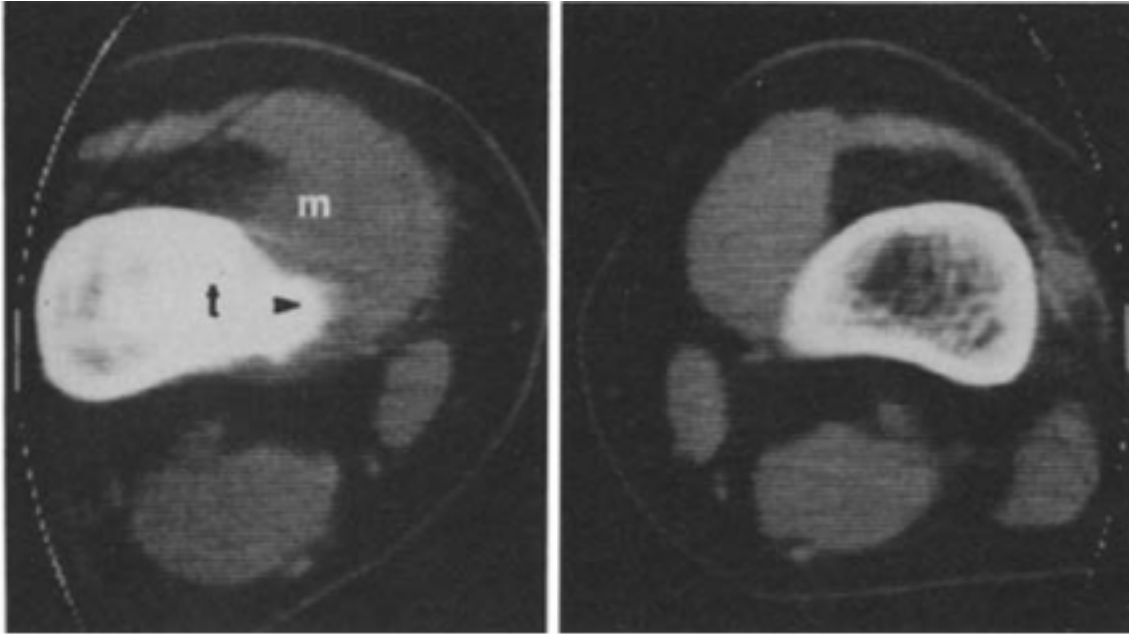


Figura 3. TC muestra aumento del tejido blando y masa muscular (m) adyacente al tumor esclerótico (t) el cual oblitera parcialmente la porción medial de la cavidad medular. La reacción perióstica del tumor es prominente a lo largo de la corteza medial (cabeza de flecha).

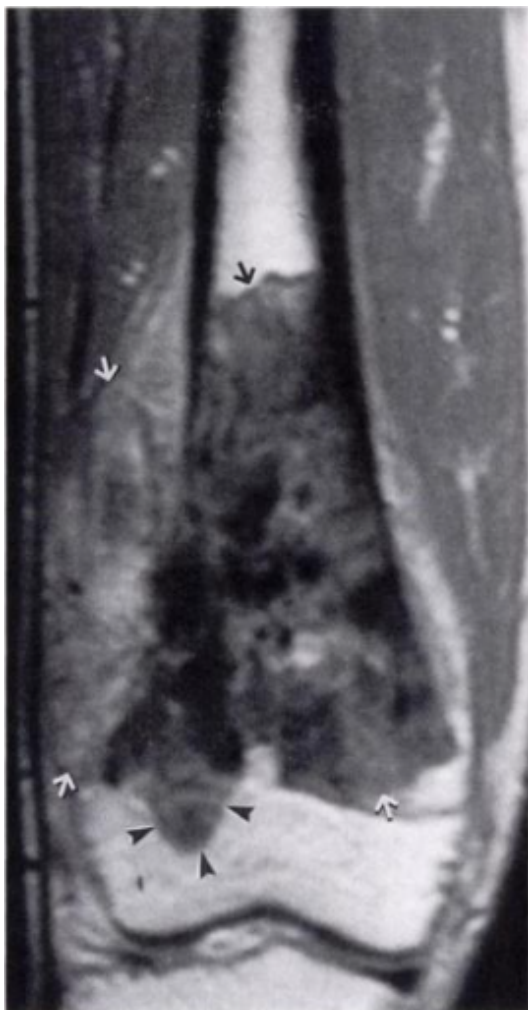


Figura 4. Imagen de RM potenciada en T1, corte coronal, obtenida después de la administración intravenosa de material de contraste, rebela la extensión del realce de la medula ósea, además del compromiso de tejidos blandos (flechas) y la diseminación trans epifisiaria (cabeza de flechas).

