

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
POSGRADO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS**



**INFORME FINAL DE LA TESIS DE GRADUACIÓN
“CONCORDANCIA ENTRE LA RADIOGRAFÍA SIMPLE E
HISTOPATOLOGÍA Y/O SEGUIMIENTO CLÍNICO EN EL DIAGNÓSTICO DE
OSTEOSARCOMA EN PACIENTES DEL HOSPITAL NACIONAL ROSALES,
DE ENERO 2023 A JUNIO 2025”.**

Presentado Por:
Dra. Fabiola Rebeca Baidés Fuentes
Dra. Wendy Elizabeth Nieto Velásquez

Para Optar al Título de:
ESPECIALISTA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES

Asesor de tesis:
Dr. Manuel Ortiz Mercado.

Ciudad Universitaria “Dr. Fabio Castillo Figueroa”, El Salvador, marzo, 2026.

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD

RECTOR

M. Sc. Juan Rosa Quintanilla

VICERRECTORA ACADÉMICA

Dra. Evelyn Beatriz Farfán

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

M.Sc. Roger Arias

SECRETARIO GENERAL

Lic. Pedro Rosalío Escobar Castaneda

AUTORIDADES DE LA FACULTAD

DECANO

Dr. Saúl Díaz Peña

VICEDECANO

Dr. C. Franklin Arnulfo Méndez Durán

SECRETARIO

Dr. C. Roberto Carlos Hernández Marroquín

Director DE ESCUELA DE MEDICINA

Dr. Giovanni Alexander Polanco García

DIRECTORA DE ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

M. SC. Mónica Raquel Ventura de Ramos

DIRECTOR DE ESCUELA DE POSTGRADO

Dr. Edwar Alexander Herrera Rodríguez

COORDINADORA DE LOS PROGRAMAS DE MAESTRÍAS

Dra. Blanca Aracely Martínez

COORDINADORA DE ESPECIALIDADES MÉDICAS

Dra. Claudia Margarita de Blanco

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
TUMORES ÓSEOS MALIGNOS.....	6
<i>Definición.....</i>	6
<i>Clasificación.....</i>	6
OSTEOSARCOMA.....	7
<i>Diagnóstico.....</i>	7
HISTOPATOLOGÍA DEL OSTEOSARCOMA.....	16
<i>Inmunohistoquímica.....</i>	17
CAPACIDAD DE LA RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL PARA DETECTAR MALIGNIDAD EN TUMORES ÓSEOS Y ESPECÍFICAMENTE EN EL OSTEOSARCOMA.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
TIPO DE DISEÑO.....	21
POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	21
MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	22
VARIABLES.....	22
ENTRADA Y GESTIÓN INFORMÁTICA DE LOS DATOS.....	25
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	26
RESULTADOS.....	27
DISCUSIÓN.....	35
REFERENCIAS.....	36

RESUMEN

El osteosarcoma es el tumor maligno primario más común que no se origina de la médula ósea (exceptuando al mieloma y al linfoma), se caracteriza por la producción de matriz osteoide o hueso inmaduro. Representa menos del 1% de todos los cánceres y constituye aproximadamente el 20% de todos los tumores óseos primarios. Su diagnóstico requiere la correlación entre los hallazgos clínicos, radiológicos e histopatológicos. En el contexto de los hospitales que poseen los recursos limitados, la radiografía simple continúa siendo la herramienta inicial más accesible para la evaluación de las lesiones óseas sospechosas de malignidad.

Objetivo. Evaluar la concordancia entre los hallazgos radiográficos y el diagnóstico histopatológico o seguimiento radiológico o clínico en el diagnóstico de osteosarcoma en pacientes atendidos en el Hospital Nacional Rosales, durante el período comprendido entre enero de 2023 y junio de 2025

Diseño y Métodos. Se realizó un estudio descriptivo de tipo transversal de concordancia. La población incluyó a todos los pacientes que tenían radiografías por sospecha de osteosarcoma y confirmado el diagnóstico o no de osteosarcoma atendidos entre enero de 2023 y junio de 2025. Se empleó un tipo de muestreo no probabilístico de casos consecutivos, analizando las radiografías simples y los informes histopatológicos disponibles en los registros institucionales o de los seguimientos ya sean radiológicos o clínicos. Las variables que se tomaron en cuenta fueron aquellas que denotaban agresividad y malignidad como: la reacción perióstica, la zona de transición, el patrón de destrucción de la cortical ósea y la presencia de componente de tejidos blandos. El grado de concordancia entre los hallazgos radiológicos y el diagnóstico histopatológico se calculó mediante el índice de Kappa de Cohen.

Palabras clave: Osteosarcoma; Radiografía; Histopatología; Diagnóstico; Reproducibilidad de Resultados.

INTRODUCCIÓN

Tumores óseos malignos

Definición.

Un tumor óseo maligno primario se define como “un crecimiento de células malignas que se originan en el hueso”. (1)

Los tumores primarios de hueso son neoplasias raras que se presentan en <0.2% de todos los cánceres y son altamente heterogéneos (2).

Clasificación

La clasificación histológica 2020 de Organización Mundial de la Salud (OMS) para tumores óseos, los clasifica inicialmente en benignos, intermedios y malignos. Los malignos, los divide según la célula de origen, ver tabla 1. Los más frecuentes son el osteosarcoma y sus diferentes subtipos, sarcoma de Ewing, Condrosarcoma y Linfoma óseo. (1-4)

Tabla 1. Clasificación histológica OMS de los tumores malignos de hueso

Tipo	Subtipo	ICD-O
Tumores condrogénicos	Condrosarcoma grado 1	9222/3
	Condrosarcoma grado 2	
	Condrosarcoma grado 3	
	Condrosarcoma periosteal	9221/3
	Condrosarcoma de células claras	
	Condrosarcoma mesenquimal	
	Condrosarcoma desdiferenciado	
Tumores osteogénicos	Osteosarcoma central de bajo grado	
	Osteosarcoma NOS Osteosarcoma convencional Osteosarcoma telangiectático Osteosarcoma de células pequeñas	
	Osteosarcoma paraosteal	
	Osteosarcoma periosteal	
	Osteosarcoma de alto grado superficial	
	Osteosarcoma secundario	
	Tumor fibrogénico	Fibrosarcoma NOS
Tumores vasculares	Hemangioendotelioma epiteloide NOS	
	Angiosarcoma	

Tumor osteoclástico rico en células gigantes	Tumor óseo de células gigantes	
Tumores notocordales	Cordoma NOS	
	Cordoma condroide	
	Cordoma pobremente diferenciado	
Otros tumores mesenquimatosos del hueso	Cordoma dediferenciado	
	Adamantinoma de huesos largos	
	Adamantinoma desdiferenciado	
Neoplasias hematopoyéticas del hueso	Leiomiomasarcoma NOS	
	Sarcoma pleiomorfo, indiferenciado	
	Metástasis a hueso	
Sarcoma indiferenciado de células redondas y pequeñas del hueso y de tejidos blandos	Aquí están todos los linfomas	
Sarcoma indiferenciado de células redondas y pequeñas del hueso y de tejidos blandos	Sarcoma de Ewing	
	Sarcoma de células redondas con EWSR1 con fusiones no ETS	
	Sarcoma CEIC recompuesto	
	Sarcoma con alteraciones genéticas BCOR	

OSTEOSARCOMA

Se define osteosarcoma como “el tumor óseo maligno primario mesenquimal donde las células tumorales se forman directamente del osteoide o del hueso o de ambos” (5). Es el tumor maligno primario más común que no se origina de la médula ósea (exceptuando al mieloma y al linfoma), se caracteriza por la producción de matriz osteoide o hueso inmaduro, (3-6) y es uno de los tumores más comunes inducido por radiación y está asociado al retinoblastoma (2).

