

Validez de la biopsia percutánea guiada mediante tomografía computarizada para el diagnóstico de las lesiones musculoesqueléticas

Tesis doctoral

Facultad de Medicina. Departamento de Medicina

Director: Dr. Angel Olazabal Zudaire

Tutor: Dr. Jordi Tor Aguilera

Ricard Pérez Andrés

Badalona, enero de 2013



Universitat Autònoma de Barcelona



Germans Trias i Pujol
Hospital

A mis padres Ricardo y Conchita,
por educarme en la cultura
del esfuerzo, la bondad y la humildad.

A mi hermana Inma.

A Carmen,
por su comprensión y paciencia.

A nuestras hijas Mar i Judit.

.

Agradecimientos

Al profesor Angel Olazabal, al que me une una dilatada relación profesional, docente y personal, por haberme propuesto la realización de esta tesis y por su constante estímulo y apoyo.

Al doctor Antoni Rivas, referente de la radiología musculoesquelética, maestro y amigo, por enseñarme los fundamentos de la radiología osteoarticular.

Al doctor Juan Carlos Lorenzo, patólogo, por introducirme en el apasionante mundo de la correlación radio-patológica musculoesquelética.

A la doctora Maite Ubierna, traumatóloga, por iniciarme en el manejo de la aguja de biopsia ósea en la extracción de los primeros cilindros óseos y por su constante colaboración profesional.

Al doctor Xavier Tena, reumatólogo, por todos estos años de excelente relación profesional y por su trato personal, siempre exquisito. De forma especial, quiero agradecer su inestimable y desinteresada ayuda en el tramo final de esta tesis, sus consejos y la revisión del texto.

Al doctor Alejandro Olivé, reumatólogo, por la corrección del resumen en inglés y a todos los integrantes actuales y anteriores del Servicio de Reumatología.

Al doctor Luis Ramos, traumatólogo, dedicado de forma especial a los tumores musculoesqueléticos, y al resto de componentes del Servicio de Traumatología, que de forma más ocasional han participado en este procedimiento.

A la doctora Eva Musulen, patóloga, por su estrecha colaboración en las biopsias musculoesqueléticas y por la aportación de imágenes y comentarios histológicos incluidos en esta tesis. A las doctoras Mariona Llatjós y Eva Castellà, del laboratorio de Citología, por el estudio de las muestras remitidas. Al doctor

Aurelio Ariza, Jefe de Servicio de Anatomía Patológica y al resto de miembros del mismo, que de forma más ocasional han participado en el diagnóstico de estos pacientes.

Al doctor Vicenç Ausina, Jefe del Servicio de Microbiología y a todos sus integrantes, por el estudio de las muestras de biopsias remitidas.

A la doctora Fuensanta Milla, Jefe del Servicio de Hematología / Laboratorio y a todos sus componentes, por el asesoramiento en las alteraciones de la coagulación y en el diagnóstico en las enfermedades hematológicas.

Al resto de servicios del hospital y del área de influencia con los que hemos tenido ocasión de colaborar en la realización de esta técnica.

Al doctor Jaume Canet, jefe de Servicio de Anestesia por su constante disposición a prestar ayuda cuando la hemos necesitado y a los compañeros anestelistas que han colaborado con nosotros.

A la doctora M. Carmen Sánchez, responsable del área de musculoesquelético de la unidad de resonancia magnética del IDI en el Hospital Germans Trias i Pujol, y a todos sus integrantes por su colaboración.

Al doctor Manel Fraile y a todos los compañeros del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Germans Trias, por su participación en el proceso diagnóstico de estos pacientes.

A mis compañeras de área asistencial, las doctoras Patricia Cuadras y Paloma Puyalto, por su dedicación y capacidad.

Al doctor Jordi Bechini, jefe del Servicio de Radiodiagnóstico por su comprensión en la etapa final de esta tesis y al resto de compañeros del Servicio.

A los diplomados universitarios de enfermería, auxiliares de enfermería, técnicos especialistas en radiodiagnóstico y celadores, por su participación en el proceso de la biopsia y la atención a los pacientes.

A Toni Gómez, informático del Hospital Germans Trias, por su asesoramiento en la elaboración y gestión de la base de datos.

A Anna Espinal y Ana Vázquez, del *Servei d' Estadística Aplicada* de la UAB, por su colaboración en el análisis y procesamiento estadístico de los resultados, así como en la elaboración de los gráficos y la revisión del texto.

A Josep Pla, de la Unidad docente de la UAB en Can Ruti, por sus consejos y asesoramiento en la utilización del procesador de textos *Word*.

A Marta Jordán, bibliotecaria del Hospital Germans Trias, por su colaboración en la búsqueda y gestión de las referencias bibliográficas.

Al profesor Jordi Tor, Catedrático de Medicina de la *Universitat Autònoma de Barcelona*, por su apoyo en el tramo final de esta tesis.

A las doctoras, Meritxell Gomis, neuróloga y Pamela Céliz, oncóloga, por su amable ayuda en la confección de la presentación oral.

A los compañeros del Comité de tumores del aparato locomotor de nuestro hospital, por su contribución en las indicaciones de la biopsia y en el seguimiento de los pacientes.

A los compañeros de la Sociedad Española de Radiología Musculoesquelética. Para mí es un honor pertenecer a esta sociedad a la que considero mi familia radiológica por el aprecio que tengo a sus miembros.

A todas las personas a las que les hemos realizado este procedimiento. Esta circunstancia ha significado un momento delicado en sus vidas y me han enseñado el aspecto humano de esta difícil situación. A parte del beneficio médico que les hayamos podido aportar, me gustaría pensar que el trato que les hemos dispensado ha sido confortable.

ÍNDICE

1. Glosario de Acrónimos	14
2. Resumen - Resum - Abstract	15
3. Introducción	21
3.1. Diagnóstico de las lesiones musculoesqueléticas	21
3.2. Biopsia. Definición y técnicas	31
3.2.1. Biopsia quirúrgica o abierta	32
3.2.2. Biopsia percutánea o cerrada	33
3.3. La perspectiva histórica	39
3.4. Indicaciones de la biopsia percutánea	40
3.4.1. Indicaciones	41
3.4.2. Lesiones que no deben biopsiarse	44
3.4.3. Contraindicaciones	46
3.5. Planificación de la biopsia	47
3.5.1. Requerimientos previos	48
3.5.2. Preparación del paciente	49
3.5.3. Vías de abordaje	49
3.5.4. Técnica de imagen guía	67

4. Hipótesis de trabajo y objetivos	72
4.1. Hipótesis	72
4.2. Objetivos	72
5. Material y métodos	74
5.1. Población estudiada	74
5.2. Protocolo de biopsia	75
5.3. Clasificación de las muestras obtenidas	83
5.4. Definición de variables	85
5.5. Métodos estadísticos	93
6. Resultados	96
6.1. Biopsia musculoesquelética percutánea guiada por TC	96
6.2. Análisis combinado citológico e histológico	101
6.3. Diagnóstico final	105
6.4. Lesión benigna o maligna	125
6.5. Patrón radiológico de las lesiones óseas	129
6.6. Localización. Hueso, partes blandas, articulación	131
6.7. Localización axial o apendicular	134
6.8. Población pediátrica	137
6.9. Biopsias no diagnósticas	139
6.10. Repetición de la biopsia percutánea	141

7. Discusión	144
7.1. Biopsia musculoesquelética percutánea guiada por TC	144
7.2. Análisis combinado citológico e histológico	148
7.3. Diagnóstico final	149
7.4. Lesión benigna o maligna	169
7.5. Patrón radiológico de las lesiones óseas	171
7.6. Localización. Hueso, partes blandas, articulación	173
7.7. Localización axial o apendicular	174
7.8. Población pediátrica	175
7.9. Biopsias no diagnósticas	177
7.10. Repetición de la biopsia percutánea	178
8. Limitaciones y perspectivas	180
9. Conclusiones	183
10. Referencias bibliográficas	185

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

AUC	<i>Area under the ROC curve</i>
CT	<i>Computed tomography</i>
FDG	Fluor-18-fluorodesoxiglucosa
FGD-PET	PET con fluor-18-fluorodesoxiglucosa
G	<i>Gauge</i>
NPV	<i>Negative predictive value</i>
OR	<i>Odds ratio</i>
PET	<i>Positron emission tomography</i>
PPV	<i>Positive predictive value</i>
PSA	Antígeno prostático específico
RM	Resonancia magnética
ROC	<i>Receiver operating characteristic</i>
SPECT	<i>Single photon emission computed tomography</i>
TC	Tomografía computarizada
^{99m} Tc-MDP	Metilendifosfonato marcado con ^{99m} Tecnecio
VPN	Valor predictivo negativo
VPP	Valor predictivo positivo

2. RESUMEN – RESUM – ABSTRACT

RESUMEN

Precedentes: La biopsia quirúrgica incisional ha sido tradicionalmente el método de elección para el diagnóstico de los tumores y lesiones pseudotumorales del sistema musculoesquelético. En los últimos años se ha introducido la biopsia percutánea por su menor agresividad para el paciente y el menor coste. No obstante, en el momento actual no existe consenso acerca del protocolo de biopsia más adecuado en la patología musculoesquelética.

Hipótesis: La biopsia percutánea guiada mediante TC permite realizar un diagnóstico con elevada exactitud y con una baja tasa de complicaciones. Esto la postula como la técnica de elección para llegar al diagnóstico.

Objetivos: Determinar la validez de la biopsia percutánea musculoesquelética para la detección de enfermedades y analizar los factores influyentes en el resultado de ésta. Estudiar aspectos poco aclarados, como las causas de las biopsias no diagnósticas, las indicaciones para la repetición de una biopsia percutánea y los resultados en la población pediátrica.

Material y métodos: Estudio retrospectivo de 527 biopsias percutáneas musculoesqueléticas realizadas a 507 pacientes con un seguimiento clínico-radiológico mínimo de un año. Se ha calculado la distribución de las muestras adecuadas, diagnósticas y exactas. Se ha examinado el resultado del estudio citológico e histológico y el resultado de la biopsia según el diagnóstico final, el patrón radiológico de las lesiones óseas y la localización. Se han analizado las biopsias no diagnósticas, la repetición de la biopsia y el resultado de la biopsia en la población pediátrica. Se ha realizado el análisis descriptivo univariante de todas las variables, el análisis bivariante para conocer la asociación entre algunas variables y el resultado de la biopsia, el cálculo del poder predictivo de la biopsia percutánea y modelos de regresión logística binaria multivariante para analizar los factores relacionados con un resultado negativo.

Resultados: *Biopsia percutánea:* 515 muestras adecuadas (98%); sensibilidad 93%, especificidad 100%, valor predictivo positivo (VPP) 100%, valor predictivo negativo (VPN) 48%, exactitud diagnóstica 93% y área bajo la curva ROC (AUC) 0,9648 para la detección de enfermedad. *Estudio citológico:* realizado en 438 casos (83% del total); muestras adecuadas: 391 (89%); sensibilidad 73%, especificidad 100%, VPP 100%, VPN 11%, exactitud diagnóstica 74% y AUC 0,8638 para la detección de enfermedad. *Estudio histológico:* realizado en 303 casos (57,5% del total); muestras adecuadas: 298 (98%); sensibilidad 84%, especificidad 100%, VPP 100%, VPN 34%, exactitud diagnóstica 86% y AUC 0,9221 para la detección de enfermedad. La tasa de complicaciones ha sido del 0,76% del total de biopsias.

No se han obtenido diferencias estadísticamente significativas en los resultados de la población pediátrica respecto la población adulta. Los factores que se han asociado de forma estadísticamente significativa con el resultado no diagnóstico de la biopsia han sido, para el total de la serie, benignidad (odds ratio [OR]: 8,8257) y para las biopsias óseas la localización axial (OR: 4,6915), benignidad (OR: 5,0184) y patrón radiológico normal (OR: 4,6734) en relación al patrón lítico. La repetición de la biopsia se ha efectuado con mayor frecuencia en lesiones óseas (86%), líticas (75%), malignas (86%) y en el linfoma (43%). En la repetición de la biopsia se han obtenido 14 muestras adecuadas (86%) y 12 muestras diagnósticas y exactas (86%).

Conclusiones: La biopsia musculoesquelética percutánea guiada por TC es una técnica válida para el diagnóstico de lesiones musculoesqueléticas y permite obtener un elevado número de muestras adecuadas, diagnósticas y exactas, con una baja tasa de complicaciones. El análisis combinado del estudio citológico e histológico, para la detección de enfermedad, es mejor que ambos estudios por separado.

RESUM

Precedents: La biòpsia quirúrgica incisional ha estat tradicionalment el mètode d'elecció per al diagnòstic dels tumors i lesions pseudotumorals del sistema musculoesquelètic. En els darrers anys s'ha introduït de forma progressiva la biòpsia percutània per la seva menor agressivitat i el seu menor cost. No obstant això, en el moment actual no hi ha un consens sobre el protocol de biòpsia més adequat en la patologia musculoesquelètica.

Hipòtesi: La biòpsia percutània guiada per TC permet arribar a un diagnòstic amb una gran exactitud i una baixa taxa de complicacions. Això la converteix en la tècnica d'elecció per fer el diagnòstic en la patologia musculoesquelètica enfront de la biòpsia quirúrgica.

Objectius: Determinar l'exactitud diagnòstica de la biòpsia percutània musculoesquelètica per a la detecció de malalties i analitzar els factors influents en els resultats. Estudiar alguns aspectes poc aclarits, com les causes dels resultats no diagnòstics, les indicacions de la repetició de la biòpsia percutània i els resultats en la població pediàtrica.

Material i mètodes: Estudi retrospectiu de 527 biòpsies percutànies musculoesquelètiques practicades a 507 pacients amb un seguiment clínic i radiològic mínim d'un any. S'ha calculat la distribució de les mostres adequades, diagnòstiques i exactes. S'ha examinat el resultat de l'estudi citològic i histològic i el resultat de la biòpsia en funció del diagnòstic final, el patró radiològic de les lesions òssies i la localització. S'han analitzat les biòpsies no diagnòstiques, la repetició de la biòpsia i el resultat de la biòpsia en la població pediàtrica.

S'ha fet una anàlisi descriptiva univariant de totes les variables, una anàlisi bivariant per a conèixer l'associació entre algunes variables i el resultat de la biòpsia, el càlcul del poder predictiu de la biòpsia percutània i models de regressió logística binària multivariant per analitzar els factors influents en les biòpsies que no han resultat diagnòstiques.

Resultats: *Biòpsia percutània:* 515 mostres adequades (98%); sensibilitat 93%, especificitat 100%, valor predictiu positiu (VPP) 100%, valor predictiu negatiu (VPN) 48%, exactitud diagnòstica 93% i àrea sota la corba ROC (AUC) 0,9648 per a la detecció de malaltia. *Estudi citològic:* realitzat en 438 casos (83% del total); mostres adequades: 391 (89%); sensibilitat 73%, especificitat 100%, valor predictiu positiu (VPP) 100%, valor predictiu negatiu (VPN) 11%, exactitud diagnòstica 74% i àrea sota la corba ROC (AUC) 0,8638 per a la detecció de malaltia. *Estudi histològic:* realitzat en 303 casos (57,5% del total); mostres adequades: 298 (98%); sensibilitat 84%, especificitat 100%, valor predictiu positiu (VPP) 100%, valor predictiu negatiu (VPN) 34%, exactitud diagnòstica 86% i àrea sota la corba ROC (AUC) 0,9221 per a la detecció de malaltia. La taxa de complicacions ha estat del 0,76% del total de les biòpsies.

No s'han obtingut diferències estadísticament significatives entre els resultats de la població pediàtrica i la població adulta. Els factors que s'han associat de forma estadísticament significativa amb un resultat no diagnòstic de la biòpsia han estat, per al total de la sèrie, la benignitat de la lesió (odds ratio [OR]: 8,8257) i per a les biòpsies òssies la localització axial (OR: 4,6915), la benignitat (OR: 5,0184) i un patró radiològic normal (OR: 4,6734) en relació al patró lític. La biòpsia s'ha hagut de repetir sobre tot en casos de lesions òssies (86%), lítiques (75%), malignes (86%) i en el limfoma (43%). En la repetició de la biòpsia s'han obtingut 14 mostres adequades (86%) i 12 mostres diagnòstiques i exactes (86%).