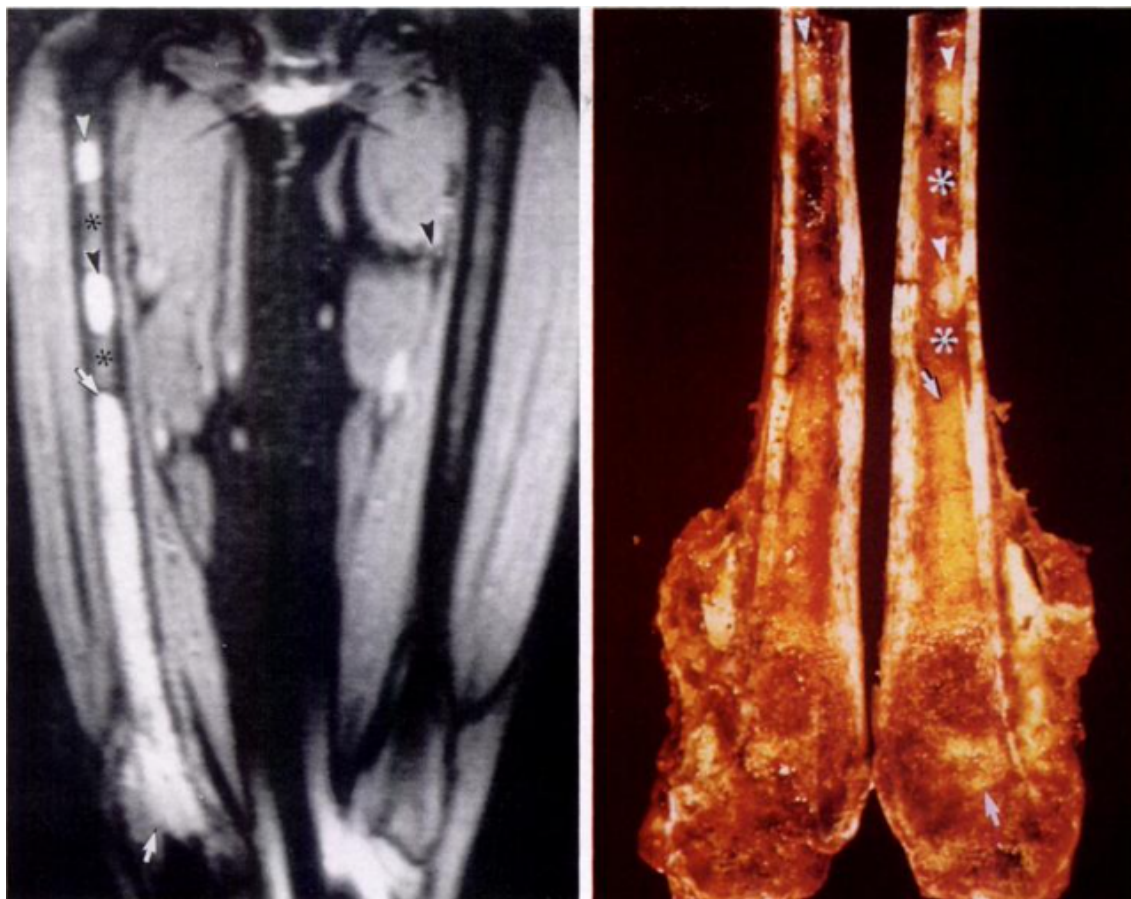


Figura 5. Metástasis salteadas en una paciente femenina con un osteosarcoma intramedular de alto grado en el fémur distal. RM imagen coronal (A) y fotografía de un pieza de patología (B) que muestra un foco extenso primario del tumor (flechas) y dos o más lesiones salteadas proximales (cabeza de flechas) separadas de la región primaria del osteosarcoma por medula normal (\*). Todos los focos del tumor muestran intensidad de señal alta en las imágenes de RM.