Aunque es una enfermedad rara, junto con la Enfermedad de Ewing constituyen aproximadamente el 36% de todos los tumores óseos primarios (2, 6)

La tasa de incidencia es de aproximadamente 4 a 5 casos por millón de personas al año (6).

En la valoración del osteosarcoma, se debe considerar su agresividad y mal pronóstico, por lo que el diagnóstico temprano, su clasificación, evaluación de diseminación y en

pediatría se investiga si la tipificación molecular son fundamentales para decidir el manejo terapéutico, lo que impacta en la supervivencia del paciente (6,7).

La clasificación histológica más amplia, que incluye la actualizada de la OMS permite distribuirlos en tres grupos, intramedular, superficial y extraesquelético, como podemos ver en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación histológica ampliada de la OMS

Localización en el hueso	Grado	Subtipo	Frecuencia	Huesos comprometidos
Intramedular	Alto grado	Forma convencional o clásica (telangiectásico y células pequeñas)	80%	Metáfisis del fémur distal o de la tibia proximal
	Bajo grado		2%	
Superficial o yuxtacorticales	Bajo grado	Parosteal Osteosarcoma central	5%	Fémur distal posterior
	Grado intermedio	Periosteal (condroblástico)		Fémur Tibia
	Alto grado		10% de todos los superficiales	
Extraesquelético				

Actualmente, se han desarrollado muchos agentes de quimioterapia que permiten ofrecer a los pacientes regímenes multiagente, tanto en neoadyuvancia como adyuvancia, y esto

ha permitido que entre el 60 al 70% de pacientes con diagnóstico de osteosarcoma sin metástasis puedan ser curados y el 90% con su miembro sin amputar. (2)

La sobrevida a 5 años entre todos los tumores primarios de hueso es del 68%.

Diagnóstico

Aunque el diagnóstico definitivo de malignidad debe ser histopatológico, el Colegio Americano de Radiología (American College of Radiology) ha establecido que, en la evaluación inicial de una lesión ósea, la radiografía deberá encontrarse en la primera línea de valoración por imagen (1).

En la radiografía, lo que se observa es destrucción cortical y formación de hueso reactivo irregular.

El resto de los estudios de imágenes, como la tomografía computarizada, la gammagrafía ósea, la resonancia magnética nuclear y la PET, son necesarios en la preparación del paciente:

- TC, permite identificar si hay otras lesiones existentes concomitantes.
- RMN, permite planificar la cirugía, ya que da con mayor exactitud el compromiso óseo, así como el de los tejidos blandos circundantes.

La radiografía convencional se considera la piedra angular del diagnóstico presuntivo de las lesiones tumorales y pseudotumorales del esqueleto (1,7).

Radiografía

Al evaluar una radiografía con sospecha de una lesión maligna en hueso, uno de los parámetros clínicos iniciales a considerar es la edad del paciente, ya que la mayoría de los tumores óseos primarios se observan en pacientes menores de 30 años (1-7) El osteosarcoma se considera tradicionalmente un tumor con una incidencia bimodal, presentando dos picos principales de aparición: el primero se observa en adolescentes y adultos jóvenes), predominantemente a pacientes menores de 20 años, con un pico principal en la adolescencia temprana o media. (5) El segundo pico se observa en pacientes que se encuentran en la sexta y séptima décadas de la vida o en adultos mayores de 60 años, este suele estar asociado a un osteosarcoma secundario que surge

por la degeneración maligna de afecciones preexistentes como la enfermedad de Paget.
(6)

Parámetros radiológicos.

Para realizar una detección adecuada de los tumores óseos por medio de la radiografía se debe evaluar cada lesión de forma organizada, tomando en cuenta ubicación en el cuerpo, ubicación dentro de un hueso, zona de transición, matriz, morfología incluyendo eje de la lesión, reacción perióstica, tamaño y número de lesiones, afectación cortical y componente extraóseo o de tejidos blandos.

Típicamente, el osteosarcoma surge en regiones de rápido crecimiento óseo, en la mayoría de los casos afecta la metáfisis de los huesos largos en un 70-80%, principalmente en los miembros inferiores. El área más comúnmente afectada es alrededor de la articulación de la rodilla (fémur distal y tibia proximal), que representa aproximadamente el 50% al 65% de todos los sitios y en tercer lugar el húmero proximal en un 10-15% de los casos (8-11).

El tamaño de la lesión es importante, ya que ayuda en la caracterización de la lesión. Se puede asumir que las lesiones óseas mayores de 6 cm tienen mayor probabilidad de malignidad (11). Además, se sabe que los tumores óseos primarios suelen ser lesiones únicas, mientras que otras anomalías suelen ser múltiples. Entre las causas más comunes de lesiones múltiples están las metástasis, el mieloma múltiple y el linfoma no Hodgkin (3).

El reconocer un tumor maligno y poderlo diferenciar de uno benigno puede ser complejo, por lo que, de los criterios mencionados, cuatro son los que se relacionan con malignidad y agresividad que son: reacción perióstica, afectación cortical o márgenes mal definidos, componente de tejidos blandos y zona de transición amplia, siendo esta última la que ha demostrado mayor precisión, superior al 90% (1).

- Reacción perióstica o periostitis:

La reacción perióstica se produce de manera inespecífica siempre que el periostio es irritado, ya sea por un tumor maligno, un tumor benigno, una infección o un traumatismo. Por ejemplo, la formación de un callo de fractura es una reacción

perióstica de tipo benigno. Hay dos tipos de reacciones periósticas: benignas y agresivas. La diferencia entre las dos depende más del tiempo en que ha actuado el factor irritante que de si el proceso que causa la periostitis es benigno o maligno (6-9).

Por ejemplo, un tumor benigno de lento crecimiento provocará una periostitis gruesa, ondulada, uniforme o densa, ya que es una irritación crónica de bajo grado que da tiempo al periostio a producir una capa gruesa de hueso neoformado y remodelarlo para formar un córtex normal. Un tumor maligno causa una reacción perióstica de alto grado y de instauración más aguda, por ello el periostio no tiene tiempo para consolidar, adopta una apariencia lamelada (en capas de cebolla o amorfa) o incluso en rayos de sol. Si la irritación cede o disminuye la periostitis agresiva será sólida y tendrá un aspecto benigno. Por lo tanto, cuando se ve una periostitis el radiólogo debe intentar caracterizarla como:

- ✓ benigna (gruesa, densa, ondulada) o
- ✓ agresiva (Lamelada, amorfa en rayos de sol).