Conclusions: La biòpsia musculoesquelètica percutània guiada per TC és una tècnica vàlida per al diagnòstic de lesions musculoesquelètiques i permet obtenir un gran nombre de mostres adequades, diagnòstiques i exactes, amb una baixa taxa de complicacions. L'anàlisi combinada de l'estudi citològic i histològic per a la detecció de la malaltia és estadísticament millor que tots dos estudis per separat.

ABSTRACT

Background: Open incisional biopsy has been traditionally the method of choice for the diagnosis of tumors and tumor-like lesions of the musculoskeletal system. Lastly, percutaneous biopsy has been introduced to perform the diagnosis. Essentially, this technique is less invasive. Furthermore, the cost of this procedure is minor. However, currently, there is no consensus concerning which procedure is more adequate.

Hypothesis: CT-guided percutaneous biopsy for assessment of musculoskeletal lesions is a procedure with a high accuracy and a low rate of complications. CT-guided percutaneous biopsy is the technique of choice for the diagnosis of lesions of the musculoskeletal system.

Objectives: To determine the accuracy of CT-guided percutaneous biopsy to diagnose musculoskeletal lesions and the complications rate. To analyze the contributing factors that may have an influence in the results. Secondary aspects were: the causes of nondiagnostic specimens, indications to repeat a percutaneous biopsy and the differences between the adult and pediatric population.

Methods: Retrospective study of 527 percutaneous musculoskeletal biopsies performed to 507 patients. It was required a clinical and radiological follow up of one year. Several items were calculated: adequate, diagnostic and accurate specimens. The results of the cytological and histological diagnoses were correlated with the final diagnosis, radiologic pattern of bone lesions and location. The indications to repeat a percutaneous biopsy, the causes of nondiagnostic biopsies, and the results of the biopsy in the pediatric age were also examined. Statistical methods: Univariate analysis of variables. Bivariate analyses were performed to know the association between some variables and biopsy results. Predictive power of percutaneous biopsy was calculated. Multivariate logistic regression models were used to analyze factors that may have an influence in those biopsies with nondiagnostic result.

Results: *Percutaneous biopsy:* 515 adequate specimens (98%). Sensibility 93%, specificity 100%, positive predictive value (PPV) 100%, negative predictive value (NPV) 48%, accuracy 94% and area under the ROC curve (AUC) 0.9648 for the detection of the disease. *Cytological study:* performed in 438 cases (83%). Adequate specimens: 391 (89%). Sensibility 73%, specificity 100%, PPV 100%, NPV 11%, accuracy 74% and AUC 0.8638 for the detection of the disease. *Histological study:* performed in 303 cases (57.5%). Adequate specimens: 298 (98%). Sensibility 84%, specificity 100%, PPV 100%, NPV 34%, accuracy 86% and AUC 0.9221 for the detection of the disease. The complications rate was 0.76 % of the total number of biopsies.

There was no significant difference in the results of the biopsy between adult and pediatric population. Benignity was associated with nondiagnostic biopsies in the whole series (odds ratio [OR]: 8.8257). Axial location, (OR: 4.6915), benignity (OR: 5.0184) and normal radiological pattern (OR: 4,6734) were associated with nondiagnostic biopsies in bone lesions. The repetition of a CT-guided biopsy was performed more frequently in bone lesions (86%), lytic pattern (75%), malignancy (86%) and lymphoma (43%). Of the repeat biopsies 14 (86%) were adequate and 12 (86%) were diagnostic and accurate.

Conclusion: CT-guided percutaneous biopsy is an accurate technique for the diagnosis of lesions of the musculoskeletal system. It allows obtaining a high rate of adequate, diagnostic and accurate musculoskeletal specimens. The procedure has a low rate of complications. The combination of cytological and histological analysis offers better results than isolated cytological and histological analysis.

3. Introducción

3.1. Diagnóstico de las lesiones musculoesqueléticas

Las lesiones musculoesqueléticas reconocen diversas etiologías. La aproximación diagnóstica inicial se fundamenta en una historia clínica detallada y una minuciosa exploración física. El resultado de esta valoración clínica debe dirigir la estrategia más adecuada para la realización de pruebas complementarias de imagen y de laboratorio con el fin de alcanzar el diagnóstico definitivo.

Existe una variedad de técnicas de imagen que proporcionan distintas informaciones acerca de las lesiones musculoesqueléticas. La elección de dichas técnicas supone un reto para llegar al diagnóstico en el menor período de tiempo posible y con el menor coste.

Radiología convencional

Poco después del descubrimiento de los rayos X en el año 1895 por Wilhelm Conrad Roentgen (fig. 1), la radiografía convencional se convirtió en una modalidad de imagen esencial en la evaluación de la patología osteoarticular.



Figura 1. Wilhelm Conrad Roentgen (izquierda). Imagen de la primera radiografía realizada por Roentgen a la mano de su mujer, Bertha.

En los años 60, Gwilym Lodwick¹ introdujo una sistemática de lectura para los tumores óseos que todavía hoy sigue vigente. Sartoris y Resnick² consideran que la radiología convencional debe ser la primera técnica de imagen en el estudio de la patología osteoarticular:

“The radiographic evaluation of osseous and articular disease begins in the x-ray room. Without high quality radiographs of properly positioned patients, the physician is frequently unable to detect significant abnormalities and thereby establish a correct diagnosis”

La radiografía convencional ha experimentado avances tecnológicos, como la reciente aparición de la radiología digital, que ha permitido reducir la exposición a la radiación por parte del paciente y mejorar la calidad de la imagen.

De forma paralela al desarrollo de la radiografía convencional han aparecido nuevas técnicas de imagen como la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM), los ultrasonidos, las diversas técnicas de medicina nuclear y recientemente las técnicas de imagen híbridas adquiridas mediante la fusión de imágenes de estas técnicas previamente mencionadas, como por ejemplo la combinación de imágenes gammagráficas en adquisición tomográfica con la tomografía computarizada (SPECT-TC) o la tomografía por emisión de positrones asociada con la tomografía computarizada (PET-TC).

Tomografía computarizada

En el año 1972 Sir Geoffrey Hounsfield utilizó por primera vez la TC en el ámbito clínico. Desde entonces se ha convertido en una técnica esencial en la caracterización de fracturas, en el diagnóstico de anomalías óseas congénitas y en el estudio rotacional de las extremidades inferiores, entre otras patologías.

1. Lodwick GS. A probabilistic approach to the diagnosis of bone tumors. *Radiol Clin North Am.* 1965; 3: 487–97.

2. Sartoris DJ, Resnick D. Plain film radiography: routine and specialized techniques and projections. En: Resnick D, editor. *Diagnosis of bone and joint disorders*. Philadelphia: Saunders; 1995. p. 3-40.

En los últimos años se ha postulado como técnica de imagen guía para el intervencionismo musculoesquelético: biopsia percutánea, cementoplastias y ablación de tumores mediante radiofrecuencia. En la patología tumoral, no tiene una elevada sensibilidad ni especificidad para la detección de tumores óseos o de partes blandas, excepto en casos muy característicos como el hemangioma óseo o el osteoma osteoide (fig. 2).

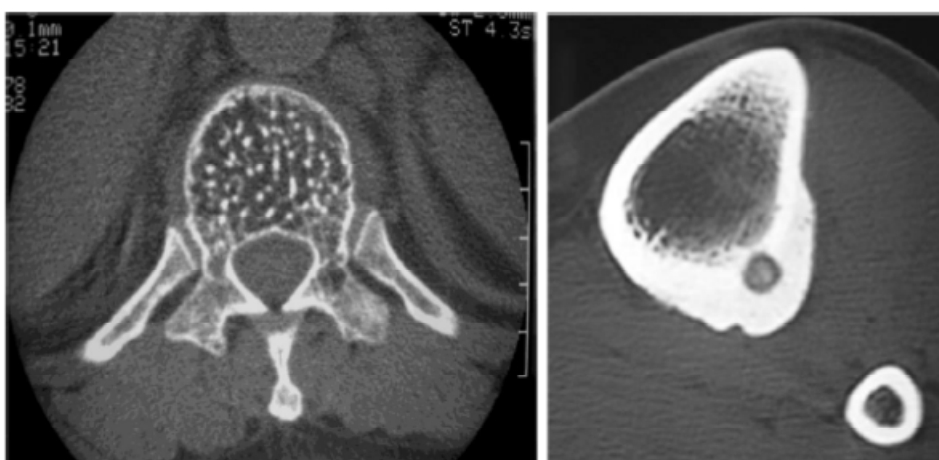


Figura 2. Lesiones características. Izquierda: hemangioma óseo con imagen en “cielo estrellado”. Derecha: osteoma osteoide definido por una lesión osteolítica cortical menor de 1,5 cm de diámetro con calcificaciones en su interior y engrosamiento cortical.

En el resto de tumores óseos o de partes blandas la TC es útil para la detección de calcio o grasa intratumoral y evaluar signos de agresividad tumoral como la destrucción cortical o trabecular o la infiltración de estructuras adyacentes. La aparición de la TC multidetector permite la rápida adquisición de imágenes de alta calidad y su reformateado multiplanar.

Resonancia magnética

El fenómeno de resonancia magnética fue descubierto por Félix Bloch y Edward Purcell en 1946, pero su aplicación médica no se introdujo hasta 1977, cuando Raymond Damadian obtuvo la primera imagen por RM del cuerpo humano. En 1983 el *American College of Radiology* la consideró como técnica

estándar en el campo del diagnóstico médico y, en ese mismo año, se instaló en Barcelona el primer equipo en España. Debido a la excelente diferenciación de los distintos tejidos y la capacidad multiplanar, el uso de la imagen por RM se extendió de forma rápida en los años 90 para el diagnóstico de la patología musculoesquelética.

Entre las principales aplicaciones clínicas se incluyen el desarreglo interno articular (cartilago, meniscos, ligamentos,...), la detección y estudio de extensión de infecciones y neoplasias, la valoración de la respuesta al tratamiento y el estudio de las alteraciones de la médula ósea. Las imágenes obtenidas tras la administración de contraste endovenoso son útiles para diferenciar un tumor viable de la necrosis tumoral, información esencial para la correcta planificación del trayecto y posición de la aguja de biopsia percutánea³.

La realización de estudios dinámicos antes e inmediatamente después de la inyección intravenosa rápida de contraste, permite obtener imágenes seriadas con una alta resolución temporal⁴ y permiten confeccionar curvas de intensidad de señal y tiempo en áreas seleccionadas de la lesión. Esta información puede ayudar a predecir su benignidad o malignidad, aunque con una exactitud diagnóstica en torno al 80%³ y con una considerable superposición entre ambos tipos de lesiones.

La secuencia de difusión en RM permite detectar la restricción de la difusión normal de las moléculas de agua en los distintos tejidos. Aquellos en los que existe una elevada densidad celular, como los tumores malignos, presentan una mayor restricción de la difusión. Esta característica se ha utilizado para detectar la infiltración ósea maligna⁵ y diferenciarla del edema óseo benigno⁶ y

3. Erlemann R, Reiser MF, Peters PE, Vasallo P, Nommensen B, Kusnierz GC et al. Musculoskeletal neoplasm: static and dynamic Gd-DTPA-enhanced MR imaging. *Radiology*. 1989; 171: 767-73.

4. Arenal F, Johnston JO, Lang P. RM de los tumores musculoesqueléticos, estado actual y últimos avances. *Radiología*. 2000; 42: 1-11.

5. Barceló J, Vilanova JC, Riera E, Balliu E, Peláez I, Martí J, et al. Resonancia magnética de todo el cuerpo con técnica de difusión (PET virtual) para el cribado de las metástasis óseas. *Radiología*. 2007; 49: 407-15.

en el seguimiento de metástasis vertebrales tratadas para diferenciar las áreas de necrosis de las zonas de tumor residual. Sin embargo, en otras lesiones como los tumores primarios óseos o de partes blandas, la secuencia de difusión no ha aportado información adicional relevante en relación a las secuencias convencionales de RM⁷.

Existe un interés creciente sobre el papel de la RM con espectroscopia para el estudio de las alteraciones bioquímicas en los tumores. Se fundamenta en la detección de metabolitos presentes o en excesiva cantidad en los tejidos tumorales o de la desaparición o disminución de metabolitos normales en los tejidos sanos. Muy pocos núcleos con presencia importante en el cuerpo humano son susceptibles de estudiarse mediante espectroscopia, básicamente ¹H, ³¹P y más raramente, ¹⁹F⁸.

Las principales aplicaciones clínicas de esta técnica se centran en el sistema nervioso central, la próstata y la mama^{9,10}, para caracterizar las lesiones, seleccionar la zona tumoral más adecuada para la realización de biopsia y el control de la respuesta al tratamiento. Esta técnica se halla todavía en fase experimental en patología musculoesquelética, en la que se ha utilizado para el estudio de enfermedades musculares difusas.

Ecografía (ultrasonidos)

La aplicación médica de los ultrasonidos se vio favorecida por los avances científicos de la técnica del radar durante la segunda guerra mundial¹¹. En los

6. Balliu E, Vilanova JC, Peláez I, Puig J, Remollo S, Barceló C, et al. Diagnostic value of apparent diffusion coefficients to differentiate benign from malignant vertebral bone marrow lesions. *Eur J Radiol.* 2009; 69: 560-6. Epub 2008, Feb 13.

7. Khoo MM, Tyler PA, Saifuddin A, Padhani AR. Diffusion-weighted imaging (DWI) in musculoskeletal MRI: a critical review. *Skeletal Radiol.* 2011; 40: 665-81. Epub 2011, Feb 12.

8. García Figueiras R, Padhani AR, Vilanova JC, Goh V, Villalba Martín C. Imagen funcional tumoral. Parte 2. *Radiología.* 2010; 52: 208-20. Epub 2010, Mar 20.

9. Kwok L, Smith JK, Castillo M, Ewend MG, Collichio F, Morris DE, et al. Clinical role of proton magnetic resonance spectroscopy in oncology: Brain, breast, and prostate cancer. *Lancet Oncol.* 2006; 7: 859-68.

10. Evelhoch J, Garwood M, Vigneron D, Knopp M, Sullivan D, Menkens A, et al. Expanding the use of magnetic resonance in the assessment of tumor response to therapy: workshop report. *Cancer Res.* 2005; 65: 7041-4.

11. Newman PG, Rozycki GS. The history of ultrasound. *Surg Clin North Am.* 1998; 78: 179-95.

años 60 aparecieron los primeros ecógrafos con imagen en tiempo real, en modo de escala de grises. Con la posterior aparición de la TC y la RM la ecografía quedó relegada temporalmente en un segundo plano. En la actualidad los transductores de alta frecuencia permiten una elevada resolución espacial y hacen que la ecografía se convierta en la técnica de imagen de elección para el estudio de estructuras de partes blandas superficiales de pequeño tamaño, como ligamentos, tendones, etc. y como técnica complementaria de la RM en articulaciones periféricas como el hombro, en el estudio de las lesiones del manguito de rotadores. También es la técnica de elección en el cribado de la enfermedad del desarrollo de la cadera en el período neonatal previo a la osificación de la cabeza femoral. En la patología tumoral e infecciosa de partes blandas ha sido desplazada por la RM en la detección y extensión local de las lesiones, especialmente si presentan una localización profunda y gran tamaño.

La ecografía puede ser útil en tumoraciones de partes superficiales de pequeño tamaño para diferenciar su naturaleza quística o sólida, determinar su vasculatura mediante estudio con Doppler y guiar la posición de la aguja en las biopsias percutáneas.

Medicina nuclear

La aplicación clínica de la medicina nuclear para el estudio de las enfermedades musculoesqueléticas está asociada a la introducción de compuestos difosfonados marcados con tecnecio ($^{99m}\text{Tc-MDP}$) a inicios de los años 70¹².

La fijación de estos compuestos al hueso se produce en la matriz mineral ósea por un proceso de intercambio iónico. El grado de fijación y, por tanto, la captación de la lesión, están influenciados principalmente por el flujo sanguíneo y la actividad osteoblástica de la misma¹³.

12. Subramanian G, McAfee JG, Blair RJ, Mehter A, Connor T. $^{99m}\text{Tc-EHDP}$: A potential radiopharmaceutical for skeletal imaging. *J Nucl Med.* 1972; 13: 947–50.

13. Genant HK, Bautovich GJ, Singh M, Lathrop KA, Harper PV. Bone-seeking radionuclides: an in vivo study of factors affecting skeletal uptake. *Radiology.* 1974; 113: 373–82.