## Referencias bibliográficas

1. Picci P. Osteosarcoma (osteogenic sarcoma). *Orphanet J Rare Dis* [Internet]. 2007 [citado el 14 de julio de 2022];2(1):6. Disponible en: <https://ojrd.biomedcentral.com/articles/10.1186/1750-1172-2-6>.
2. Fox MG, Trotta BM. Osteosarcoma: review of the various types with emphasis on recent advancements in imaging. *Semin Musculoskelet Radiol* [Internet]. 2013 [citado el 14 de julio de 2022]; 17(2):123–36. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23673544/>.
3. Whelan JS, Davis LE. Osteosarcoma, chondrosarcoma, and chordoma. *J Clin Oncol* [Internet]. 2018 [citado el 15 de julio de 2022];36(2):188–93. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29220289/>.
4. Ottaviani G, Jaffe N. The epidemiology of osteosarcoma. *Cancer Treat Res* [Internet]. 2009 [citado el 15 de julio de 2022]; 152:3–13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20213383/>
5. Grimer RJ, Cannon SR, Taminiau AM, Bielack S, Kempf-Bielack B, Windhager R, et al. Osteosarcoma over the age of forty. *Eur J Cancer* [Internet]. 2003 [citado el 14 de julio de 2022]; 39(2):157–63. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12509946/>.
6. Lumpkins C. Osteosarcoma - NORD (National Organization for Rare Disorders) [Internet]. NORD (National Organization for Rare Disorders). NORD - National Organization for Rare Disorders; 2018 [citado el 15 de julio de 2022]. Disponible en: <https://rarediseases.org/rare-diseases/osteosarcoma/>.
7. Shreyaskumar RP, Benjamin, RS. Capítulo 98: Sarcomas de los tejidos blandos y el hueso. En: Longo DL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Jameson JL, Loscalzo J, editores. *Harrison Principios de Medicina Interna*. 20ª ed. McGraw-Hill; 2019.
8. Schajowicz F, Sissons HA, Sobin LH. The World Health Organization's histologic classification of bone tumors. A commentary on the second edition. *Cancer* [Internet]. 1995 [citado el 14 de julio de 2022]; 75(5):1208–14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7850721/>.
9. Almenara Fernández M. *El osteosarcoma en el paciente mayor de 40 años. Factores pronósticos y supervivencia* [tesis]. Universitat Autònoma de Barcelona; 2019.

10. Wang LL, Gebhardt MC, Rainusso N. *Osteosarcoma: Epidemiology, pathology, clinical presentation, and diagnosis* [Internet]. *UpToDate*; 2022 [citado 23 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/>
11. Mirra JM. Osseous tumors of intramedullary origin. In: Mirra J, ed. *Bone tumors: clinical, radiologic, and pathologic correlations*. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger 1989; p. 248-438.
12. Resnick D, Kvriakos M, Greenway GD. Tumor like diseases of bone: imaging and pathology of specific lesions. En: Resnick D, ed. *Diagnosis of bone and joint disorders*, 3ª ed. Filadelfia, PA: Saunders, 1995; p. 3662-3697.
13. Huvos AG. Osteogenic sarcoma. In: *Bone tumors: diagnosis, treatment, and prognosis*. Philadelphia, PA: Saunders, 1991; 85-156.
14. Dahlin DC, Coventy MB. Osteogenic sarcoma: a study of six hundred cases. *J Bone Joint Surg [Am]* 1967; 49:101-110.
15. Inwards CY, Unni KK. Classification and grading of bone sarcomas. *Hematol Oncol Clin North Am*. 1995; 9(5):545.
16. Soft tissue and bone tumours. En: *WHO Classification of Tumours*, 5th ed, WHO Classification of Tumours Editorial Board (Ed), IARC Press, 2020. p. 374-462.
17. Papagelopoulos PJ, Galanis EC, Vlastou C, et al. Current concepts in the evaluation and treatment of osteosarcoma. *Orthopedics*. 2000; 23(8):858.
18. WHO Classification of Tumours Editorial Board. Soft tissue and bone tumours. En: *WHO Classification of Tumours*, 5ª ed. Volumen 3. Lyon: IARC Press; 2020. p. 327-349.
19. Praemer A, Furner S, Ricc DP. *Neoplasms of bone and connective tissue in musculoskeletal conditions in the United States*. Park Ridge, III: American Academy of Orthopedic Surgeons, 1992:55-64.
20. Miller CW, McLaughlin RE. Osteosarcoma in siblings: report of two cases. *J Bonejoint Surg [Am]* 1977; 59:261-263.
21. Murphey MD, Robbin MR, McRae GA, Flemming DJ, Temple HT, Kransdorf MJ. The many faces of osteosarcoma. *Radiographics* [Internet]. 1997;17(5):1205–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1148/radiographics.17.5.9308111>.
22. Sim FH, Frassica FJ, Unni KK. Osteosarcoma of the diaphysis of long bones: clinicopathologic features and treatment of 51 cases. *Orthopedics*. 1995; 18:19-23.
23. Swaney JJ. Familial osteogenic sarcoma. *Clin Orthop*. 1973:97:64-68.
24. Norton KI, Hermann G, Abdelwahab IF, Klein MJ, Granowetter LF, Rabinowitz JG. Epiphyseal involvement in osteosarcoma. *Radiology*. 1991;180(3):813-816. doi: 10.1148/radiology.180.3.1871305.
25. Panuel M, Gentret JC, Schneider C, et al. Physeal and epiphyseal extent of primary malignant bone tumors in childhood: correlation of preoperative MRI and the pathological examination. *Pediatr Radiol*. 1993;23(6):421-424.
26. Nguyen JC, Baghdadi S, Pogoriler J, Guariento A, Rajapakse CS, Arkader A. Pediatric osteosarcoma: Correlation of imaging findings with histopathologic features, treatment, and outcome. *Radiographics* [Internet]. 2022;42(4):1196–213. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1148/rg.210171>.
27. Smeland S, Bielack SS, Whelan J, et al. Survival and prognosis with osteosarcoma: outcomes in more than 2000 patients in the EURAMOS-1 (European and American Osteosarcoma Study) cohort. *Eur J Cancer*. 2019; 109:36.