Clasificar una lesión por el aspecto de la reacción perióstica puede inducir a un error, ya que es técnico dependiente, se requiere mucha experiencia para definir con precisión el tipo de periostitis porque a menudo la reacción es claramente benigna o agresiva. (6-9); y muchas lesiones benignas pueden provocar una periostitis agresiva como la infección, el granuloma eosinófilo, los quistes óseos aneurismáticos, los osteomas osteoides e incluso los traumatismos. Sin embargo, observar una periostitis de tipo benigno puede ser útil, ya que las lesiones malignas no causan periostitis benignas. Algunos investigadores con amplia experiencia en tumores malignos señalan que el único caso en que una periostitis benigna puede darse en lesiones malignas es cuando hay una fractura o infección concomitante. (6-10)

La reacción perióstica permite caracterizar una lesión ósea. Si es de tipo sólido o unilamelada indica que la lesión es de crecimiento lento y permite que el hueso se vaya regenerando paulatinamente. Por el contrario, una lesión de tipo multilaminada o en “piel de cebolla” indica que la lesión es moderadamente agresiva y no permite que el

hueso se regenere adecuadamente. Si la lesión presenta un patrón espiculado o de “cabello en punta” (perpendicular a la corteza) o en forma de “rayos de sol” indica que la lesión es altamente agresiva y muy sugestiva de malignidad (11,12,13), Una reacción en triángulo de Codman se refiere a una elevación del periostio lejos de la corteza, formando un ángulo, este suele asociarse con el osteosarcoma, pero se puede presentar en cualquier proceso agresivo que eleve el periostio (11, 12), ver figura 1.

En el osteosarcoma pueden estar presentes todos los tipos de reacción perióstica, sin embargo, al ser tumores de alto grado con un crecimiento rápido, las reacciones periósticas suelen ser de tipo agresivo o discontinuo como triángulo de Codman, espiculada o en “rayos de sol”. (6-11).

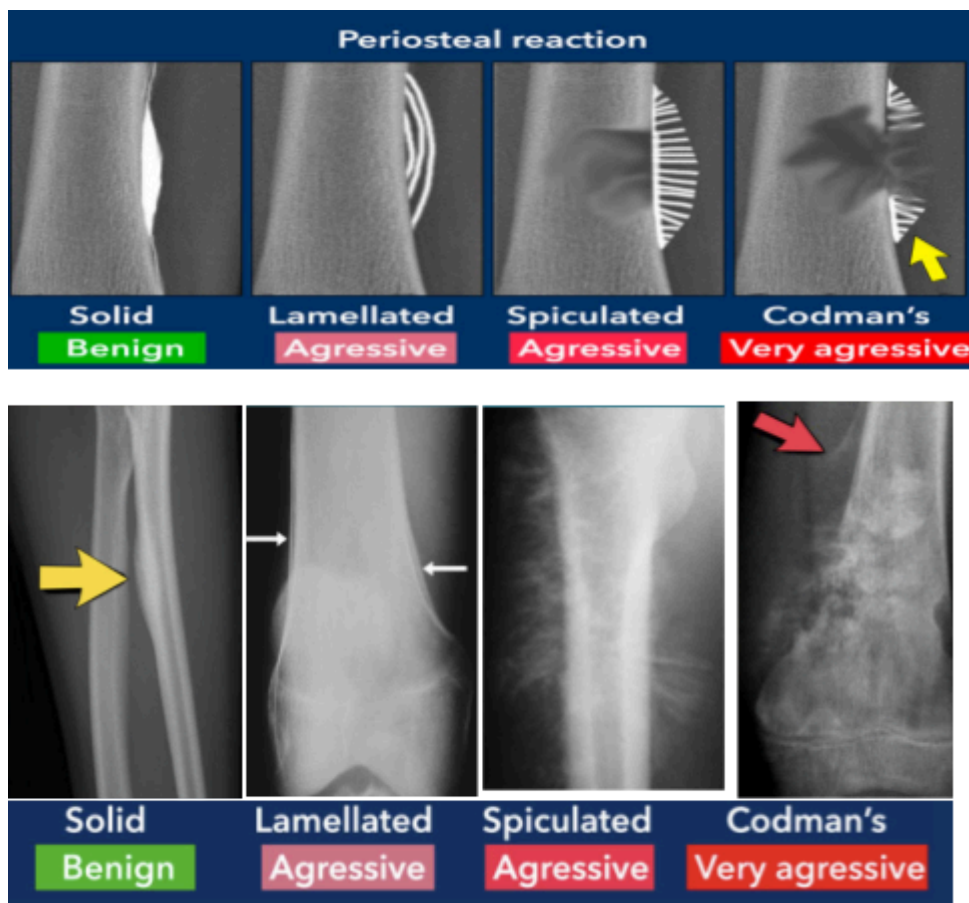


Fig 1. Ejemplos de Reacción Periosteal

- Zona de transición / márgenes:

Es el indicador más fiable para determinar si una lesión es benigna o maligna, pero es de considerar algunas particularidades. Se define como el límite entre la lesión y el hueso normal y se interpreta de la siguiente manera (8)

- Se considera estrecha si está bien definida que puede dibujarse a punta de lápiz. Y si la lesión tiene un borde esclerótico, por definición, la zona es estrecha.(8)
- Se considera ancha si es imperceptible y no puede delimitarse claramente (8)

Hay algunos grados intermedios, pero la mayoría de lesiones pueden incluirse dentro de una zona de transición estrecha o amplia. (8)

Si una lesión tiene una zona de transición estrecha es un proceso benigno. Las excepciones son raras. Si una lesión tiene una zona de transición amplia es agresiva. No se debe confundir el término agresiva con maligna. Ya que las periostitis son agresivas, muchas lesiones benignas pueden tener una zona de transición amplia igual que las malignas, como las infecciones y el granuloma eosinófilo. En el osteosarcoma se observa una zona de transición amplia, característico de una lesión maligna de alto grado, de comportamiento agresivo (9-12), ver figura 2.



Fig 2. Imagen de zonas de transición

- Patrón de afectación cortical ósea o márgenes:

Es la característica que más se relaciona con la agresividad del tumor y es un indicador de la tasa de crecimiento del mismo (11).

La destrucción cortical se produce cuando un proceso patológico, ya sea originado en el canal medular, el periostio o el tejido blando circundante, viola o erosiona la capa densa externa del hueso, en lesiones agresivas de crecimiento rápido, como el osteosarcoma convencional, la lesión típicamente viola la corteza sin expandir los contornos óseos (12).

El patrón de afectación ósea se clasifica de la siguiente manera: (14)

-Tipo I o Geográficas de forma ovoide, son las menos agresivas y a su vez se dividen en tres subtipos según las características de sus bordes en: Ia borde bien definido con borde o anillo esclerótico, Ib borde bien definido, pero sin borde esclerótico y Ic lesión lítica focal con borde mal definido. (14)

-Tipo II es una lesión lítica mal definida, o múltiples focos osteolíticos que varían en forma y tamaño, infiltrativos, con una amplia zona de transición y su patrón de destrucción ósea se denomina apolillado. (14)

- Tipo III presenta las características de tipo II, pero el patrón de destrucción es permeativo que se refiere a áreas pequeñas, irregulares, líticas, mal definidas (9-12), ver figura 3 A y B.