La imagen gammagráfica refleja la reacción metabólica que origina el proceso patológico, en la mayoría de ocasiones, de forma previa a la aparición de cambios morfológicos. Dicha característica le confiere una elevada sensibilidad, que puede ser utilizada para el cribado de diversas enfermedades del sistema musculoesquelético¹⁴. Sin embargo la gammagrafía ósea adolece de una especificidad más limitada, por lo que, a menudo, deben realizarse otros procedimientos complementarios para alcanzar el diagnóstico definitivo. La tabla 1 resume las principales aplicaciones clínicas de la gammagrafía ósea.

Tabla 1. Aplicaciones clínicas de la gammagrafía ósea

<i>Tipo de patología</i>	<i>Indicaciones</i>
Tumoral	Metástasis, tumores primarios
Infecciosa o inflamatoria	Osteomielitis, espondilodiscitis, periostitis, artritis
Metabólica ósea	Enfermedad de Paget, osteodistrofia renal, hiperparatiroidismo
Traumática	Fracturas ocultas, pseudoartrosis, entesopatías
Vascular	Osteonecrosis, infartos óseos
Miscelánea	Dolor óseo persistente no filiado mediante otras técnicas de imagen Valoración de prótesis (aflojamiento, infección) Distrofia simpático refleja

En los años 80 se introdujo la obtención de imágenes gammagráficas en planos tomográficos mediante la técnica SPECT, lo cual representó una mejora en la detección y localización de lesiones, especialmente las situadas en la columna vertebral y articulaciones periféricas¹⁵.

La tomografía por emisión de positrones, descrita por Anger¹⁶ a finales de los años 50, es una técnica de medicina nuclear que proporciona imágenes de cuerpo entero con una elevada resolución en contraste y permite obtener medi-

14. Love C, Din AS, Tomas MB, Kalapparambath TP, Palestro CJ. Radionuclide bone imaging: an illustrative review. *Radiographics*. 2003; 23: 341–58.

15. Collier BD Jr, Hillman RS, Krasnow AZ. Bone SPECT. *Sem Nucl Med*. 1987; 17: 247–66.

16. Anger HO. Scintillation and positron cameras. *U Cal Res Lab*. 1959; 96: 40.

ciones absolutas de la captación del trazador radioactivo¹⁷. El que se utiliza de forma rutinaria, la fluor-18-fluorodesoxiglucosa (FDG), es transportado al interior de las células mediante los transportadores de glucosa. La captación celular de glucosa está relacionada con la tasa de actividad metabólica glucídica celular y el número de transportadores. Las neoplasias malignas presentan habitualmente un aumento significativo del metabolismo glucídico en comparación con los tejidos normales. En caso de inflamación también puede producirse un aumento de la captación del trazador debido a la mediación de citocinas y factores de crecimiento¹⁸.

La PET con fluor-18-fluorodesoxiglucosa (FDG-PET) presenta algunas ventajas en relación con las técnicas convencionales de medicina nuclear:

1. La captación fisiológica del trazador en el sistema musculoesquelético es baja y, por tanto, facilita la diferenciación entre la médula ósea hematopoyética normal y los infiltrados inflamatorios celulares; problema inherente a la gammagrafía con leucocitos marcados.
2. La enfermedad articular degenerativa presenta una escasa captación, comparada con la patología tumoral o infecciosa.
3. La acumulación del trazador en las lesiones tumorales refleja la captación directa por el tumor en contraposición con la actividad de la gammagrafía convencional, la cual traduce la formación de hueso nuevo en respuesta a la destrucción ósea tumoral¹⁹.
4. Es más sensible que la gammagrafía ósea convencional en la detección de metástasis osteolíticas. Estas lesiones tienen avidez para la FDG y no presentan actividad osteoblástica, por lo que no captan ^{99m}Tc-MDP; no obstante la

17. Palestro CJ, Love C, Schneider R. The evolution of nuclear medicine and the musculoskeletal system. *Radiol Clin N Am*. 2009; 47: 505–32.

18. Love C, Tomas MB, Tronco GG, Palestro CJ. FDG-PET of infection and inflammation. *Radiographics*. 2005; 25:1357–68.

19. Dasgeb B, Mulligan MH, Kim CK. The current status of bone scintigraphy in malignant diseases. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2007; 11: 301–11.

gammagrafía convencional es más sensible que esta técnica para la detección de metástasis osteoblásticas. Este tipo de metástasis son menos celulares, motivo por el cual captan menos glucosa y presentan una elevada actividad osteoblástica, lo que justifica su intensa captación gammagráfica.

5. Detecta la afectación tumoral extraósea.

El valor de esta técnica para el diagnóstico inicial de los tumores musculoesqueléticos primarios mesenquimatosos es limitado. La intensidad de la captación de las lesiones benignas es variable. Las lesiones benignas altamente celulares que contienen histiocitos o células gigantes, como el osteoblastoma, el tumor pardo, el quiste óseo aneurismático o la osteomielitis pueden presentar un aumento de la captación del trazador y no siempre es posible diferenciar entre benignidad o malignidad, por lo que no puede sustituir a la biopsia²⁰.

Técnicas híbridas

Los avances que ha experimentado la medicina nuclear en cuanto a trazadores y sistemas de imagen han posibilitado un mejor conocimiento de la función de las lesiones óseas pero no del detalle anatómico. La integración de la imagen funcional de los trazadores y morfológica de la TC o la RM es posible mediante las técnicas híbridas, en las que en el mismo aparato se obtienen ambos tipos de imágenes y posteriormente se fusionan. En la actualidad, las dos más difundidas son la SPECT-TC y la PET-TC.

La primera ofrece una correlación directa entre la captación del trazador y la estructura anatómica (fig. 3), por lo que reduce el número de alteraciones gammagráficas indeterminadas en la gammagrafía planar o la SPECT y mejora la exactitud diagnóstica de la prueba²¹.

20. Aoki J, Watanabe H, Shinozaki T, Takagishi K, Ishijima H, Oya N et al. FDG PET of primary benign and malignant bone tumors: standardized uptake value in 52 lesions. *Radiology*. 2001; 219: 774–7.

21. Römer W, Nömayr A, Uder M, Bautz W, Kubert T. SPECT-guided CT for evaluating foci of increased bone metabolism classified as indeterminate on SPECT in cancer patients. *J Nucl Med*. 2006; 47: 1102–6.

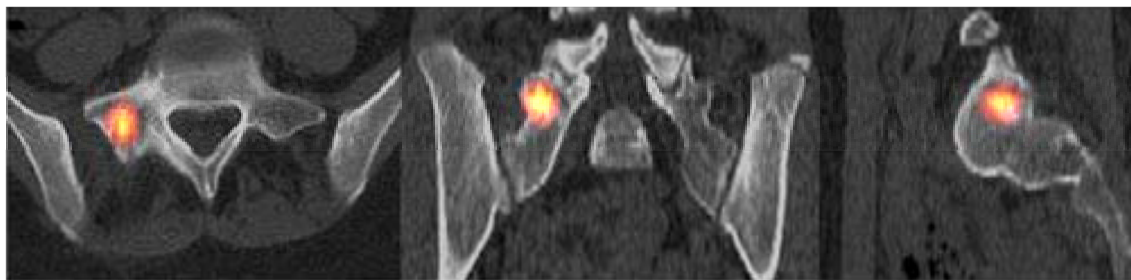


Figura 3. SPECT-TC. Fusión de la captación gammagráfica con las imágenes de TC en un osteoblastoma situado en la primera vertebra sacra. Imagen axial (izquierda), coronal (centro) y sagital (derecha).

La segunda ofrece una exactitud diagnóstica excelente en la estadificación de diversos tumores malignos, como el carcinoma de pulmón no microcítico, el linfoma, el cáncer de mama o el melanoma y ofrece información adicional en relación a las técnicas de estadificación convencional²². Sin embargo, carece de la especificidad suficiente para diferenciar la captación debida a diseminación metastásica, de la producida por lesiones benignas como las postraumáticas, procesos inflamatorios o algunos tumores benignos. Por tanto, en ocasiones, debe realizarse biopsia de las lesiones detectadas por PET-TC, especialmente aquellas que pueden cambiar la estadificación tumoral o la decisión terapéutica, como por ejemplo en casos de lesión única o cuando existe disociación entre la captación y los hallazgos morfológicos (fig. 4).

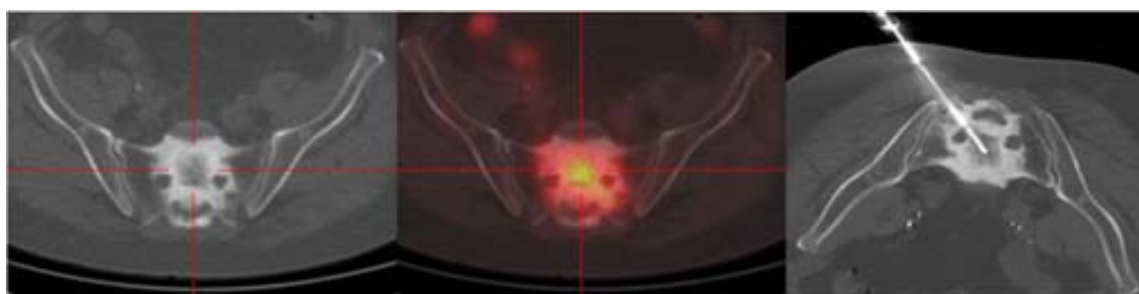


Figura 4. PET-TC. Imagen axial de TC en la que se aprecia una lesión osteolítica con marcada esclerosis ósea periférica en el sacro (izquierda). Fusión de la captación de la PET con la imagen morfológica axial de TC que indica la localización del componente metabólicamente activo de la lesión (centro). Imagen axial de TC en la que se observa la posición de la aguja de biopsia en el interior de la porción de la lesión metabólicamente activa.

22. Subedi N, Scarsbrook A, Darby M, Korde K, Mc Shane P, Muers MF. The clinical impact of integrated FDG PET-CT on management decisions in patients with lung cancer. *Lung Cancer*. 2009; 64: 301–7.

En conclusión, los avances tecnológicos experimentados por las técnicas de imagen han aportado una mayor sensibilidad y por tanto un diagnóstico precoz de las lesiones musculoesqueléticas tal como auguraba el doctor James Ewing²³:

“... it is much more likely that a steady reduction in the mortality from cancer will come chiefly from a large number of separate factors, of which the most significant appear to be increased control of the conditions leading to cancer, more general recognition of the preliminary stages of the disease, early diagnosis, and treatment of the established disease”.

A pesar de estos avances, existen pocas lesiones del sistema musculoesquelético que puedan ser diagnósticas con certeza basándose exclusivamente en los datos clínicos, analíticos y de imagen. Incluso en aquellas lesiones en las que el diagnóstico es de alta probabilidad, las implicaciones para el tratamiento pueden ser de tal relevancia que es necesario alcanzar un diagnóstico de seguridad. En esta situación, la biopsia adquiere un valor determinante para realizar un diagnóstico definitivo y planificar el tratamiento adecuado.

3.2. Biopsia. Definición y técnicas

El término *biopsia* hacía referencia inicialmente al examen de una muestra de tejido de un ser vivo, por parte del patólogo, para completar el diagnóstico. Con el paso del tiempo su significado se ha ampliado, incluyendo el proceso de extracción de la muestra²⁴.

El objetivo que debe alcanzar una biopsia es obtener el material suficiente para realizar un diagnóstico correcto sin comprometer el procedimiento quirúrgico ni

23. Zantinga AR, Coppes MJ. James Ewing (1866–1943): ‘the chief’. *Med Pediatr Oncol*. 1993; 21: 505–10.

24. Stoker DJ. Bone Biopsy. En: Resnick D, Pettersson H, editors. *NICER series on diagnostic imaging. Skeletal radiology*. Merit Communications; 1992. p. 81-92.

el desenlace clínico²⁵. Las técnicas de biopsia pueden clasificarse en dos tipos: la quirúrgica o abierta y la percutánea o cerrada.

3.2.1. Biopsia quirúrgica o abierta

La realiza el cirujano ortopédico en el quirófano e implica efectuar una incisión cutánea. Permite obtener una amplia muestra de tejido. En la mayoría de las series su exactitud diagnóstica es superior al 90%²⁶, por lo que se considera la técnica más fiable. Sin embargo, se ha descrito una tasa de complicaciones locales del 17,3% y en el 8,5% de los casos produce efectos adversos en cuanto al pronóstico²⁷. Estudios económicos de los distintos tipos de biopsia demuestran que la biopsia quirúrgica genera un coste entre cuatro y siete veces superior a la biopsia percutánea^{26,28}. Existen tres tipos de biopsia quirúrgica: incisional, escisional y peroperatoria.

Biopsia incisional

La biopsia incisional consiste en la obtención quirúrgica de una muestra de tejido bajo visión macroscópica directa de la lesión. Los compartimentos anatómicos libres de tumor no deben ser expuestos y el trayecto de la biopsia debe ser resecado en la intervención quirúrgica definitiva. Durante mucho tiempo la biopsia incisional ha sido la técnica de elección para el diagnóstico de la patología tumoral. En los últimos años, con la progresiva introducción de la biopsia percutánea, la incisional se postula como la técnica de elección si no se consigue llegar al diagnóstico con la percutánea.

Biopsia escisional

La biopsia escisional consiste en la exéresis completa de la lesión. Debe reali-

25. Springfield DS, Rosemberg A. Biopsy: complicated and risky. *J. Bone Joint Surg Am.* 1996; 78: 639-643.

26. Skrzynski MC, Biermann JS, Montag A, Simon MA. Diagnostic accuracy and charge-savings of outpatient core needle biopsy compared with open biopsy of musculoskeletal tumors. *J Bone Joint Surg Am.* 1996; 78: 644-9.

27. Mankin HJ, Lange TA, Spanier SS. The hazards of biopsy in patients with malignant primary bone and soft-tissue tumors. *J Bone and Joint Surg Am.* 1982; 64: 1121-7.

28. Fraser-Hill MA, Renfrew DL, Hilsenrath PE. Percutaneous needle biopsy of musculoskeletal lesions. 2. Cost-effectiveness. *AJR Am J Roentgenol.* 1992; 158: 813-8.

zarse exclusivamente en tumores en los que el estudio clínico y radiológico previo es concluyente de benignidad. En los casos en que el resultado anatomopatológico de la biopsia indique malignidad debe realizarse una revisión quirúrgica del lecho tumoral para obtener unos márgenes de resección libres de tumor.

Biopsia peroperatoria

En este tipo de biopsia se realiza la extracción quirúrgica de una parte del tumor. El tejido obtenido es analizado de forma inmediata mediante cortes de congelación con microtomo. En función del resultado anatomopatológico, se decide proceder con el tratamiento más adecuado.

3.2.2. Biopsia percutánea o cerrada

Se realiza mediante una aguja que se introduce a través de la piel hasta la lesión, por lo que no requiere incisión cutánea o, en caso de agujas de calibre grueso, puede realizarse una incisión menor de 1 cm. de longitud. La cantidad de material obtenido suele ser menor que en la biopsia quirúrgica, por lo que es esencial seleccionar las áreas de la lesión donde se realizará la extracción en función de la información que ofrece el estudio de imagen previo y disponer de una técnica de imagen guía para comprobar la posición correcta de la aguja.

El principal inconveniente de la biopsia percutánea es el amplio rango en cuanto a la exactitud diagnóstica constatada en distintos estudios, que oscila entre el 68% y el 96%²⁹. Conlleva una menor morbilidad que la biopsia quirúrgica y la mayoría de trabajos refieren una tasa de complicaciones inferior al 5%³⁰. Otras ventajas son la posibilidad de realizarla, en la mayoría de ocasiones, de forma ambulatoria con anestesia local, el menor compromiso sobre una posible intervención posterior y el menor coste.

29. Gogna A, Peh WC, Munk PL. Image-guided musculoskeletal biopsy. *Radiol Clin N Am.* 2008; 46: 455-473.

30. Huang AJ, Kattapuram SV. Musculoskeletal neoplasms: biopsy and intervention. *Radiol Clin N Am.* 2011; 49: 1287-305.

Se pueden obtener dos tipos de muestra: material líquido para estudio citológico y material sólido o fragmento de tejido para estudio histológico. Mediante el estudio citológico se analizan las células sin poder evaluar la estructura del tejido, mientras que el histológico permite analizar la arquitectura tisular.

Existen tres técnicas de biopsia percutánea: La punción aspirativa con aguja fina, la biopsia de tejidos blandos mediante agujas con sistema de corte y la biopsia ósea con agujas gruesas³¹.