28. Yarmish G, Klein MJ, Landa J, Lefkowitz RA, Hwang S. Imaging characteristics of primary osteosarcoma: nonconventional subtypes. *Radiographics* [Internet]. 2010;30(6):1653–72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1148/rg.306105524>.
29. Bacci G, Longhi A, Versari M, et al. Prognostic factors for osteosarcoma of the extremity treated with neoadjuvant chemotherapy: 15-year experience in 789 patients treated at a single institution. *Cancer*. 2006; 106:1154.
30. Hao H, Chen L, Huang D, et al. Meta-analysis of alkaline phosphatase and prognosis for osteosarcoma. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2017;26.
31. Fu Y, Lan T, Cai H, et al. Meta-analysis of serum lactate dehydrogenase and prognosis for osteosarcoma. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97:e0741.
32. O’Flanagan SJ, StackJP, McGee HM, Dervan P, Hurson B. Imaging of intramedullary tumor spread in osteosarcoma: a comparison of techniques. *J Bone Joint Surg [Br]*. 1991;73(6):998-1001. doi: 10.1302/0301-620X.73B6.1949232
33. Redmond OM, Stack JP, Dervan PA, et al. Osteosarcoma: use of MR imaging and MR spectroscopy in clinical decision making. *Radiology* 1989; 172: 811-815.
34. Schima W, Amann G, Stiglbaur G, et al. Preoperative staging of osteosarcoma: efficacy of MR imaging in detecting joint involvement. *AJR*. 1994;163:1171-1175.
35. Seeger LL, Eckardt JJ, Bassett LW. Cross-sectional imaging in the evaluation of osteogenic sarcoma: MRI and CT. *Semin Roentgenol*. 1989;24:174-184.
36. Weinberger G, Levinsohn EM: Computed tomography in the
37. evaluation of sarcomatous tumors of the thigh. *Am J Roentgenol*. 1978 Jan;130(1):115-118.
38. DeSantos LA, Goldstein HM, Murray JA, et al. Computed tomography in the evaluation of musculoskeletal neoplasms. *Radiology*. 1978 Jul; 128(1):89-94.
39. Wilson JS, Korobkin M, Genant HK, et al. Computed tomography of musculoskeletal disorders. *Am J Roentgenol*. 1978 Jul;131(1):55-61.
40. McLeod RA, Stephens DH, Beabout JW, et al. Computed tomography of the skeletal system. *Semin Roentgenol*. 1978 Jul;13(3):235-247.
41. Schumacher TM, Genant HK, Korobkin M, et al. Computed tomography. Its use in space-occupying lesions of the musculoskeletal system. *J Bone Joint Surg* 1968 Jul. 60(5):600-607.
42. De Santos LA, Murray JA: Evaluation of giant cell tumor by computerized tomography. *Skeletal Radiol*. 1978;2(4):205-212.
43. Destouet JM, Gilula LA, Murphy WA. Computed tomography of long-bone osteosarcoma. *Radiology* [Internet]. 1979;131(2):439–45. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1148/131.2.439>.
44. Destouet JM, Gilula LA, Murphy WA. Computed tomography of long-bone osteosarcoma. *Radiology*. 1979;131(2):439-445.
45. Schreiman JS, Crass JR, Wick MR, Maile CW, Thompson RC: Jr. Osteosarcoma: role of CT in limb-sparing treatment. *Radiology*. 1986; 161(2): 485-488.
46. Rosenberg ZS, Lev S, Schmahmann S, Steiner GC, Beltran J, Present D. Osteosarcoma: subtle, rare, and misleading plain film features. *AJR*. 1995; 165:1209-1214.
47. Kumar AP, Wrenn EL Jr, Fleming ID, et al. Transmedullary amputation and resection of metastases in combined therapy of osteosarcoma. *J Pediatr Surg*. 1977 Jun; 12(3):427-435.
48. Sajadi KR, Heck RK, Neel MD, et al. The incidence and prognosis of osteosarcoma skip metastases. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(426):92-96.

49. Panicek DM, Gatsonis C, Rosenthal DI, et al. CT and MR imaging in the local staging of primary malignant musculoskeletal neoplasms: Report of the Radiology Diagnostic Oncology Group. *Radiology*. 1997; 202(2):237.
50. Kesselring FO, Penn W. Radiological aspects of 'classic' primary osteosarcoma: value of some radiological investigations: A review. *Diagn Imaging*. 1982; 51:78.