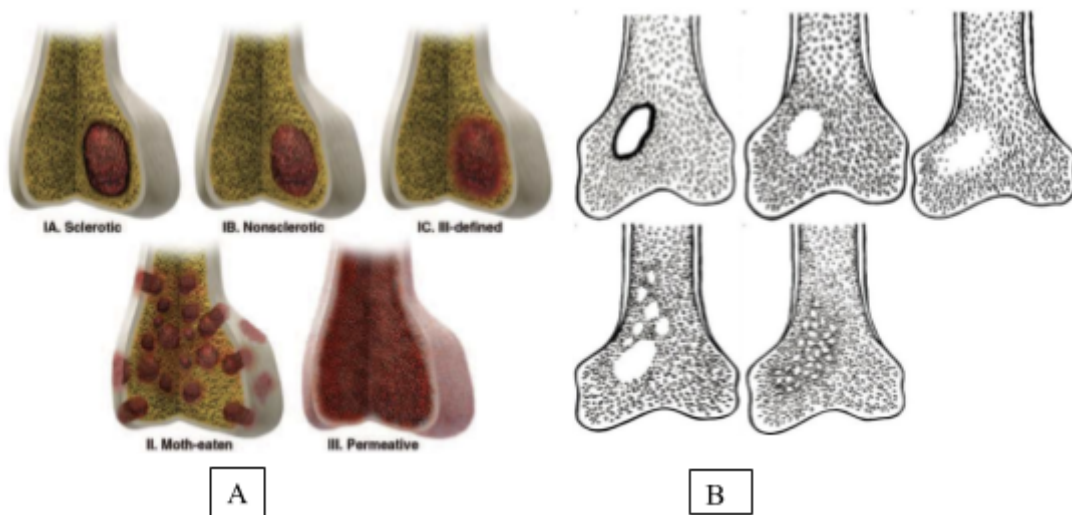


Figura 3 A. Patrón de afectación cortical y B de forma esquemática

En el osteosarcoma es frecuente encontrar combinaciones de los distintos patrones, como el tipo Ic, permeativo y apolillado, pudiendo incluso variar según el subtipo histopatológico, sin embargo, se describe al patrón permeativo como el predominante en la literatura consultada. (6-11) ver Figura 4 A, B, C y D.



Figura 4. Patrones de afectación cortical visualizado en imágenes

- **Componente de tejido blando**

La presencia de componente de tejido blando asociado a la lesión sugiere un proceso maligno. Indica que el tumor óseo rompió los canales de Havers o ha destruido directamente la corteza para llegar a los tejidos blandos e invadirlos. Entre los tumores que presentan componentes de tejido blando asociados están el osteosarcoma, el sarcoma de Ewing y el linfoma (11-12,15).

Sin embargo, otras lesiones benignas, como la osteomielitis, pueden tener hallazgos similares. La ausencia de una masa evidente de tejidos blandos en la radiografía convencional no sugiere benignidad, dada la limitada capacidad de esta modalidad para detectar lesiones de tejidos blandos. Si hay evidencia radiográfica de una lesión agresiva de hueso o disrupción cortical se sugiere correlacionar el hallazgo con resonancia magnética. (11,15). (Figura 5 A y B)



Figura 5. Comparación de componente de tejido blando evidenciado en radiografía y en resonancia magnética

HISTOPATOLOGÍA DEL OSTEOSARCOMA

La histopatología es considerada el estándar de oro para el diagnóstico de osteosarcoma, ya que permite confirmar la presencia de células malignas productoras de osteoide. Para el estudio histopatológico, se obtiene una muestra de tejido óseo mediante biopsia incisional o tru-cut, que posteriormente se analiza bajo microscopio con técnicas de tinción de rutina y, en algunos casos, con inmunohistoquímica.(16-18)

El tumor presenta un crecimiento de tipo permeativo, reemplazando los espacios medulares e infiltrando y erosionando las trabéculas óseas. Llena y expande el sistema de havers con hueso cortical. Las células presentan anaplasia severa y pleomorfismo, pueden ser de tipo fusiforme, plasmocitoide o epitelioides. Las células neoplásicas pueden disminuir de tamaño y observarse de aspecto normal, cuando están rodeadas de matriz ósea. La actividad mitótica suele estar presente lo que permite el diagnóstico diferencial. La matriz ósea es eosinofílica o presentan tinción de hematoxilina-eosina y puede contener una cantidad variable de componente cartilaginoso neoplásico o componente fibroblástico. Se subdividen en tipo osteoblástico (76-80%), condroblástico (10-13%) y fibroblástico (10%) (3,17).

En el tipo osteoblástico la matriz principal está conformada por hueso neoplásico de tipo reticular o compacto. Cuando es de tipo compacto se designa como un tumor de tipo esclerótico (3, 19, 20).

En el tipo condroblástico el componente principal es el cartílago hialino atipia citológica severa, pero la matriz condroblástica puede parecer de tipo mixoide con una célula única o con un cordón de célula simples que muestran una atipia moderada. En el osteosarcoma de tipo fibroblástico las células son de tipo ahusado y con menor frecuencia epitelioides. Las células se asocian con colágeno extracelular extenso, con células de tipo estoriforme (3, 20).

Inmunohistoquímica

Los antígenos comunes expresados incluyen SATB2, osteocalcina (BGLAP), osteonectina (SPARC), osteoprotegerina (TNFRSF11B), queratina y EMA. Las células generalmente son negativas para CD31, CD45 y FOS (19- 21).

CAPACIDAD DE LA RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL PARA DETECTAR MALIGNIDAD EN TUMORES ÓSEOS Y ESPECÍFICAMENTE EN EL OSTEOSARCOMA.

En cuanto a la evaluación del desempeño general de la Radiografía Convencional (RX), a pesar de las limitaciones para evaluar tejidos blandos y la médula ósea, muestra consistentemente una alta sensibilidad en la detección de lesiones agresivas o malignas, aunque su especificidad puede ser moderada.

A. Concordancia Específica para Osteosarcoma (6)

Observando los resultados de dos estudios: uno que evaluó a 51 pacientes con sospecha de tumor maligno óseo, de los cuales 13 fueron confirmados como osteosarcoma por anatomía patológica, mostró una sensibilidad del 100% para la radiografía convencional sugestiva de malignidad en el diagnóstico de osteosarcoma, y el otro estudio que comparó técnicas de imagen con histopatología en 64 pacientes con tumores óseos malignos y benignos, demostró que la RX posee una gran capacidad diagnóstica para tumores óseos como podemos ver en la tabla 3.

Tabla 3. Características de la radiografía convencional para osteosarcoma

Parámetro	Valor estudio X (%)	Concordancia (Kappa)
Precisión diagnóstica		90.0%
Sensibilidad	100.00%	92.9%
Especificidad	92.11%	87.5%
Valor Predictivo Positivo (VPP)	81.25%	86.7%
Valor Predictivo Negativo (VPN)	100.00%	93.3%
Pacientes correctamente diagnosticados	94.12%	
Concordancia Kappa	0.856 (IC 95%: 0.698-1.014)	0.8

El valor Kappa de 0.856 indica una muy buena concordancia entre la radiografía convencional y el diagnóstico histopatológico de osteosarcoma (6).