Punción aspirativa

Con esta técnica se suelen utilizar agujas de calibre 22-20 G. Para lesiones situadas a más de 10 cm de profundidad se recomienda utilizar un calibre mínimo de 20 G, para evitar que la aguja se doble en el trayecto. Se puede obtener material líquido de colecciones, de masas de partes blandas o de lesiones óseas (fig. 5) y analizarlo mediante estudio citológico o microbiológico.

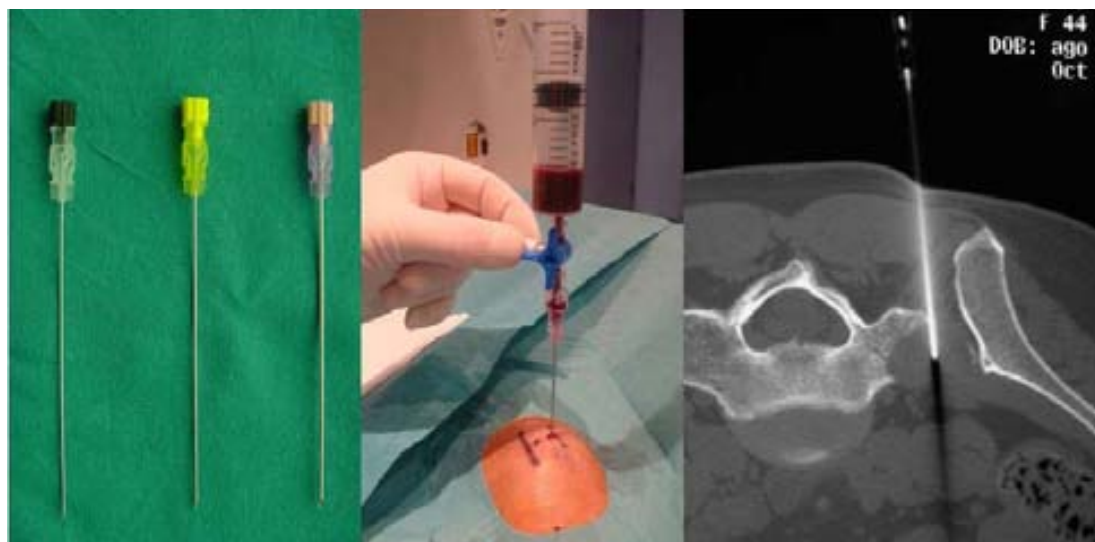


Figura 5. Agujas finas. Agujas de 22 G (negra), 20 G (amarilla) y 18 G (rosa) (izquierda). Aguja de 18 G con la que se practica aspiración de material hemático (centro). Imagen de TC de comprobación de la posición de la aguja fina en una lesión osteolítica (derecha).

31. Kattapuram SV, Rosenthal DI. Percutaneous biopsy of skeletal lesions. *AJR Am J Roentgenol.* 1991; 157: 935-42.

Es el tipo de punción de menor agresividad para el paciente y se utiliza de forma habitual ante la sospecha de metastásicas líticas y para el análisis de materiales líquidos.

Biopsia de tejidos blandos mediante agujas con sistema de corte

La estructura de las agujas con un sistema de corte consiste en una aguja interna que presenta una hendidura en su porción distal para alojar el cilindro de tejido blando que se desea extraer (fig. 6). Esta aguja está cubierta externamente por una cánula que presenta un extremo cortante. Cuando la aguja interna está situada en el interior de la lesión se puede activar manualmente el mecanismo para que la cánula externa se desplace rápidamente hacia el extremo distal de la aguja interna de forma similar a una guillotina y corte el tejido depositado en la hendidura de la aguja interna, separándolo del resto de tejido.

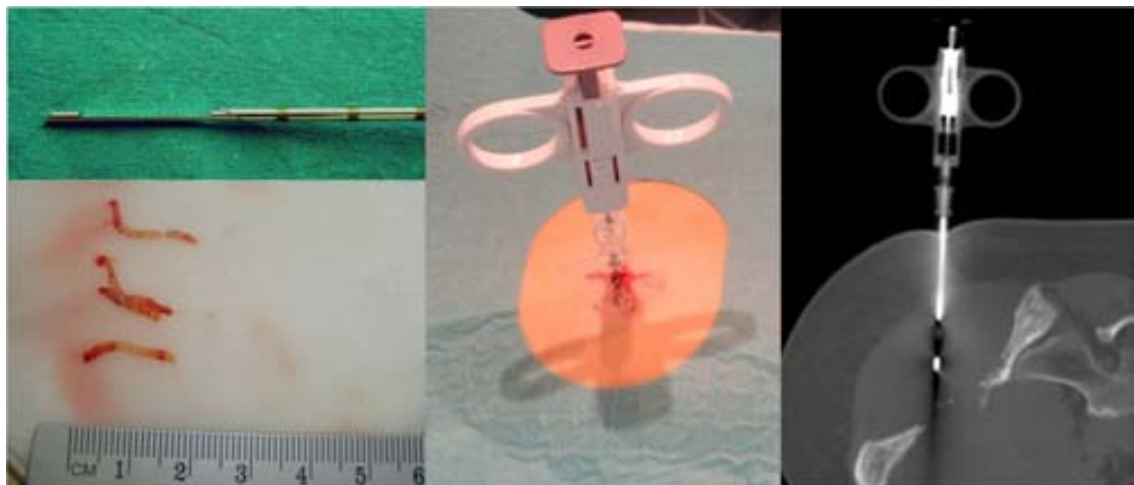


Figura 6. Aguja con sistema de corte. Detalle de la aguja interna con la hendidura para depositar el cilindro de tejido blando y de la cánula cortante externa. Cilindros de tejido blando extraídos (izquierda). Imagen del mango de la aguja con el dispositivo (color lila) para activar el corte (centro). Imagen de TC de la comprobación de la posición de la aguja.

Las agujas con sistema de corte se pueden utilizar para obtener cilindros de tejido blando en masas de partes blandas y en lesiones óseas en las que el hueso no tiene la suficiente consistencia para ser extraído con la aguja de biopsia ósea. Los calibres más utilizados son los de 14 y 16 G.

En las lesiones de partes blandas superficiales y de pequeño tamaño la aguja con sistema de corte no tiene el espacio suficiente para poder efectuar su recorrido y puede ser de utilidad el dispositivo de biopsia en sacabocados utilizado en dermatología (fig. 7).

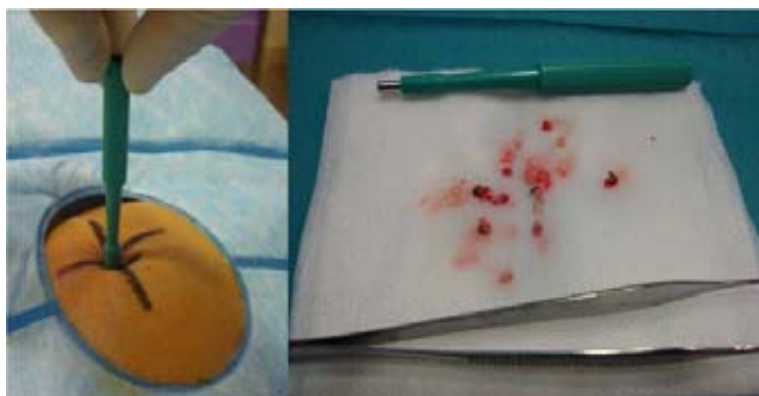


Figura 7. Dispositivo de biopsia cutánea en sacabocados, con el que se extrae una muestra de una lesión superficial (izquierda). Detalle del extremo de la aguja y del material obtenido (derecha).

Biopsia ósea con agujas gruesas

Estas agujas tienen un calibre que oscila entre 14 y 8 G y la punta suele ser cónica para facilitar la retención del cilindro óseo al retirar la aguja (fig. 8).



Figura 8. Aguja de biopsia ósea. Imagen de TC para comprobar la localización de la aguja (izquierda). Imagen de la aguja introducida (centro, izquierda). Detalle del extremo de la aguja de forma cónica con cilindro óseo en su interior (centro, derecha). Aguja y cilindros óseos obtenidos (derecha).

Este material se utiliza en aquellos casos en los que la lesión tiene una consistencia suficientemente elevada para permitir extraer un cilindro óseo, que puede remitirse para estudio histológico y microbiológico. Para el análisis histomorfométrico de la patología ósea metabólica se precisan agujas de 2-3 G para obtener cilindros óseos de 5-7 mm. de grosor y 15 mm. de longitud que incluyan las dos corticales del hueso (fig. 9).

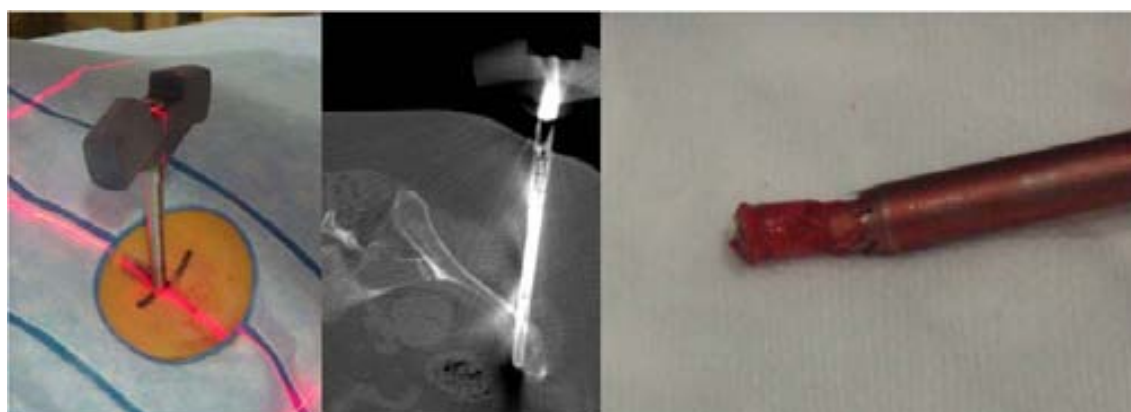


Figura 9. Biopsia para estudio histomorfométrico de patología ósea metabólica con aguja gruesa. Imagen de la aguja introducida (izquierda). Imagen de TC para comprobar la posición de la aguja en la cresta iliaca (centro). Detalle del extremo de la aguja de morfología cónica y perfil en *dientes de sierra* con el cilindro óseo obtenido (derecha).

Sistema coaxial

Para alcanzar un rendimiento diagnóstico óptimo se recomienda la extracción de tres cilindros óseos o cuatro cilindros en las lesiones de partes blandas³². En cualquiera de las técnicas de biopsia mencionadas, para obtener varias muestras sin tener que repetir el proceso de introducción de la aguja cada vez desde el principio, es útil utilizar un sistema coaxial (fig. 10) que disponga de una cánula de trabajo; una vez introducida hasta la superficie de la lesión, a través de ella se desliza la aguja de biopsia las veces que sea necesario para obtener el número de muestras que se consideren oportunas.

32. Wu JS, Goldsmith JD, Horwich PJ, Shetty SK, Hochman MG. Bone and soft-tissue lesions: what factors affect diagnostic yield of image-guided core-needle biopsy? *Radiology*. 2008; 248: 962–70.



Figura 10. Componentes de un sistema de biopsia coaxial. Cánula de trabajo (mango azul), aguja de biopsia con sistema de corte y aguja fina para aspiración (izquierda). La aguja fina se introduce a través de la cánula de trabajo (centro). La aguja de biopsia también se introduce a través de la cánula de trabajo (derecha).

Mediante este sistema se pueden realizar varias extracciones de material líquido y de cilindro óseo (fig. 11), de material líquido y de tejido blando (fig. 12) o de los 3 tipos de material si la lesión lo permite.

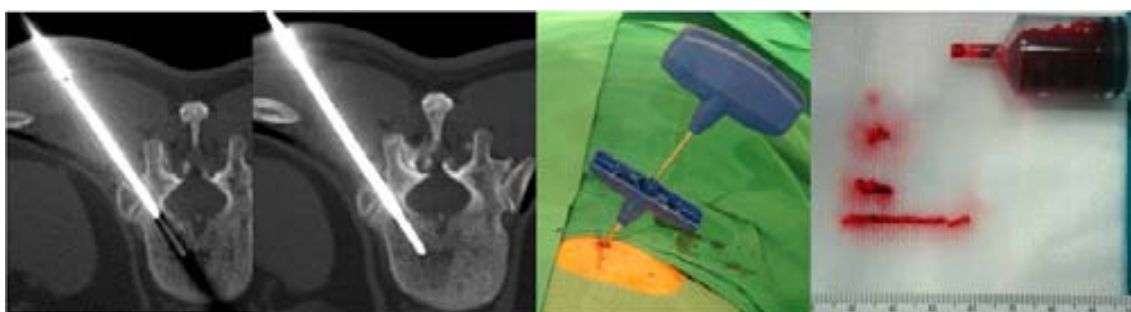


Figura 11. Sistema coaxial con aguja fina y aguja de biopsia ósea. Imagen de TC que muestra la cánula de trabajo en el pedículo vertebral y la aguja fina que pasa por su interior hasta el cuerpo vertebral (izquierda). Imagen de TC que muestra la aguja de biopsia introducida hasta el cuerpo vertebral a través de la cánula de trabajo (centro, izquierda). Imagen de la cánula de trabajo y de la aguja de biopsia ósea introducidas (centro, derecha). Material obtenido: cilindros óseos y grumos hemáticos obtenidos mediante aspiración con la jeringa (derecha).

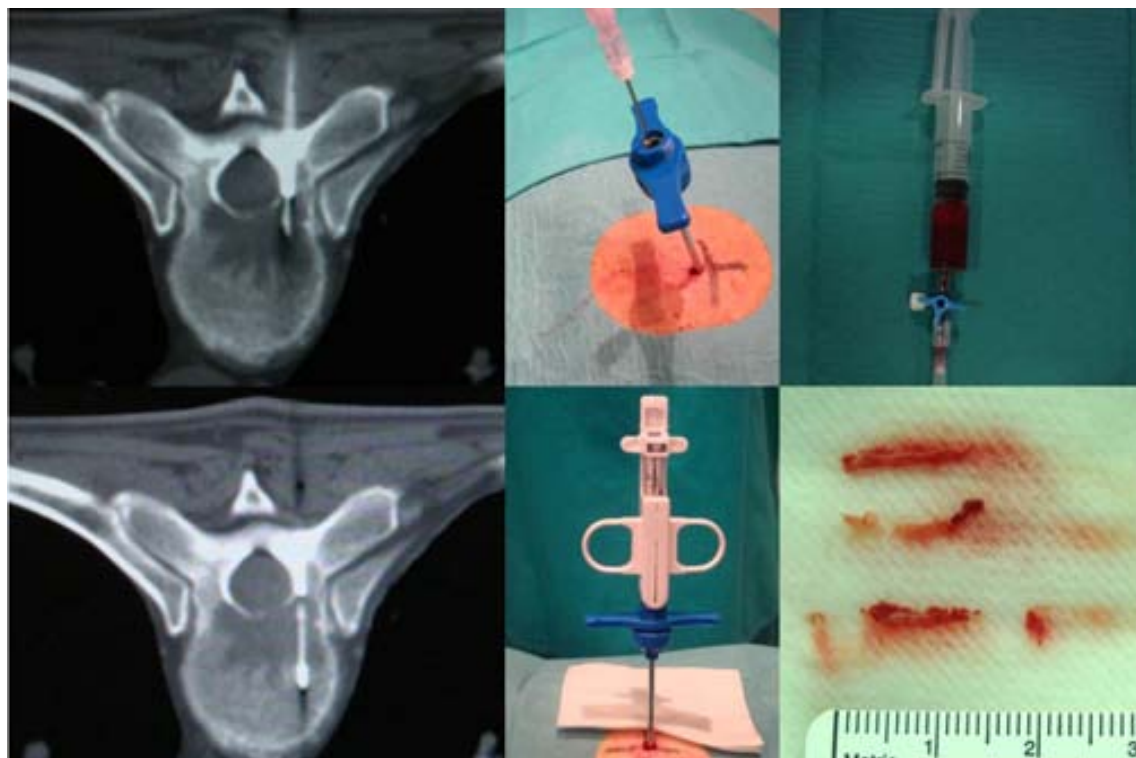


Figura 12. Sistema coaxial con aguja fina y aguja de corte de tejidos blandos de una lesión osteolítica vertebral. Imagen axial de TC en la que se observa la cánula de trabajo situada en el pedículo y la aguja fina en el interior de la lesión osteolítica (superior, izquierda). Cánula de trabajo con la aguja fina en su interior (superior, centro). Grumos hemáticos obtenidos mediante aspiración (superior, derecha). Imagen axial de TC que muestra la cánula de trabajo en el interior del pedículo y la aguja de corte en el interior de la lesión (inferior, izquierda). Cánula de trabajo introducida con la aguja de corte en su interior (inferior, centro). Cilindros obtenidos (inferior, derecha).

3.3. La perspectiva histórica

Las primeras biopsias musculoesqueléticas consistieron en aspirados de médula ósea para estudios hematológicos. Pianese, en el año 1903, obtuvo la primera muestra de médula ósea con fines diagnósticos³³. La biopsia percutánea de lesiones óseas focales fue descrita por primera vez por Martin y Ellis en 1930³⁴, utilizando aguja de un calibre de 18 G, para aspirar el componente de partes blandas de tumores óseos. En los años cuarenta se introdujeron distintos modelos de agujas gruesas para la realización de biopsias óseas^{35,36}.

33. Parapia LA. Trepanning or trephines: a history of bone marrow biopsy. *Br J Haematol.* 2007; 139:14–9.

34. Martin HE, Ellis EB: Biopsy by needle puncture and aspiration. *Ann Surg.* 1930; 92: 169-181.

35. Turkel H, Bethell FH. Biopsy of bone marrow performed by a new and simple instrument. *J Lab Clin Med.* 1943; 28: 1246-51.

36. Ellis F. Needle biopsy in the clinical diagnosis of tumors. *Br J Surg.* 1947; 34: 240-61.

Inicialmente, las biopsias óseas se practicaron sin control de imagen. Snyder y Coley, en 1945, aplicaron la técnica descrita por Martin y Ellis combinada con un control radiográfico y fluoroscópico³⁷. En 1970, Lalli describió el procedimiento de biopsia percutánea guiado mediante control fluoroscópico³⁸.

La utilidad de la TC para determinar la localización de las lesiones antes de realizar una biopsia fue descrita por Haaga y Alfidi en 1976³⁹. Cinco años más tarde, Adapon (1981) la introdujo como técnica de imagen en la biopsia vertebral percutánea⁴⁰; desde entonces se ha convertido en la técnica de imagen guía más utilizada para la realización de biopsias musculoesqueléticas. El desarrollo tecnológico de los equipos, así como de los materiales de biopsia, ha permitido obtener muestras de la práctica totalidad del sistema musculoesquelético con resultados satisfactorios y escasas complicaciones.

Durante la década de los 90, la ecografía se ha convertido en una alternativa y permite biopsiar lesiones de partes blandas y lesiones óseas con componente de partes blandas asociado. El uso del Doppler en color permite seleccionar las zonas sólidas y más vascularizadas para obtener las muestras más adecuadas en caso de tumores⁴¹.

3.4. Indicaciones de la biopsia percutánea

La indicación de la biopsia percutánea debe establecerse después del análisis exhaustivo de la historia clínica y de las pruebas de imagen. El escenario ideal es el abordaje multidisciplinario en el marco de un comité de tumores. Como norma general está indicada en aquellas lesiones en las que el estudio clínico y

37. Snyder RE, Coley BL. Further studies on the diagnosis of bone tumors by aspiration biopsy. *Surg Gynecol Obstet.* 1945; 80: 517-22.

38. Lalli AF. Roentgen-guided aspiration biopsies of skeletal lesions. *J Can Assoc Radiol.* 1970; 21: 71-3.

39. Haaga JR, Alfidi RJ. Precise biopsy localization by computed tomography. *Radiology.* 1976;118: 603-7.

40. Adapon BD, Legada BD Jr, Lim EV, Silao JV Jr, Dalmacio-Cruz A. CT-guided closed biopsy of the spine. *J Comput Assist Tomogr.* 1981; 5: 73-8.

41. Rubens DJ, Fultz PJ, Gottlieb RH, Rubin SJ. Effective ultrasonographically guided intervention for diagnosis of musculoskeletal lesions. *J Ultrasound Med.* 1997; 16: 831-42.

de imagen no permite alcanzar un diagnóstico y la realización de la biopsia puede influir en el tratamiento del paciente. A pesar de que a continuación se exponen una serie de situaciones en las que se recomienda su indicación, ésta debe individualizarse, atendiendo a las circunstancias de cada paciente.

3.4.1. Indicaciones

La tabla 2 resume las principales indicaciones de la biopsia musculoesquelética percutánea guiada por TC.

Tabla 2. Principales indicaciones de la biopsia ósea percutánea

<i>Indicaciones</i>
Determinar la naturaleza de una lesión ósea o de partes blandas solitaria con hallazgos de imagen inespecíficos
Confirmar o excluir la presencia de metástasis óseas en un paciente con un tumor primario conocido
Simplificar la búsqueda de un tumor primario en un paciente con múltiples lesiones óseas sospechosas de metástasis
Excluir la malignidad en caso de un colapso vertebral por compresión
Investigar la causa de una fractura patológica
Evaluar una posible recidiva tumoral
Establecer el origen de lesiones detectadas mediante RM o técnicas de medicina nuclear que no tienen traducción en una radiografía simple o una TC
Estudio de las alteraciones del metabolismo óseo

La biopsia puede ser el único método para descartar malignidad o infección en aquellos casos en los que la información clínica y el estudio de imagen sean inespecíficos. Existen varios contextos clínicos en los que la biopsia puede ser necesaria en pacientes con sospecha de metástasis y tumor primario conocido⁴²:

42. Carrasco CH, Charnsangavej C, Richi WR, Wallace S. Bone biopsy. En: Dondelinger RF, Rossi P, Kurdziel JC, Wallace S, editors. *Interventional Radiology*. New York: Thieme Medical Publishers; 1990. p. 58-63.

1 Pacientes con neoplasia conocida en los que se detecta una lesión ósea solitaria, cuyo diagnóstico puede influir en la decisión terapéutica. Por ejemplo, en un paciente con carcinoma de colon y múltiples metástasis hepáticas y pulmonares, la aparición de lesiones osteolíticas no hace necesaria la realización de biopsia ya que no altera la conducta terapéutica. Sin embargo, en un paciente con carcinoma de colon, sin metástasis en vísceras sólidas pero con una o varias lesiones osteolíticas, debe ser considerada la biopsia, puesto que el resultado puede modificar la estadificación y la actitud terapéutica.

2 Detección de lesiones óseas sospechosas de metástasis, que entran en contradicción con el estadio bajo del tumor primario.

3 Presentación radiológica atípica como, por ejemplo, lesiones osteolíticas en un paciente con neoplasia de próstata.

4 Pacientes con dos neoplasias primarias conocidas en los que la presencia de posibles metástasis óseas pudiera tener distinta implicación pronóstica y terapéutica en función de la estirpe celular de la lesión metastásica.

En los pacientes en los que se detectan múltiples lesiones óseas sospechosas de metástasis óseas y no existe un tumor primario conocido, la realización de una biopsia puede simplificar la búsqueda del tumor primario.

Se han descritos signos radiológicos en las distintas técnicas de imagen que ayudan a diferenciar el colapso vertebral benigno del maligno^{6,43,44,45}. Sin embargo en ocasiones es necesario realizar biopsia para determinar con seguridad la naturaleza de lesión.

El diagnóstico del origen de las fracturas patológicas es esencial para planificar

43. Laredo JD, Lakhdari K, Bellaïche L, Hamze B, Jankiewicz P, Tubiana JM. Acute vertebral collapse: CT findings in benign and malignant nontraumatic cases. *Radiology*. 1995; 194: 41-8.

44. Shih TT, Huang KM, Li YW. Solitary vertebral collapse: distinction between benign and malignant causes using MR patterns. *J Magn Reson Imaging*. 1999; 9: 635-42.

45. Baur-Melnyk A. Malignant versus benign vertebral collapse: are new imaging techniques useful? *Cancer Imaging*. 2009; 9: S49-51.

correctamente el tratamiento. Un tratamiento quirúrgico inadecuado sin diagnóstico preoperatorio puede comprometer la conservación de la extremidad y agravar el pronóstico. El rendimiento diagnóstico de la biopsia percutánea en las fracturas patológicas aumenta si existe un componente de partes blandas asociado a la fractura⁴⁶.

En los pacientes con tumores en remisión tras el tratamiento, en los que se detecta de nuevo la aparición de lesión, la biopsia es necesaria para descartar posible recidiva tumoral²⁹.

El desarrollo tecnológico ha originado la aparición de técnicas de imagen más sensibles, como la RM, la SPECT-TC, o la PET-TC. Sin embargo, estas técnicas carecen de elevada especificidad por lo que cada vez, con mayor frecuencia, deben biopsiarse lesiones así detectadas en las que la radiografía simple y la TC son normales (fig. 13).

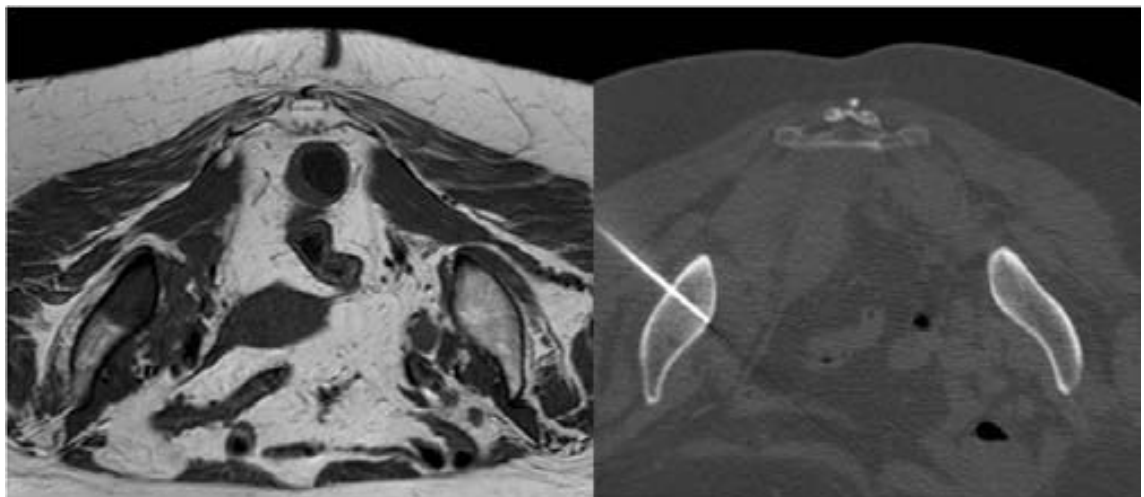


Figura 13. Imagen axial de RM potenciada en T1 con visión del paciente en decúbito prono, en la que se observa una disminución de la señal de resonancia de la parte posterior del hueso ilíaco derecho en localización supraacetabular (izquierda). Imagen axial de TC con el paciente en decúbito prono en la que se observa la posición de la aguja de biopsia y la ausencia de alteraciones óseas significativas (derecha).

46. Datir A, Pechon P, Saifuddin A. Image-guided percutaneous biopsy of pathologic fractures: a retrospective analysis of 129 cases. *AJR Am J Roentgenol*. 2009; 193: 504-8.

En algunas ocasiones estas imágenes corresponden a lesiones benignas. Sin embargo, pueden representar también la fase inicial de lesiones infiltrativas malignas como las metástasis, el mieloma o el linfoma⁴⁷.

El análisis histomorfométrico del fragmento óseo obtenido mediante biopsia ósea transilíaca, previo doble marcaje con tetraciclina y procesado sin descalcificar, es el patrón de referencia para el estudio de las enfermedades metabólicas óseas⁴⁸.

3.4.2. Lesiones que no deben biopsiarse

En la literatura se describen un grupo de lesiones bajo las expresiones inglesas *don't touch lesions*⁴⁹ o *leave me alone lesions*⁵⁰, cuyo aspecto radiológico es tan característico que no es necesaria la biopsia para establecer el diagnóstico. En caso de practicarse, no sólo comporta un coste y morbilidad innecesarios, sino que puede inducir a errores diagnósticos y a tratamientos inadecuados. En la tabla 3 se mencionan los tipos de lesiones que no deberían biopsiarse.

Tabla 3. Lesiones que no deben biopsiarse

<i>Tipos de lesiones</i>
Lesiones postraumáticas
Variantes anatómicas
Lesiones claramente benignas

Lesiones postraumáticas como la miositis osificante o por avulsión suelen presentar un cuadro clínico-radiológico característico, pero en ocasiones pueden confundirse con tumores malignos.

47. Ghelman B. Biopsies of the musculoskeletal system. *Radiol Clin North Am.* 1998; 36: 567-80.

48. Velásquez-Forero FH. Histomorfometría de la biopsia ósea previo marcaje y procesada sin descalcificar. *Patología Revista Latinoamericana.* 2009; 47: 108-17.

49. Helms CA. *Fundamentals of skeletal Radiology.* 1st ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1989.

50. Yochum TR, Rowe LJ. *Essentials of skeletal Radiology.* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

Es importante realizar el diagnóstico basándose en los datos clínicos y radiológicos, ya que el aspecto histológico de estas lesiones puede ser agresivo y simular un sarcoma. El conocimiento de las características radiológicas, de su localización anatómica típica y el antecedente clínico de un traumatismo, de práctica deportiva o actividad inusual establece el diagnóstico.

Existen numerosas variantes anatómicas que a menudo se confunden con procesos patológicos; su conocimiento (fig. 14) evita la realización de biopsia y otros procedimientos diagnósticos y terapéuticos⁵¹.



Figura 14. Pseudotumor deltoideo. Radiografía simple de húmero izquierdo en proyección anteroposterior, que demuestra un engrosamiento y radiolucencia de la cortical externa del tercio medio de la diáfisis humeral, en la localización de la inserción del músculo deltoides (izquierda). Imagen coronal de TC en la que se puede apreciar con mayor detalle el engrosamiento y radiolucencia de la cortical del húmero en la zona de inserción del deltoides (derecha), que corresponde a una variante anatómica y no debe ser confundido con un tumor.

Algunas lesiones musculoesqueléticas presentan unas características radiológicas concluyentes de benignidad, como los defectos fibrosos corticales, fibro-

51. Morgan H, Damron T, Cohen H, Allen M. Pseudotumor deltoideus: a previously undescribed anatomic variant at the deltoid insertion site. *Skeletal Radiol.* 2001; 30: 512-8.

mas no osificantes (fig. 15), etc. y no es necesaria la realización de biopsia puesto que su resultado no modificará la conducta a seguir.

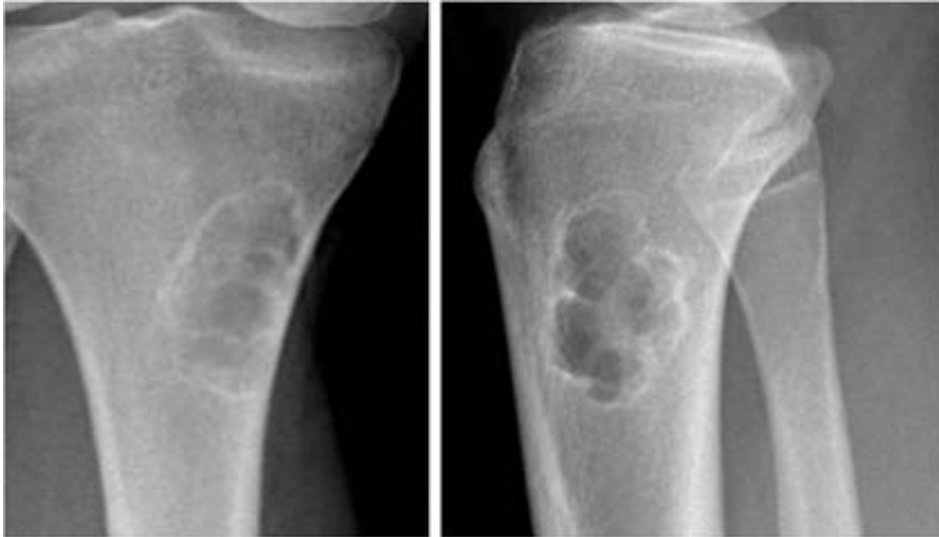


Figura 15. Radiografía simple anteroposterior (izquierda) y lateral (derecha) del extremo proximal de la tibia de un niño en el que de forma incidental se detecta una lesión osteolítica excéntrica en contacto con la cortical, de margen escleroso, fino, polilobulado y con septos internos, compatible con una lesión benigna, probablemente fibroma no osificante.