Un Kappa ≥ 0.75 se considera concordancia adecuada (1)

B. Desempeño en Lesiones Agresivas/Malignas (3)

Un análisis retrospectivo de 88 lesiones óseas sospechosas de ser agresivas o malignas (incluyendo 43 malignas/infecciosas y 45 benignas histológicamente) evaluó la precisión de la interpretación radiográfica, obteniendo adecuados resultados, ver tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la lectura Rx para osteosarcoma entre varios observadores

Métrica	Lector 1 (%)	Lector 2 (%)	Lector 3 (%)	Voto Mayoritario (%)
Sensibilidad (Positivo/No Concluyente vs. Maligno/Infeccioso)	98%	93%	95%	95%
Especificidad (Positivo/No Concluyente vs. Maligno/Infeccioso)	56%	60%	73%	64%

Correlación Radiopatológica (Voto Mayoritario vs. Histología)				79.5% (70/88 casos)
Kappa (Correlación Radiopatológica)				0.61

- Interpretación: La alta sensibilidad (hasta 98%) confirma la utilidad de la radiografía como herramienta de cribado para lesiones malignas/infecciosas. La baja especificidad (promedio 64% con voto mayoritario) sugiere que muchas lesiones benignas simulan hallazgos agresivos, lo que requiere continuar con el triple enfoque diagnóstico. El Kappa de 0.61 refleja un acuerdo sustancial entre la interpretación radiográfica mayoritaria y la histología final (3).

- VPP de Signos Mayores: Los cuatro signos radiológicos principales (margen mal definido, zona de transición amplia, destrucción cortical y reacción perióstica maligna) tuvieron los VPP más altos, y la presencia de los cuatro signos principales se asoció con un VPP del 100 % para predecir malignidad o infección (3).

C. Fiabilidad Interobservador e Intraobservador de las Características Radiográficas en el osteosarcoma

Aunque los estudios anteriores se centran en la capacidad de diagnóstico general (maligno vs. benigno), un estudio de fiabilidad de la interpretación radiológica de las características del osteosarcoma demostró una alta concordancia entre radiólogos experimentados.(3)

- *Fiabilidad Interobservador* (entre dos radiólogos):

- La fiabilidad fue sustancial o casi perfecta para la mayoría de las características radiográficas del osteosarcoma (3).

- Destrucción ósea y Tipos de destrucción ósea (geográfico, apolillado, permeativo) mostraron un Kappa de 0.84 y 0.87, respectivamente, lo cual es casi perfecto.

- Zona de Transición y Matriz de Calcificación también mostraron fiabilidad casi perfecta (Kappa 0.89). (3)

- La presencia de masa de tejidos blandos mostró fiabilidad casi perfecta (Kappa 1.00).(3)

- La reacción perióstica general mostró un acuerdo sustancial (Kappa 0.79), y el tipo de reacción perióstica mostró acuerdo casi perfecto (Kappa 0.81).

- *Fiabilidad intraobservador:*

- La fiabilidad del mismo radiólogo, evaluando dos veces las mismas radiografías con un intervalo de dos semanas varió de sustancial a casi perfecta (Kappa 0.78-0.93) (3).

El diagnóstico de los tumores óseos requiere de una confrontación entre la clínica, la anatomía patológica y la radiología, idealmente resuelta en una reunión multidisciplinaria especializada. (6)

Motivo por el cual las autoras decidimos realizar la presente investigación con el objetivo primario de evaluar la concordancia entre los hallazgos radiográficos y el diagnóstico histopatológico o seguimiento radiológico o clínico en el diagnóstico de osteosarcoma en pacientes atendidos en el Hospital Nacional Rosales, durante el período comprendido entre enero de 2023 y junio de 2025.

Y como objetivos secundarios:

- Describir la frecuencia de las características radiográficas asociadas con osteosarcoma, como la zona de transición, la reacción perióstica, la afectación cortical y el componente extra óseo o de tejidos blandos.

- Identificar los hallazgos histopatológicos generales en los casos confirmados de osteosarcoma

- Describir la precisión diagnóstica de la radiografía simple como herramienta inicial y diagnóstica en la evaluación del osteosarcoma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de diseño

Utilizamos un diseño transversal de concordancia entre técnicas: hallazgos radiológicos y el conjunto de otros métodos confirmatorios (histopatológicos, radiológicos y seguimiento clínico) mediante el índice Kappa Cohen para variables categóricas,

utilizando fuentes documentales, reporte radiológico y reporte de biopsia y expediente del mismo evento.

Población de estudio

Población diana: Pacientes con diagnóstico de osteosarcoma

Población de estudio: Pacientes con estudios de imágenes de rayos X por sospecha de lesiones malignas en miembros y con estudio histológico (biopsia o por escisión de la lesión por lo que se le indicó la radiografía) u otro método diagnóstico que descarte malignidad, y seguimiento clínico en el HNR

Muestra: Pacientes con estudios de imágenes de rayos X por sospecha de lesiones malignas en miembros y con estudio histológico (biopsia o por escisión de la lesión por lo que se le indicó la radiografía) u otro método diagnóstico que descarte malignidad, y seguimiento clínico en el HNR entre enero 2023 y junio 2025.

Criterios de inclusión y exclusión

INCLUSIÓN
-Pacientes que fueron atendidos en el Hospital Nacional Rosales entre enero 2023 y junio 2025
- Radiografía simple (al menos proyección AP y lateral del segmento afectado) realizada antes de la biopsia/resección o del inicio de cualquier tratamiento o seguimiento
- Con estudio histológico de la lesión a la cual se le tomó radiografía simple u otro método que descarte el diagnóstico y el seguimiento clínico de no malignidad.

No hubo criterios de exclusión

Método de muestreo.

No se realizó muestreo probabilístico, se incluyeron los casos consecutivos, ni cálculo de tamaño muestral, ya que está limitado por el periodo de tiempo del estudio y las

limitaciones técnicas de la transición a expediente virtual. Se incluyeron todos los pacientes consecutivos que cumplieran los criterios de inclusión.

Método de recolección de datos

Se llevó a cabo por las dos investigadoras revisando inicialmente las indicaciones de Rx, que no fueran de trauma ni postquirúrgicas, y luego las placas de rayos X, sean en físico o digitalizadas en SIS, identificando los cuatro criterios radiológicos, así como el diagnóstico sugestivo radiológico sin conocer el diagnóstico final. Igualmente, con los reportes de patología, se revisaron después de haber concluido con la transcripción de los hallazgos radiológicos, el diagnóstico histológico cuando había o el seguimiento en el expediente u otro método diagnóstico y su subtipo y fueron transferidos a una base de Excel, o en el caso de alta sospecha de benignidad, cualquier otro método confirmatorio de no malignidad y/o seguimiento clínico.

Por cada paciente se llenó un formulario de recolección de datos que incluía las variables preestablecidas.

Variables

Variable	Definición	Medición	Interpretación
Número correlativo	Identificador consecutivo asignado a cada paciente dentro del estudio.	Número secuencial a cada paciente dentro del estudio.	Número secuencial a cada registro en el instrumento de recolección de datos.
Número de expediente	Identificador único del paciente en los registros del Hospital Nacional Rosales.	Número de expediente de cada paciente incluido en el estudio.	Numérico según expediente hospitalario.