3.4.3. Contraindicaciones

Las principales contraindicaciones vienen reflejadas en la tabla 4.

Tabla 4. Contraindicaciones de la biopsia percutánea musculoesquelética

Contraindicaciones
Alteración de la coagulación no corregida
Incapacidad del paciente para mantenerse inmóvil en la posición adecuada
Imposibilidad para encontrar una vía de abordaje accesible y segura
Volumen corporal excesivo que impide alcanzar la lesión por longitud insuficiente de las agujas de punción
Lesión muy pequeña
Lesión hipervascularizada en la columna cervical o torácica

En los pacientes que presentan alteraciones de la coagulación no debe realizarse biopsia percutánea hasta que esta alteración se haya corregido.

Algunos pacientes no pueden mantenerse inmóviles en la posición adecuada para realizar la biopsia, como por ejemplo en niños, lesiones muy dolorosas o pacientes con deficiencia mental. En estos casos puede ser necesario asociar al anestésico local una sedación o anestesia general para poder realizar el procedimiento.

Deben evitarse los abordajes inaccesibles o inseguros con alto riesgo iatrogénico, como las lesiones blásticas situadas en la porción anterior del cuerpo vertebral, adyacente a aorta o lesiones blásticas costales.

De forma muy infrecuente puede ocurrir que la longitud de la aguja de biopsia no sea suficiente para alcanzar una lesión profunda en un paciente con gran volumen corporal.

No es aconsejable intentar realizar biopsia percutánea de lesiones de pocos milímetros de diámetro debido a la baja probabilidad de obtener una muestra adecuada.

Las lesiones hipervasculares en la columna cervical y torácica presentan un riesgo elevado de complicación hemorrágica y compresión medular al realizar una biopsia percutánea.

3.5. Planificación de la biopsia

El proceso de planificación de la biopsia es determinante para obtener un diagnóstico correcto y evitar errores que puedan tener implicaciones en el pronóstico de la enfermedad.

En condiciones ideales debe ser realizada en el centro donde se instaure posteriormente el tratamiento, en el contexto de un abordaje multidisciplinario y

con una planificación coordinada entre los distintos especialistas; de no proceder así, se ha descrito una mayor tasa de complicaciones²⁷.

El estudio por imagen debe completarse antes de practicar la biopsia debido a que aporta información necesaria para la planificación de la vía de abordaje y porque la biopsia provoca cambios en sus características que pueden inducir a error en la evaluación de la extensión local.

El aspecto radiológico de la lesión condiciona la zona donde debe posicionarse la aguja de biopsia para obtener mejores resultados. En las lesiones óseas mixtas (líticas y blásticas) es preferible obtener el material del componente lítico, ya que el blástico contiene poca celularidad. Por el mismo motivo, deben evitarse las áreas quísticas o necróticas y es preferible el componente sólido. Las áreas que se realzan tras la administración de contraste endovenoso son las que tienen mayor probabilidad de contener tejido celular viable.

En caso de lesiones múltiples deben seleccionarse aquellas que presenten mayor probabilidad de obtener material adecuado y menor riesgo.

3.5.1. Requerimientos previos

Una vez establecida la indicación de la biopsia, el paciente debe ser informado del motivo por el que se indica la prueba, el beneficio y riesgos potenciales y las alternativas a este procedimiento.

Es necesario realizar un estudio del estado de coagulación que incluya un recuento de plaquetas, tiempo de protrombina y tiempo de tromboplastina parcial activado. Un recuento de plaquetas superior a $100.000/\text{mm}^3$ es adecuado para la mayoría de procedimientos, mientras que niveles inferiores a $50.000/\text{mm}^3$ requieren normalizar dicha cifra.

Los pacientes que reciben medicación anticoagulante deben suspenderla antes del procedimiento, especialmente en los casos en que se realice extracción de cilindros de tejido. Los fármacos antiagregantes ocasionan inhibición de la acti-

vidad plaquetaria y deben ser retirados entre 4 y 10 días antes. La uremia causa disfunción plaquetaria, que puede ser corregida mediante hemodiálisis.

Los pacientes que reciben tratamiento antibiótico deben suspenderlo como mínimo 48 horas antes para facilitar la detección del germen en el estudio microbiológico.

3.5.2. Preparación del paciente

Es aconsejable insertar una vía intravenosa para poder administrar medicación en el caso de que sea necesario y monitorizar al paciente para tener un control de las constantes vitales. En ocasiones deben administrarse previamente analgésicos y ansiolíticos.

La posición del paciente, además de confortable, debe permitir abordar la lesión por la vía planificada. Si el procedimiento se presume prolongado debe protegerse el apoyo de las prominencias óseas para evitar úlceras por decúbito, especialmente en pacientes debilitados.

Las condiciones deben ser de asepsia. La limpieza y desinfección de la piel en la zona de la biopsia se puede realizar con povidona yodada o clorhexidina⁵². Este último antiséptico ha de ser considerado especialmente en pacientes con alergia al yodo, en mujeres embarazadas y durante la lactancia. Las tallas que se utilizan para cubrir la piel que rodea a la zona de punción, así como los guantes y la bata de la persona que la realiza deben ser estériles y es aconsejable el uso gorro y mascarilla. No está indicada la administración de antibióticos de forma profiláctica.

3.5.3. Vías de abordaje

En la planificación de la vía de abordaje debe considerarse como principio general la elección del trayecto más corto y seguro entre la piel y la lesión evi-

52. Darouiche RO, Wall MJ Jr, Itani K, Otterson MF, Webb AL, Carrick MM et al. Chlorhexidine–Alcohol versus Povidone–Iodine for Surgical-Site Antisepsis. *N Engl J Med*. 2010; 362: 18-26.

tando estructuras neurovasculares, articulares y órganos vitales⁵³.

En caso de sospecha de un sarcoma es imprescindible la colaboración con el cirujano ortopédico oncológico, atendiendo a la anatomía compartimental, especialmente en las extremidades; el trayecto de la aguja deberá ser resecado en la intervención quirúrgica posterior para evitar la recidiva tumoral y la aguja no debe atravesar compartimentos anatómicos preservados, ya que implicaría una resección quirúrgica más extensa o una ampliación del campo de radioterapia, que podrían ocasionar un mayor déficit funcional⁵⁴.

Los compartimentos anatómicos se definen como aquellos espacios delimitados por tejidos que actúan como barreras naturales frente a la diseminación tumoral, como pueden ser el cartílago y la cápsula articulares, el hueso, el periostio, las fascias y los tendones. El tejido adiposo y el músculo representan barreras débiles a la diseminación tumoral y ciertas regiones anatómicas que están compuestas de forma preferente por estos tejidos se consideran espacios extracompartimentales. En las tablas 5 y 6 quedan reflejados respectivamente los compartimentos anatómicos y los espacios extracompartimentales de las extremidades.

Se consideran compartimentos anatómicos generales la piel y tejido celular subcutáneo, el hueso, la región yuxtacortical, la articulación y el músculo. El paquete neurovascular no se clasifica como compartimento anatómico pero es una estructura anatómica determinante en la planificación de la cirugía ya que su afectación puede impedir una cirugía de conservación de la extremidad.

La piel y el tejido celular subcutáneo se consideran un único compartimento que está separado de los tejidos profundos por la fascia. Sin embargo en este espacio no hay ninguna barrera que impida la diseminación longitudinal de los tumores.

53. Anderson MW, Temple HT, Dussault RG, Kaplan PA. Compartmental anatomy: relevance to staging and biopsy of musculoskeletal tumors. *AJR Am J Roentgenol.* 1999; 173: 1663-71.

54. Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. Current concepts review. The surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *J Bone Joint Surg Am.* 1980; 62: 1027-30.

Tabla 5. Compartimentos anatómicos

<i>Localizaciones anatómicas</i>	<i>Compartimentos anatómicos</i>
General	Piel y tejido celular subcutáneo Hueso Espacio yuxtacortical Articulación
Extremidad superior	Tejido periescapular Brazo: anterior y posterior Antebrazo: dorsal y volar Mano: tejido palmar
Pelvis	Huesos o músculos individuales
Extremidad inferior	Muslo: anterior, posterior y medial Pierna: anterior, posterior profundo, posterior y lateral Pie: tejidos plantares (medial, central y lateral)
<i>Adaptada de Enneking⁵⁵</i>	

Tabla 6. Espacios anatómicos extracompartimentales

<i>Espacios anatómicos</i>
Cabeza y cuello Tejidos paraespinales Tejido periclavicular Axila Fosa antecubital Muñeca Dorso de la mano Ingle: regiones inguinal y femoral Fosa poplíteica Tobillo Dorso del pie
<i>Adaptada de Enneking⁵⁵</i>

Cada hueso es considerado un compartimento individual delimitado por el periostio y el cartílago articular. Una lesión meramente intraósea se considera intracompartimental, mientras que si se extiende a los tejidos blandos adyacen-

55. Enneking WF. Staging of musculoskeletal neoplasms. *Skeletal Radiol.* 1985; 13: 183-94.

tes pasa a ser extracompartimental. El espacio entre el hueso y los tejidos blandos adyacentes se considera un compartimento, puesto que la lesión se puede originar en este espacio sin invadir el hueso ni dichos tejidos. Cada articulación se considera un compartimento anatómico individual delimitado por la membrana sinovial y la capsula articular. Una lesión limitada a un músculo se considera intracompartimental. Sin embargo la extensión de un tumor a través de los músculos es considerada intracompartimental si no sobrepasa los límites anatómicos específicos definidos para las extremidades.

Extremidad superior

En la extremidad superior la anatomía compartimental está definida para la región periescapular, el brazo, el antebrazo y la mano. Se consideran espacios extracompartimentales la región periclavicular, la axila, la fosa antecubital, la muñeca y el dorso de la mano.

En la región periescapular los músculos y fascias que cubren el dorso de la escápula se consideran en conjunto un compartimento que incluye los músculos infraespinoso, redondo menor y romboides. El músculo supraespinoso constituye otro compartimento.

Los músculos deltoides y pectoral mayor se utilizan de forma habitual en la cirugía reconstructiva. El músculo deltoides está innervado por el nervio axilar siguiendo una dirección posteroanterior. Si se realiza una biopsia de húmero proximal utilizando una vía de acceso posterior, la resección quirúrgica del trayecto de la biopsia en la porción posterior del músculo deltoides puede denervar su porción anterior⁵⁶, por lo que se recomienda una vía de acceso a través del tercio anterior del músculo deltoides (fig. 16). El surco deltopectoral debe ser evitado porque puede contaminar el paquete neurovascular axilar y requerirse una cirugía más amplia e invalidante.

56. Espinosa LA, Jamadar DA, Jacobson JA, DeMaeseneer MO, Ebrahim FS, Sabb BJ et al. CT-guided biopsy of bone: a radiologist's perspective. *AJR Am J Roentgenol*. 2008; 190: W283–9.

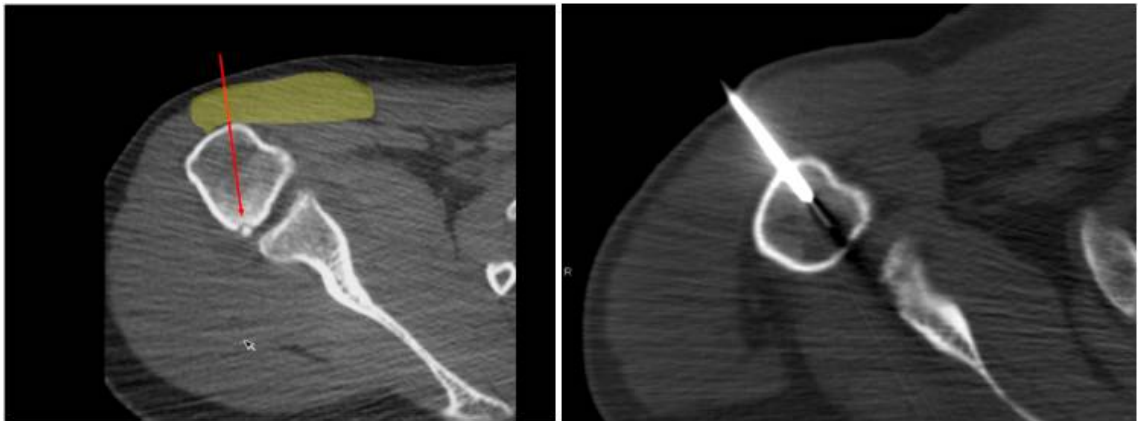


Figura 16. Planificación de la vía de abordaje (flecha roja) para aplicar el tratamiento con radiofrecuencia de un osteoma osteoide subcapital humeral, a través del tercio anterior del deltoides, coloreado en amarillo (izquierda). Biopsia de lesión osteolítica subcapital humeral siguiendo esta vía de abordaje.

El brazo se divide en dos compartimentos: anterior y posterior (fig. 17). El anterior incluye el músculo bíceps, braquial anterior y coracobraquial. El músculo tríceps ocupa el posterior. La arteria y vena braquiales y los nervios mediano y cubital son extracompartimentales entre los compartimentos anterior y posterior del aspecto medial del brazo. El paquete neurovascular radial es intracompartimental posterior en la parte proximal del brazo. En su trayecto distal cruza el compartimento para situarse en el anterior.

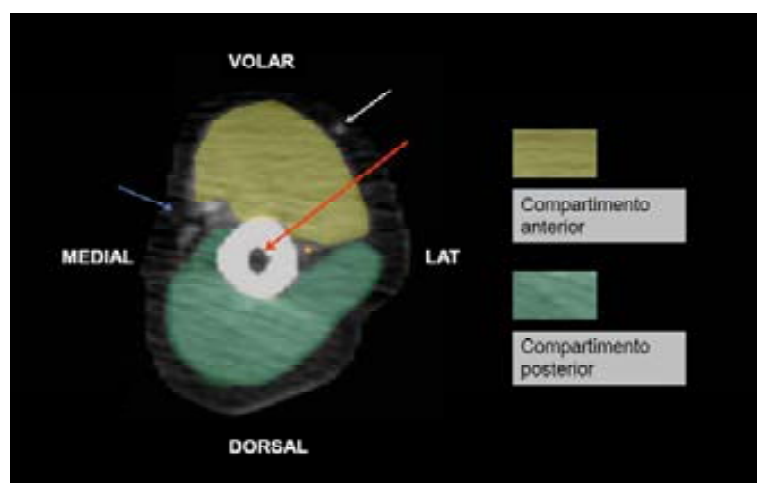


Figura 17. Compartimentos anatómicos de partes blandas en el brazo. Vía de abordaje recomendada (flecha roja). Vena cefálica (flecha blanca). Paquete neurovascular medial (flecha azul). Paquete neurovascular radial (asterisco).

En las lesiones situadas en la diáfisis humeral se recomienda utilizar una vía de abordaje anterolateral, dorsal a la vena cefálica. En el codo, el acceso a las lesiones situadas en el epicóndilo y la epitróclea puede ser directo, atravesando piel y tejido celular subcutáneo. El olécranon puede ser biopsiado mediante un acceso directo posterior (fig. 18).

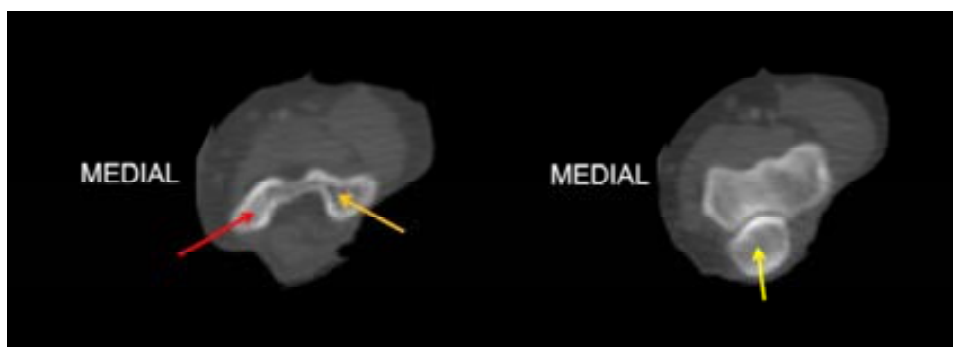


Figura 18. Izquierda: Vías de abordaje del epicóndilo (flecha roja) y la epitróclea (flecha amarilla). Derecha: vía de abordaje del olécranon (flecha amarilla).

El antebrazo se divide en dos compartimentos anatómicos de tejidos blandos, anterior y posterior, separados por el cúbito, el radio y la membrana interósea que une ambos huesos (fig. 19).

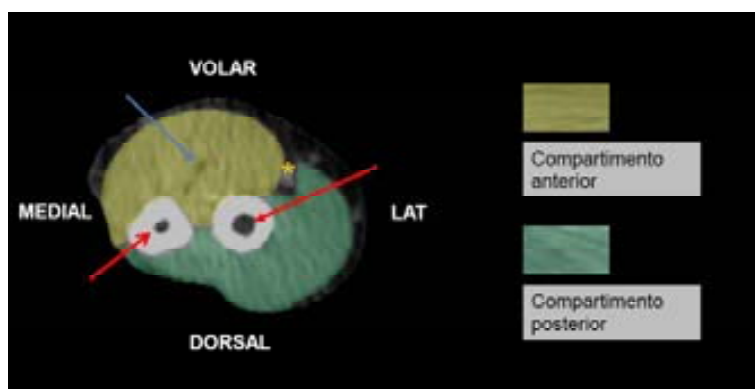


Figura 19. Compartimentos anatómicos en el antebrazo. Vías de abordaje recomendadas para la biopsia de cúbito y radio (flechas rojas). Paquete neurovascular radial (asterisco). Trayecto intramuscular del nervio mediano (flecha azul).

Se han descrito tres y cuatro compartimentos en el antebrazo pero los planos fasciales usados para estas subdivisiones no separan completamente los compartimentos adicionales⁵⁷. El compartimento anterior incluye los músculos flexores de los dedos y del carpo, el pronador redondo, el pronador cuadrado y el palmar menor. El compartimento posterior contiene los músculos extensores de los dedos y del carpo, el abductor largo del pulgar, el braquiorradial y los músculos supinadores. Las arterias y venas radiales y cubitales, así como los nervios mediano y cubital, son estructuras intracompartimentales anteriores. El nervio radial se divide en una rama superficial que se sitúa en el compartimento anterior y en una rama profunda ubicada en el posterior. Para las lesiones óseas de cúbito y radio se recomienda una vía de acceso posteromedial y posterolateral respectivamente, atravesando la mínima cantidad de músculo posible.

Extremidad inferior

En la extremidad inferior la anatomía compartimental está definida en el muslo, la pierna y la planta del pie. Se consideran espacios extracompartimentales la región inguinal, la fosa poplíteas, el tobillo y el dorso del pie.

El muslo se divide en tres compartimentos: anterior, medial y posterior⁵⁸ (fig. 20). El anterior incluye los músculos cuádriceps, iliopsoas, sartorio, tensor de la fascia lata y la banda iliotibial. El medial contiene los músculos aductores y el recto interno y el posterior está compuesto por los músculos isquiotibiales. El paquete neurovascular femoral, en el muslo proximal, es una estructura extracompartimental; situada en el aspecto medial, entre el compartimento anterior y posterior. En su extensión distal se transforma en poplíteo al cruzar el hiato de los aductores y se ubica en el interior del compartimento posterior. El nervio ciático pertenece al compartimento posterior.

57. Toomayan GA, Robertson F, Major NM, Brigman BE. Upper extremity compartmental anatomy: clinical relevance to radiologists. *Skeletal Radiol.* 2006; 35: 195–201. Epub 2006, Feb 18.

58. Toomayan GA, Robertson F, Major NM. Lower extremity compartmental anatomy: clinical relevance to radiologists. *Skeletal Radiol.* 2005; 34: 307–13. Epub 2005, Apr 16.

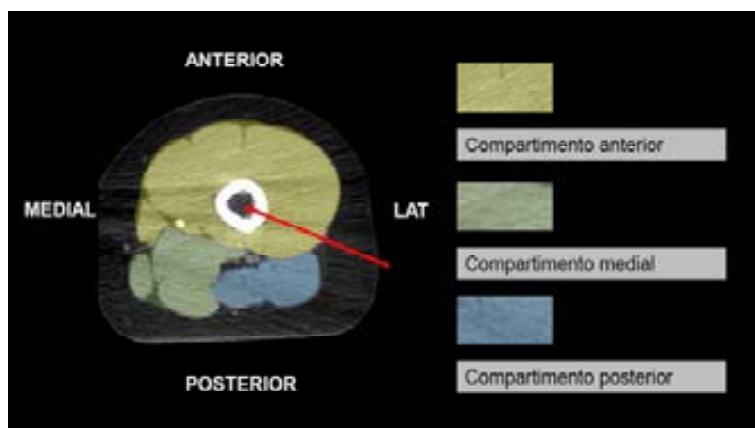


Figura 20. Compartimentos anatómicos de partes blandas del muslo. Vía de abordaje recomendada (flecha roja).

La vía de abordaje recomendada para la biopsia de lesiones situadas en la diáfisis femoral es la lateral, justo por delante de la fascia que separa el compartimento anterior del posterior. Es importante evitar atravesar el recto anterior del cuádriceps debido a que su resección posterior ocasiona un déficit funcional sustancial. Para las lesiones óseas situadas en la cabeza o cuello femoral se recomienda una vía de abordaje lateral subtrocantérea (fig. 21)⁵⁹. La bolsa sinovial trocantérea cubre la práctica totalidad del trocánter mayor y su resección completa puede ser difícil en el acto quirúrgico.

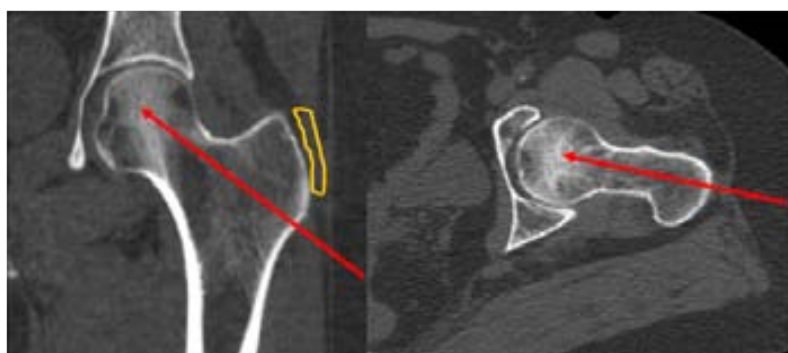


Figura 21. Vía de abordaje lateral subtrocantérea para la biopsia de lesiones en la cabeza y cuello femorales (flechas rojas). La bolsa sinovial trocantérea dibujada con línea naranja en la imagen izquierda.

59. Liu PT, Valadez SD, Chivers FS, Roberts CC, Beauchamp CP. Anatomically based guidelines for core needle biopsy of bone tumors: implications for limb-sparing surgery. *Radiographics*. 2007; 27: 189–205.

En las lesiones óseas situadas en la metáfisis o epífisis distal del fémur se puede utilizar una vía de abordaje medial o lateral, intentando evitar la cápsula articular (fig. 22).

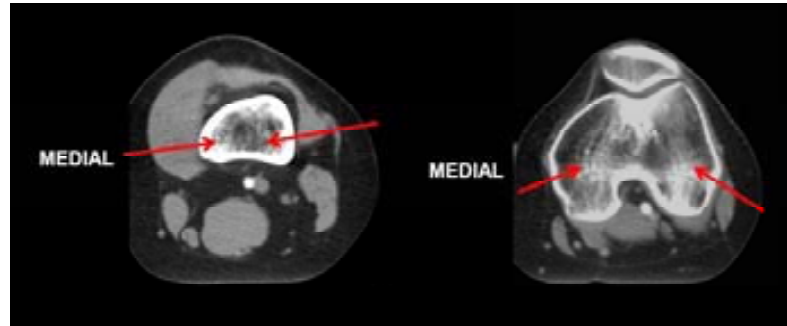


Figura 22. Abordajes medial y lateral (flechas rojas) para la biopsia de lesiones metafisarias (izquierda) o epifisarias (derecha).

La pierna se divide en cuatro compartimentos anatómicos de tejidos blandos: anterior, lateral, posterior superficial y posterior profundo (fig. 23).

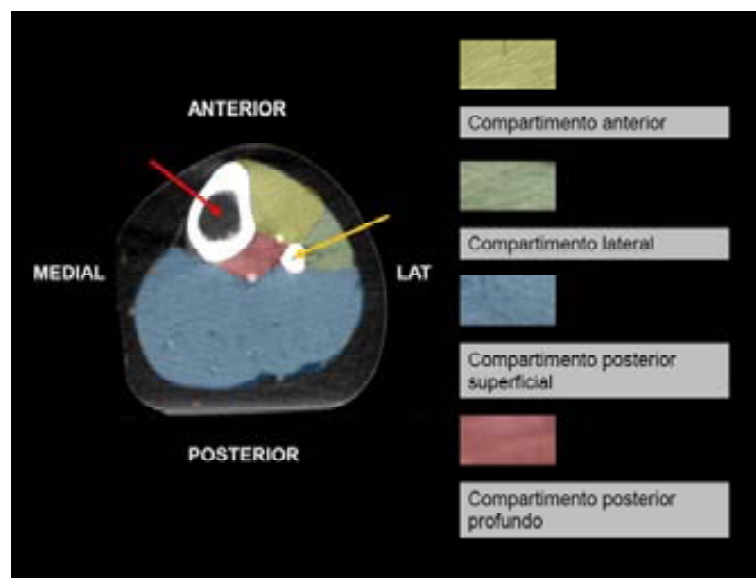


Figura 23. Compartimentos anatómicos de la pierna. Vía de abordaje anteromedial, recomendada para las lesiones tibiales (flecha roja), atravesando únicamente piel y tejido celular subcutáneo. Vía de abordaje lateral a través del músculo peroneo largo (flecha amarilla) recomendada para lesiones peroneales.

El compartimento anterior está formado por los músculos extensores: el tibial anterior, el extensor largo del primer dedo, el extensor largo de los dedos y el tercer peroneo. La arteria y vena tibiales anteriores y el nervio peroneo profundo están situados en la profundidad de este compartimento, justo por delante de la membrana interósea. El compartimento lateral contiene los músculos peroneos largo y corto y el nervio peroneo común, que se transforma en peroneo superficial después de la salida del nervio peroneo profundo. El compartimento posterior superficial incluye el músculo tríceps sural y el músculo plantar. El compartimento posterior profundo está formado por los músculos tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del primer dedo junto al paquete neurovascular tibial posterior y peroneo.

Para abordar la diáfisis tibial la vía de elección es la anteromedial, en la que la aguja debe atravesar únicamente la piel y el tejido celular subcutáneo antes de alcanzar la superficie tibial. En las lesiones de la diáfisis peroneal se recomienda la vía de abordaje lateral a través del músculo peroneo largo, evitando el nervio peroneo superficial.

Columna

En la columna, la presencia de importantes estructuras nerviosas, vasculares y viscerales adyacentes limita y determina la vía de abordaje. En lesiones vertebrales o paravertebrales profundas es aconsejable realizar la técnica de biopsia coaxial para poder obtener múltiples muestras, minimizando el riesgo de provocar una lesión iatrogénica⁶⁰. Se han descrito vías de abordaje específicas en función de cada segmento de la columna y de la localización de la lesión⁶¹.

Columna cervical

Debido al elevado riesgo de complicaciones neurovasculares, la biopsia en la

60. Czervionke LF, Fenton DS. Percutaneous spine biopsy. En: Fenton DS, Czervionke LF, editors. Image-guided spine interventions. 1st ed. Philadelphia: Saunders; 2003. p. 141-86.

61. Rajeswaran G, Malik Q, Saifuddin A. Image-guided percutaneous spinal biopsy. Skeletal Radiol. 2013; 42: 3-18. Epub 2012, Jun 4.

columna cervical sólo debe realizarse en caso de que no exista otra lesión que pueda ser biopsiada en el resto del sistema musculoesquelético. No obstante, en ausencia de otras lesiones, la biopsia de la columna cervical puede practicarse de forma segura si se realiza un abordaje correcto.

Biopsia del cuerpo vertebral de C2

Las lesiones localizadas en el cuerpo vertebral o apófisis odontoides de C2 presentan un elevado riesgo de complicación utilizando un abordaje posterolateral o anterolateral. La vía más segura en esta localización es el abordaje transoral (Fig. 24)⁶². Esta vía requiere la colaboración de anestesista, de especialista en otorrinolaringología y profilaxis antibiótica.

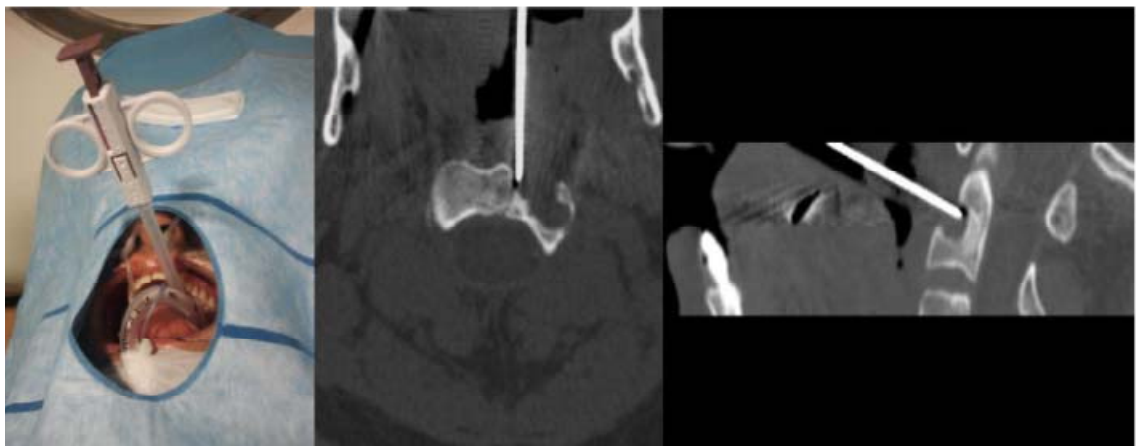


Figura 24. Biopsia de C2 mediante abordaje percutáneo transoral. Imagen de la vía de abordaje transoral. Se utiliza la cubierta de plástico estéril que cubre la aguja de biopsia como cánula de trabajo para proteger a la aguja de los gérmenes de la cavidad oral (izquierda). Imagen axial (centro) y coronal (derecha) de TC que demuestran la vía de abordaje y la posición de la aguja.

Biopsia del cuerpo vertebral en columna cervical inferior

La vía de abordaje recomendada en esta localización es la anterolateral (fig. 25), que también se puede utilizar para la punción del disco intervertebral. En este abordaje debe prestarse atención a la arteria carótida y la vena yugular.

62. Reddy AS, Dinobile D, Orgeta JE, Peri N. Transoral approach to CT-guided C2 interventions. *Pain Physician*. 2009; 12: 253-8.

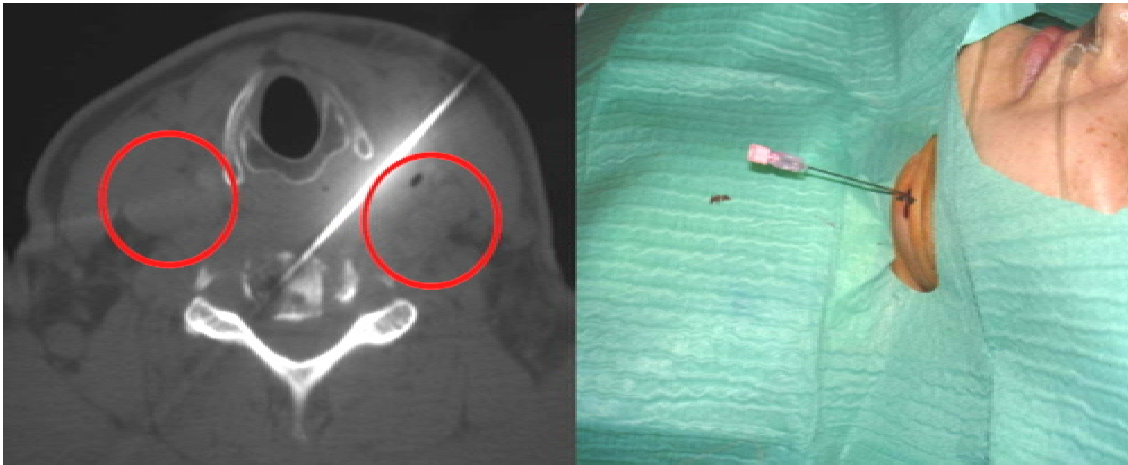


Figura 25. Abordaje anterolateral para la biopsia de lesiones situadas en los cuerpos vertebrales o discos intervertebrales de la columna cervical inferior (C3-C7). En este abordaje debe tenerse precaución con las estructuras vasculares (círculos rojos) (izquierda). Imagen clínica del abordaje anterolateral cervical.