Sexo	Característica fenotípica del ser humano que lo diferencia en sexo masculino o femenino, registrada en el expediente clínico	Masculino Femenino	Variable Categórica
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento de realización de los estudios de imagen.	Número de años entero	Variable cuantitativa discreta
Ubicación en el cuerpo	localización anatómica precisa de la lesión, determinada en función del hueso específico en el que se encuentra.	huesos del cráneo y cara, extremidades superiores, extremidades inferiores, columna, costillas, pelvis, escápulas, clavículas.	Variable Categórica nominal. Se tomarán todas las localizaciones afectadas.
Hueso comprometido	Nombre del hueso donde se ubica la lesión	Texto libre	Variable categórica
Presencia de Reacción perióstica	Presencia de respuesta del periostio frente a una agresión ósea como un tumor óseo	Si No	Variable categórica analizable para la concordancia
Tipo de Reacción perióstica	Tipo de Respuesta del periostio frente a una agresión ósea como un tumor óseo.	No agresiva: sólida unilamelada Agresivas: Lamelada o piel de cebolla. Muy agresiva: Espiculada, Triángulo de Codman.	Variable categórica nominal.

Presencia de Zona de transición:	Presencia de límite entre la lesión y el hueso normal.	Si No	Variable categórica dicotómica para el análisis de concordancia
Cuál zona de transición	Cuál límite se encontró	Estrecha Ancha	Variable categórica
Presencia de patrón de destrucción ósea	Si hay una lesión que compromete la arquitectura del hueso	Si No	Variable categórica para el análisis de concordancia
Patrón de destrucción ósea	forma en que una lesión tumoral compromete la arquitectura del hueso. Se describe según la manera en que la lesión destruye o infiltra el tejido óseo.	Geográfico Moteado Permeativo	Cualitativa, categórica nominal
Extensión a tejidos blandos	Infiltración o propagación del tumor más allá de los límites corticales del hueso hacia las estructuras adyacentes extra óseas, como músculos, grasa subcutánea, vasos sanguíneos o piel.	Si No	Variable categórica dicotómica
Diagnóstico o radiológico de osteosarcoma	Presencia de los cuatro criterios	Si No	Variable categórica dicotómica con la que se evaluó concordancia
Tiene reporte histológico	El paciente fue sometido a cualquier procedimiento que produjo muestra de	Si No	Variable categórica dicotómica

	tejido analizable histológicamente		
Reporte histológico	Diagnóstico histológico encontrado, resumido en dos variables: osteosarcoma si y no	Si No	Para el análisis de concordancia contra el resultado de los 4 criterios
Diagnóstico histológico	Diagnóstico reportado en el análisis histológico de la muestra a la cual se le había realizado la radiografía	Texto libre	Variable categórica nominal
Otro tipo de descarte de malignidad	Otro examen o seguimiento clínico que se le dio al paciente para descartar malignidad	Otro método de imagen Seguimiento clínico	
Cual otro método de imagen	Otro método diagnóstico de imágenes que permitió descartar la no malignidad	TAC RMN	

Entrada y gestión informática de los datos

Una vez con los datos en los formularios de recolección de datos, estos fueron transcritos fielmente a una base de Excel previamente elaborada para dicho efecto, el cual sirvió para el análisis estadístico en el software específico.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Utilizando el software estadístico libre basado en R JAMOVI 2.6.26, se hicieron los siguientes procesamientos:

1. Estadística descriptiva: para los datos demográficos y clínicos de los pacientes de la siguiente forma:

Las variables categóricas se presentan en frecuencias y porcentajes

Las variables cuantitativas están resumidas en medidas de tendencia central según su normalidad evaluada por el test Shapiro Wilk y su respectiva dispersión.

2. Estadística de concordancia: usando el módulo meddecide, y con el comando interater reliability se calculó el índice de Kappa Cohen entre la presencia de tres criterios radiológicos:

- Presencia de reacción perióstica
- Presencia de zona de transición
- Presencia de patrón de destrucción ósea
- Extensión a tejidos blandos

y el diagnóstico de osteosarcoma histológico. Se obtuvo el grado de acuerdo, el índice de kappa Cohen y el valor de p para la hipótesis nula

$H_0 =$ para el diagnóstico de osteosarcoma no hay concordancia entre la radiografía simple y el diagnóstico definitivo.

La interpretación:

Valor de coeficiente Kappa Cohen	Interpretación
>0.8	Casi perfecto
>0.6	Sustancial
>0.4	Moderado
>0.2	Regular
0-0.2	Ligero
< 0	Deficiente

3. Estadística descriptiva de las características de las radiografía como método diagnóstico, utilizando siempre JAMOVI con el módulo meddecide pero el comando de medical decisión, que crea una tabla de 2 x 2 con los datos de verdadero positivo (VP), falso positivo (FP), verdadero negativo (VN) y falso negativo (FN), calculando:

$$\text{Sensibilidad} = (\text{Verdaderos positivos}) / (\text{Verdaderos positivos} + \text{Falsos negativos})$$

Especificidad = (Verdaderos Negativos) / (Verdaderos Negativos + Falsos Positivos)

Valor predictivo positivo = (Verdaderos positivos) / (Verdaderos positivos + Falsos positivos)

Valor predictivo negativo = (Verdaderos negativos) / (Verdaderos negativos + Falsos negativos)

Razón de verosimilitud positiva = Sensibilidad / (1-Especificidad)

Razón de verosimilitud negativa = (1- Sensibilidad) / Especificidad

RESULTADOS

Se encontró un total de 84 radiografías que cumplían los criterios de inclusión de tener una radiografía y un método ya sea biopsia, otro estudio de imágenes o seguimiento para el diagnóstico de osteosarcoma.

Características de los pacientes.

De los pacientes incluidos se encontró una relación femenina/masculina de 1.05:1, con edad mediana de 41 años, siendo los pacientes con osteosarcomas diferentes, menores, estadísticamente significativos. Siendo lo más frecuente como área afectada los miembros inferiores con el fémur distal y tibia proximal los huesos más afectados. 23 pacientes (27.4%) tenían diagnóstico definitivo de osteosarcoma, ver tabla 5.

Tabla 5. Características de los pacientes incluidos

Característica	Osteosarcoma		Total	p
	Si n=23	No n= 61		
Sexo				
Femenino	11	32	43 (51.2%)	0.705
Masculino	12	29	41 (48.8%)	
Edad				
Mediana	23	47	41	0.002
Rangos	12 a 86	16 a 83	12 a 86 años	
Rango intercuartil (RIC)	23	31	34.3	
Área afectada				

Extremidades inferiores	16	44	60	71.4%
Extremidades superiores	0	8	8	9.5%
Pelvis	3	4	7	8.3%
Tórax	2	4	6	7.2%
Huesos de cráneo y cara	2	1	3	3.6
Hueso afectado				
Fémur distal	5	12	17	20.2%
Tibia proximal	5	12	17	20.2%
Fémur proximal	4	7	11	13.1%
Tibia distal	1	8	9	10.7%
Húmero proximal	0	4	4	4.8%
Cabeza del fémur	1	3	4	4.8%
Clavícula	1	2	3	3.6%
Metatarsos	0	3	3	3.6%
Peroné distal	1	2	3	3.6%
Costilla	1	2	3	3.6%
Cúbito distal	0	2	2	2.4%
Húmero distal	0	2	2	2.4%
Tibia y peroné distal	0	1	1	1.2%
Mandíbula	1	0	1	1.2%
Iliaco	1	0	1	1.2%
Maxilar	1	0	1	1.2%
Hueso frontal	0	1	1	1.2%
Peroné proximal	1	0	1	1.2%

Concordancia

Desglosando inicialmente la concordancia por cada hallazgo radiológico:

1. Reacción perióstica:

En 47 radiografías se reportó Reacción perióstica, teniendo una concordancia de 0.458, ver tabla 6.

Tabla 6. Concordancia entre reacción perióstica y Dx definitivo de osteosarcoma

Método	Kappa Cohen's Kappa para dos métodos (Weights: unweighted)
Sujetos	84
Métodos	2
% de acuerdo	71
Kappa	0.458
z	4.99

Método	Kappa Cohen's Kappa para dos métodos (Weights: unweighted)
p-value	<.001

Encontrando que la reacción perióstica de tipo espiculada fue la más frecuente para osteosarcoma, seguido por el triángulo de Codman, y la diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), ver tabla 7.

Tabla 7. Distribución de los tipos de reacción perióstica entre osteosarcoma si y no.

Tipo de RP	Osteosarcoma		Total
	SI	NO	
SÓLIDA	0	7	7
UNILAMELAR	0	3	3
TRIÁNGULO DE CODMAN	7	0	7
ESPICULADA	9	5	14
LAMELADA	7	9	16
Total	23	61	84

Siendo las características para la reacción perióstica la siguiente, ver tabla 8

Tabla 8. Características para reacción perióstica

Características	Valores
Sensibilidad	100.0%
Especificidad	60.7%
Precisión	71.4%
Prevalencia	27.4%
Valor predictivo Positivo	48.9%
Valor predictivo Negativo	100.0%
Probabilidad Post-test de la Enfermedad	48.9%
Probabilidad Post-test de Salud	100.0%
Razón de verosimilitud Positivo	2.54
Razón de verosimilitud Negativo	0.00

2. Zona de transición.

Visualización de zona de transición se reportó en 62 casos, con una concordancia de 0.236, ver tabla 9

Tabla 9. Concordancia entre zona de transición y Dx definitivo de osteosarcoma

Método	Kappa Cohen's para dos instrumentos (Weights: unweighted)
Sujetos	84
Métodos	2
% de acuerdo	54
Kappa	0.236
z	3.35
p-value	<.001

Encontrando que la zona de transición amplia fue la más visualizada en los casos de osteosarcoma y fue estadísticamente significativo ($p < 0.001$), ver tabla 10

Tabla 10. Distribución de los tipos de zona de transición entre osteosarcoma si y no.

Cual zona de T	Osteosarcoma		Total
	SI	NO	
AMPLIA	23	10	33
ESTRECHA	0	29	29
Total	23	39	62

Siendo las características diagnósticas para zona de transición las siguientes, ver tabla 11

Tabla 11. Características para zona de transición

Características	Valor
Sensibilidad	100.0%
Especificidad	36.1%
Precisión	53.6%
Prevalencia	27.4%
Valor predictivo Positivo	37.1%
Valor predictivo Negativo	100.0%
Probabilidad Post-test de la Enfermedad	37.1%
Probabilidad Post-test de Salud	100.0%
Razón de verosimilitud Positivo	1.56
Negative Likelihood Ratio	0.00

3. Patrón de destrucción ósea

En 56 radiografías se reportó patrón de destrucción ósea, dando una concordancia del 0.317, ver tabla 12

Tabla 12. Concordancia entre patrón de destrucción ósea y Dx definitivo de osteosarcoma

Método	Kappa Cohen's para dos instrumentos (Weights: unweighted)
Sujetos	84

Método	Kappa Cohen's para dos instrumentos (Weights: unweighted)
Métodos	2
% de acuerdo	61
Kappa	0.317
z	3.98
p-value	<.001

Encontrando que el tipo de patrón moteado y permeativo eran los más visualizados en osteosarcoma, y fue diferente estadísticamente significativo ($p < 0.001$), ver tabla 13

Tabla 13. Distribución de los tipos de patrón de destrucción ósea entre osteosarcoma si y no.

Tipo de patrón de DO	Osteosarcoma		Total
	SI	NO	
MOTEADO	13	11	24
GEOGRÁFICO	0	16	16
PERMEATIVO	10	7	17
Total	23	34	57

Siendo las características del patrón de destrucción ósea las siguientes, ver tabla 14.

Tabla 14. Características para patrón de destrucción ósea

Características	Valor
Sensibilidad	41.1%
Especificidad	100.0%
Precisión	60.7%
Prevalencia	66.7%
Valor predictivo Positivo	100.0%
Valor predictivo Negativo	45.9%
Probabilidad Post-test de la Enfermedad	100.0%
Probabilidad Post-test de Salud	45.9%

Características	Valor
Razón de verosimilitud Positivo	411
Negative Likelihood Ratio	0.589

4. Extensión a tejidos blandos

En 37 pacientes se reportaba extensión a tejidos blandos, con una concordancia de 0.346, ver tabla 15

Tabla 15. Concordancia entre extensión a tejidos blandos y Dx definitivo de osteosarcoma

Métodos	Kappa Cohen's para dos instrumentos (Weights: unweighted)
Sujetos	84
Métodos	2
% de acuerdo	69
Kappa	0.346
z	3.39
p-value	<.001

Siendo las características diagnósticas para el hallazgo radiológico de extensión a tejidos blandos las siguientes, ver tabla 16

Tabla 16. Características para extensión a tejidos blandos

Características	Valor
Sensibilidad	73.9%
Especificidad	67.2%
Precisión	69.0%
Prevalencia	27.4%
Valor predictivo Positivo	45.9%
Valor predictivo Negativo	87.2%
Probabilidad Post-test de la Enfermedad	45.9%
Probabilidad Post-test de Salud	87.2%
Razón de verosimilitud Positivo	2.25

Características	Valor
Negative Likelihood Ratio	0.388

5. Datos globales para la radiografía simple para osteosarcoma, ver tabla 17

Tabla 17. Concordancia de la radiografía simple para el diagnóstico de osteosarcoma

Métodos	Kappa Cohen's para dos instrumentos (Weights: unweighted)
Sujetos	84
Métodos	2
% de acuerdo	90
Kappa	0.784
z	7.36
p-value	<.001

Siendo sus características las siguientes, ver tabla 18,

Tabla 18. Características de la radiografía simple para el diagnóstico de osteosarcoma

Características	Valor
Sensibilidad	100.0%
Especificidad	86.9%
Precisión	90.5%
Prevalencia	27.4%
Valor predictivo Positivo	74.2%
Valor predictivo Negativo	100.0%
Probabilidad Post-test de la Enfermedad	74.2%
Probabilidad Post-test de Salud	100.0%
Razón de verosimilitud Positivo	7.62
Negative Likelihood Ratio	0.00

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue evaluar la concordancia entre los hallazgos de la radiografía simple y el diagnóstico definitivo de osteosarcoma mediante histopatología y/o seguimiento clínico. A partir del análisis realizado, el objetivo se cumplió, ya que se demostró una concordancia sustancial entre la interpretación radiográfica inicial y el diagnóstico final, lo que indica que la evaluación sistemática de criterios radiológicos como la reacción perióstica, la zona de transición, el patrón de destrucción ósea y la extensión hacia los tejidos blandos, permite identificar de forma confiable lesiones altamente sugestivas de osteosarcoma.

Al contrastar los hallazgos con el marco teórico, se observó coherencia con lo descrito en la literatura respecto a la mayor presentación en pacientes jóvenes, la localización predominante en metáfisis de huesos largos de extremidades inferiores y la relevancia de los signos radiográficos de agresividad. Asimismo, se evidenció que ningún criterio aislado es suficiente por sí solo para confirmar el diagnóstico, pero la combinación estructurada de los hallazgos incrementa significativamente el valor diagnóstico, en concordancia con los modelos de evaluación radiológica descritos.

Las principales limitaciones del estudio fueron el tamaño muestral restringido al período evaluado y la disponibilidad variable de confirmación histopatológica en todos los casos, debido a las condiciones reales de atención clínica y registro institucional.

En conjunto, los resultados respaldan que la radiografía simple continúa siendo una herramienta vigente, accesible y útil como método inicial de evaluación diagnóstica en la sospecha de osteosarcoma, especialmente en entornos con recursos limitados.

REFERENCIAS

1. Salazar C, Leite M, Sousa A, Torres J. Correlación entre el diagnóstico imagenológico e histológico de tumores óseos. *Acta Ortop Mex.* 2019;33(6):386-390. doi: 10.35366/93346.
2. National Comprehensive Cancer Network (NCCN). NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology (NCCN Guidelines®): Bone Cancer. Version 1.2026 — 2025 Sep 11 [Internet]. NCCN; 2025 [citado 2025 Oct 30]. Disponible en: https://www.nccn.org/guidelines/category_1
3. Gerber E, Said-Hartley O, Gamielien R, Hartley T, Candy S. Precisión de las radiografías simples en el diagnóstico de lesiones óseas malignas comprobadas por biopsia. *S Afr J Rad.* 2019;23(1), a1768. <https://doi.org/10.4102/sajr.v23i1.1768>
4. Crombé A, Simonetti M, Longhi A, Hauger O, Fadli D, Spinnato P. Imaging of osteosarcoma: presenting findings, metastatic patterns, and features related to prognosis. *J Clin Med.* 2024;13(19):5710. doi:10.3390/jcm13195710.
5. Kundu ZS. Classification, imaging, biopsy and staging of osteosarcoma. *Indian J Orthop.* 2014;48(3):238-46
6. Yarmish G, Klein MJ, Landa J, Lefkowitz RA, Hwang S. Imaging characteristics of primary osteosarcoma: nonconventional subtypes. *RadioGraphics.* 2010;30(6):1653-72. doi:10.1148/rg.306105524
7. Duarte-Galván GE, Arrieta-Usta M, Ramos-Clason EC. Concordancia del diagnóstico de osteosarcoma por radiología convencional vs diagnóstico histopatológico. *Rev Cienc Bioméd.* 2013;4(2):291-296.
8. Helms CA. Tumores óseos malignos. En: Helms CA, editor. *Fundamentos de radiología del esqueleto.* 3.^a ed. Madrid: Marbán; 2006. Capítulo 3, p. [páginas 32- 54].
9. Fletcher BD, Beabout JW, Unni KK, Dahlin DC, Sim FH, Ivins JC. Primary osteosarcoma in patients over 40 years old: a clinicopathologic and prognostic study of 241 cases. *Cancer.* 1994;73(3):688-697. doi:10.1002/1097-0142(19940201)73:3<688::AID-CNCR2820730330>3.0.CO;2-#
10. Sánchez-Torres LJ, Rascón Álvarez O, Ruiz Tenorio A, Rodríguez Domínguez EA, Santos Hernández M. Caracterización epidemiológica y radiológica del osteosarcoma. *Gac Mex Oncol.* 2015;14(4):196-203. ANTES ESTE ERA 11
11. Llano JF, Moreno JF, Lotero JG, Sastoque JM. ¿Es la radiografía simple verdaderamente importante en el diagnóstico de tumores óseos? *Rev Colomb Radiol.* 2016;27(3):4505-4511.
12. Murphey MD, Robbin MR, McRae GA, Flemming DJ, Temple HT, Kransdorf MJ. The many faces of osteosarcoma. *RadioGraphics.* 1997;17(5):1205-1231.
13. Miller, Theodore T. “Bone Tumors and Tumorlike Conditions: Analysis with Conventional Radiography.” *Radiology*, vol. 246, no. 3, Mar. 2008, pp. 662–674, <https://doi.org/10.1148/radiol.2463061038>. Accessed 26 Aug. 2025.

14. Costelloe CM, Madewell JE. Radiography in the initial diagnosis of primary bone tumors. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;200(1):3-7.
15. Sun Y, Liu X, Pan S, Deng C, Li X, Guo Q. Analysis of imaging characteristics of primary malignant bone tumors in children. *Oncol Lett.* 2017;14(5):5801-10. doi:10.3892/ol.2017.6939
16. Cmi M, Cellina M, Ueanukul T, Carrafiello G, Manatrakul R, Tangkittithaworn P, et al. Multimodal imaging of osteosarcoma: from first diagnosis to radiomics. *Cancers (Basel).* 2025;17(4):599. doi:10.3390/cancers17040599.
17. Wittig JC, Bickels J, Priebat D, Jelinek J, Kellar-Graney K, Shmookler B, Malawer MM. Osteosarcoma: A multidisciplinary approach to diagnosis and treatment. *Am Fam Physician.* 2002;65(6):1123-1132.
18. Hernández Herrera JM. Evaluación de hallazgos en el diagnóstico radiológico del osteosarcoma (Revisión bibliográfica). *Rev Méd Costa Rica y Centroamérica.* 2009;67(592):183-190.
19. Söderlund V, Skoog L, Unni KK, Bertoni F, Brosjö O, Kreicbergs A. Diagnosis of high-grade osteosarcoma by radiology and cytology: a retrospective study of 52 cases. *Sarcoma.* 2004;8(1):31-6
20. Murphey MD, Jelinek JS, Temple HT, Flemming DJ, Gannon FH. Imaging of periosteal osteosarcoma: radiologic-pathologic comparison. *Radiology.* 2004;233(1):129-38.
21. Baumhoer D, Böhling TO, Cates JMM. Osteosarcoma. En: WHO Classification of Tumours Editorial Board, ed. *WHO Classification of Tumours of Soft Tissue and Bone.* 5th ed. Lyon: IARC; 2020. p321–326. Fletcher CDM, Bridge JA, Hogendoorn PCW, Mertens F. Osteosarcoma. En: WHO Classification of Tumours Editorial Board, ed. *WHO Classification of Tumours of Soft Tissue and Bone.* 5th ed. Lyon: IARC; 2020. p. 403-409.
22. Martadiani ED, Asih MW, Winarti NW, Zulfariska N, Maria D, Asih KP. Reliability study of radiology interpretation in osteosarcoma. *Bali Med J.* 2021;10(2):915-21
23. Kim MS, Lee SY, Cho WH, Song WS, Koh JS, Lee JA, Yoo JY, Jung ST, Jeon DG. Relationships between plain-film radiographic patterns and clinicopathologic variables in AJCC stage II osteosarcoma. *Skeletal Radiol.* 2008;37(10):997–1001. doi:10.1007/s00256-008-0536-2