Biopsia del arco vertebral posterior cervical

Las lesiones situadas en el arco vertebral posterior cervical pueden ser biopsiadas de forma segura utilizando una vía de abordaje posterior, siguiendo un trayecto que evite el canal vertebral (fig. 26).

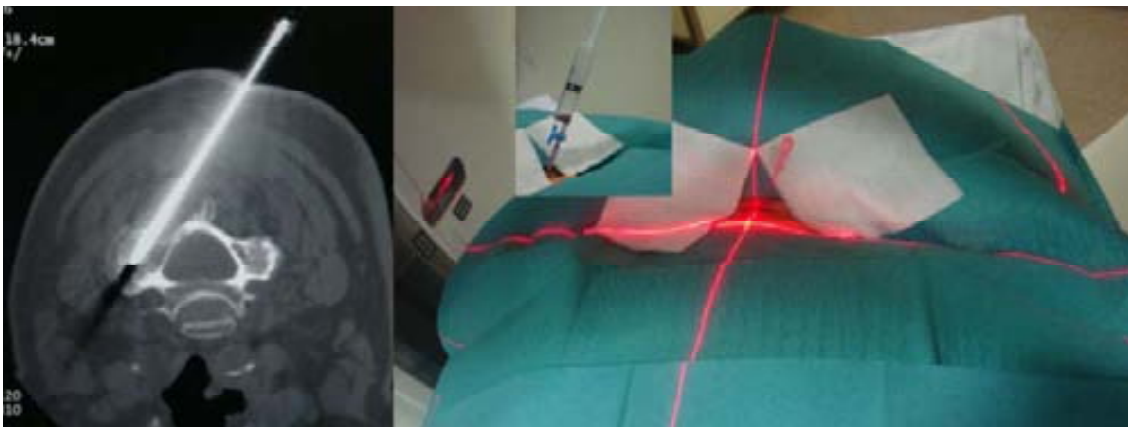


Figura 26. Abordaje cervical posterior. Imagen axial de TC que muestra la vía de abordaje cervical posterior, con una inclinación de la aguja para evitar el canal vertebral (izquierda). Imagen clínica del campo de biopsia con la aguja de 18 G introducida (derecha). Superpuesta a esta imagen se muestra un detalle de la aspiración de material hemático.

Columna torácica

A pesar de que la biopsia de la columna torácica tenga un riesgo de complicaciones ligeramente menor que la columna cervical, también debe considerarse en esta localización la lesión neurológica, la lesión vascular y el neumotórax.

Biopsia del cuerpo vertebral o disco intervertebral torácico

Se puede realizar mediante tres vías de abordaje: posterolateral directamente al cuerpo vertebral o disco, costovertebral y transpedicular (fig. 27).

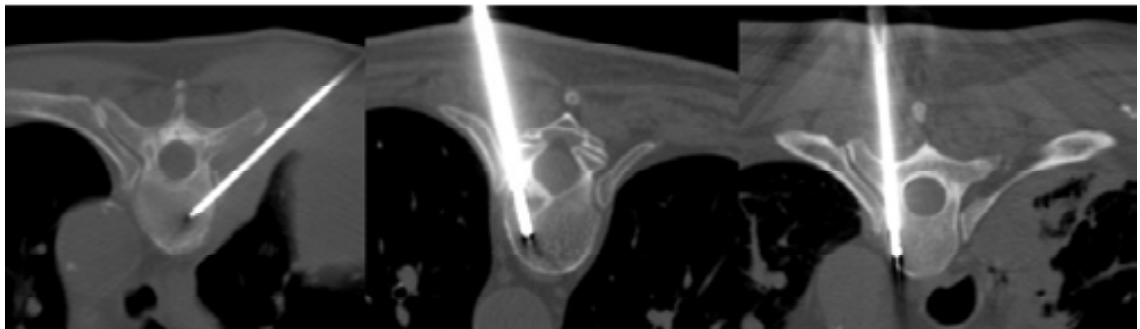


Figura 27. Vías de abordaje para la biopsia del cuerpo vertebral (o disco intervertebral) torácico. Vía posterolateral directa al cuerpo vertebral (izquierda). Vía costovertebral (centro). Vía transpedicular (derecha).

El abordaje posterolateral directo al cuerpo vertebral es el que presenta mayor riesgo de neumotórax. La inclinación de la aguja permite un buen acceso a lesiones situadas en el centro del cuerpo vertebral o del disco intervertebral. La vía transpedicular es ideal cuando la lesión está situada en la parte lateral del cuerpo vertebral y el pedículo es de un tamaño adecuado. Si la lesión está situada un poco más hacia el centro del cuerpo vertebral o el pedículo es fino puede utilizarse una vía costovertebral. En esta vía la costilla ofrece una mayor protección al pulmón y disminuye el riesgo de neumotórax.

Biopsia de arco posterior de vértebra torácica

Para evitar la posibilidad de producir una lesión del cordón medular es aconsejable no dirigir la aguja hacia el canal medular y utilizar una vía tangencial al

hueso en lugar de un trayecto perpendicular como se suele realizar en otras localizaciones (fig. 28).

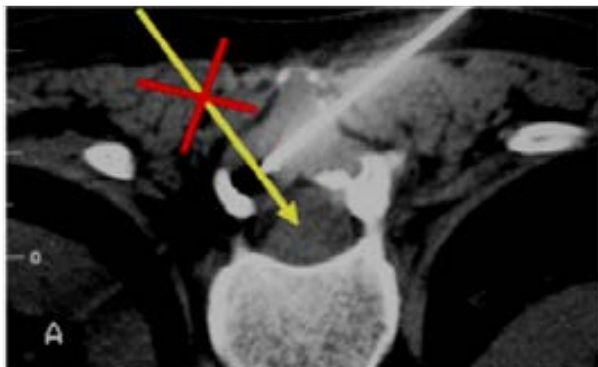


Figura 28. Abordaje posterior tangencial. Las flechas amarillas y cruces rojas indican que el abordaje perpendicular no es aconsejable.

Biopsia de masa de partes blandas paravertebral torácica

La vía de acceso más adecuada en esta localización es la posterolateral paravertebral (fig. 29).

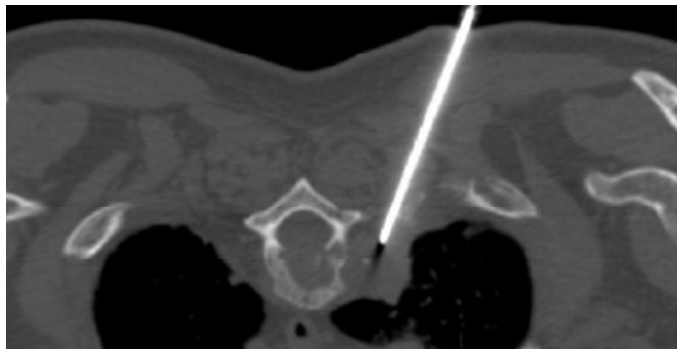


Figura 29. Vía posterolateral paravertebral.

Biopsia de masa de partes blandas prevertebral torácica

Si la lesión de partes blandas es prevertebral y centrada puede accederse mediante un sistema coaxial con una cánula de trabajo introducida por vía transpedicular (fig. 30) o costovertebral hasta llegar a la lesión; una vez alcanzada se practica una punción aspirativa con aguja fina o una biopsia.



Figura 30. Vía de acceso posterior para lesiones prevertebrales torácicas. Imagen axial de TC que muestra una colección prevertebral (izquierda). Cánula de trabajo transpedicular y aguja fina introducida de forma coaxial (centro). Imagen de la aspiración de material purulento, del que se cultivó *S. aureus* (derecha).

Columna lumbar

Biopsia del cuerpo vertebral o disco intervertebral lumbar

En las lesiones óseas del cuerpo vertebral o disco intervertebral lumbar se pueden utilizar las vías de abordaje transpedicular o posterolateral (fig. 31).

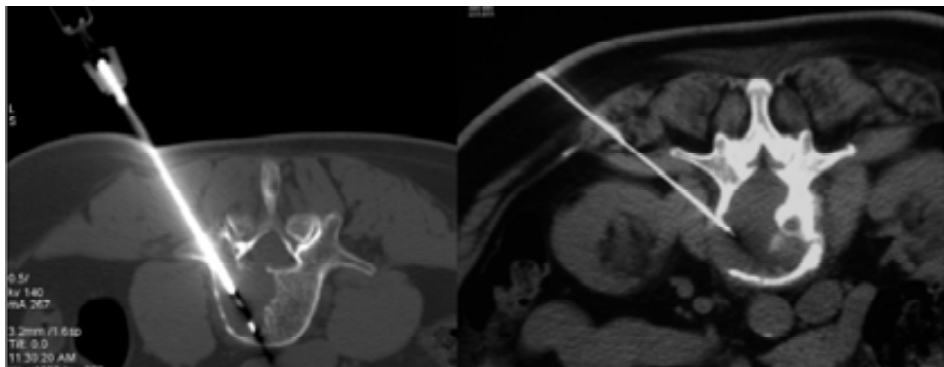


Figura 31. Abordajes lumbares transpedicular (izquierda) y posterolateral directo al cuerpo vertebral (derecha).

Biopsia de lesión ósea en arco posterior lumbar

Al igual que en la columna torácica, se recomienda el abordaje tangencial para evitar lesión neurológica por invasión del canal vertebral (fig. 32).

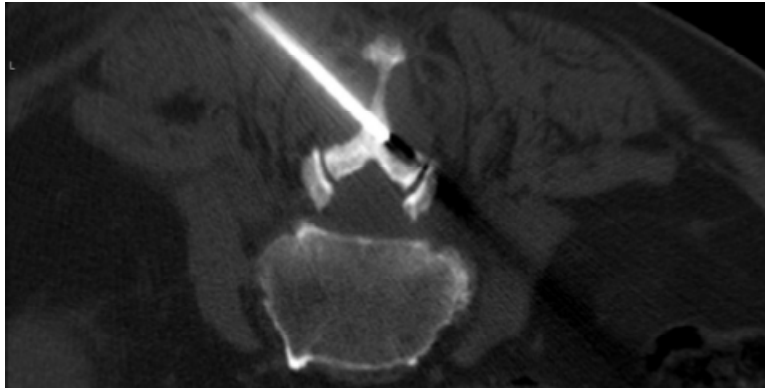


Figura 32. Abordaje posterior tangencial al hueso en lesiones de arco posterior.

Biopsia de masa de partes blandas paravertebral lumbar

Las lesiones de partes blandas paravertebrales en la región lumbar pueden ser biopsiadas por vía posterior (fig. 33) o posterolateral.

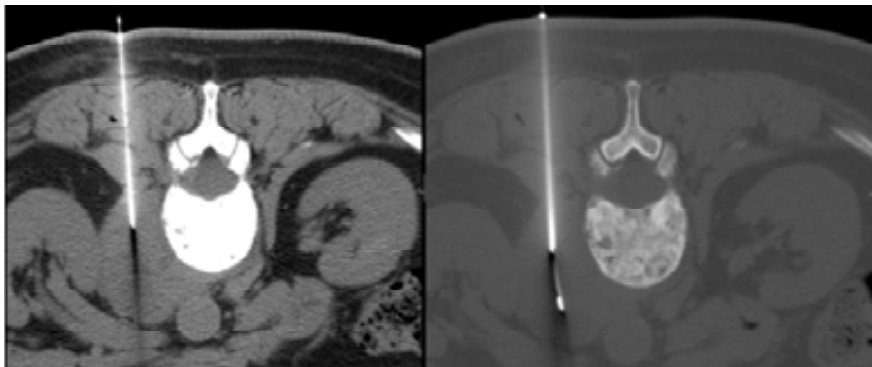


Figura 33. Vía posterior para la biopsia de masas paravertebrales lumbares. Imágenes axiales de TC que muestran la aguja fina de aspiración (izquierda) y la de biopsia de partes blandas (derecha).

Sacro

En las lesiones óseas situadas en las alas sacras se utiliza la vía de abordaje posterior directa, evitando los orificios de conjunción sacros (fig. 34).



Figura 34. Biopsia de lesión osteolítica en ala sacra. Imagen axial de TC que muestra la lesión osteolítica (flechas amarillas) y el orificio sacro (flechas rojas), que presenta destrucción de la cortical (izquierda). Introducción de la cánula de trabajo en el hueso (centro). Posición de la cánula de trabajo y de la aguja fina mediante sistema coaxial.

En lesiones óseas situadas en el centro del cuerpo sacro se puede utilizar una vía de abordaje posterior oblicua dirigiendo la aguja de biopsia entre dos orificios sacros o una vía transilíaca (fig. 35).

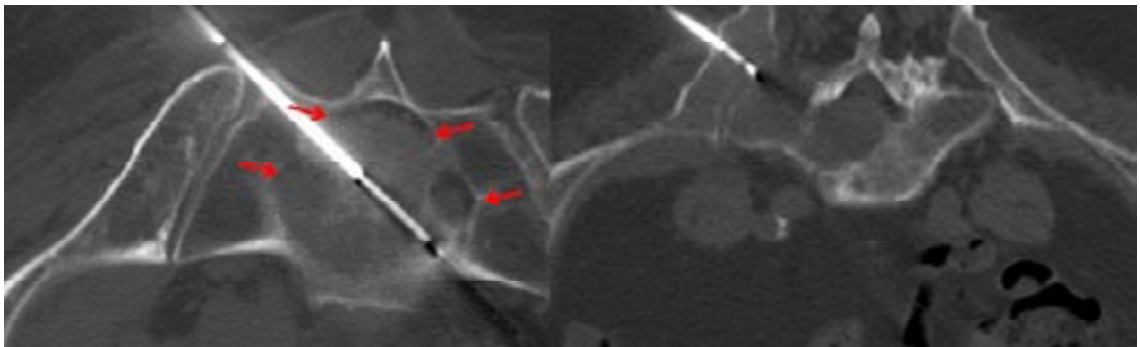


Figura 35. Abordaje del cuerpo sacro mediante una vía posterior oblicua pasando entre los orificios sacros (flechas rojas) (izquierda). Abordaje transilíaco (derecha).

Calota craneal y pared torácica

En huesos planos como la calota craneal y la caja torácica, debido al escaso grosor del hueso y a la existencia de órganos vitales subyacentes, se recomienda el uso de la vía de abordaje tangencial en lugar de perpendicular a la lesión para evitar complicaciones graves (figs. 36 y 37). Mediante este acceso pueden biopsiarse lesiones de baja dureza. En las lesiones osteoblásticas, en las que tiene que emplearse mayor fuerza en la penetración del hueso, debe valorarse el riesgo de complicaciones y plantearse la biopsia quirúrgica.

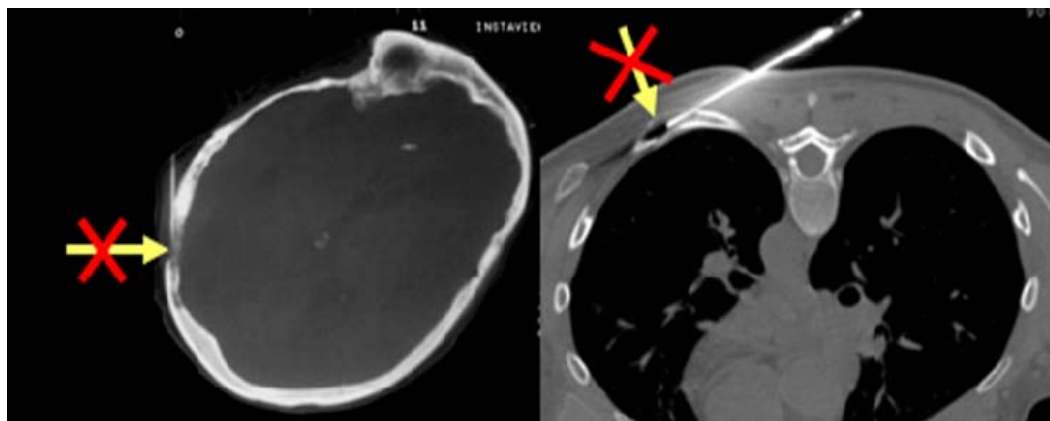


Figura 36. Abordaje tangencial en calota craneal (izquierda) y costilla (izquierda). Las flechas amarillas y cruces rojas indican que el abordaje perpendicular no es aconsejable.

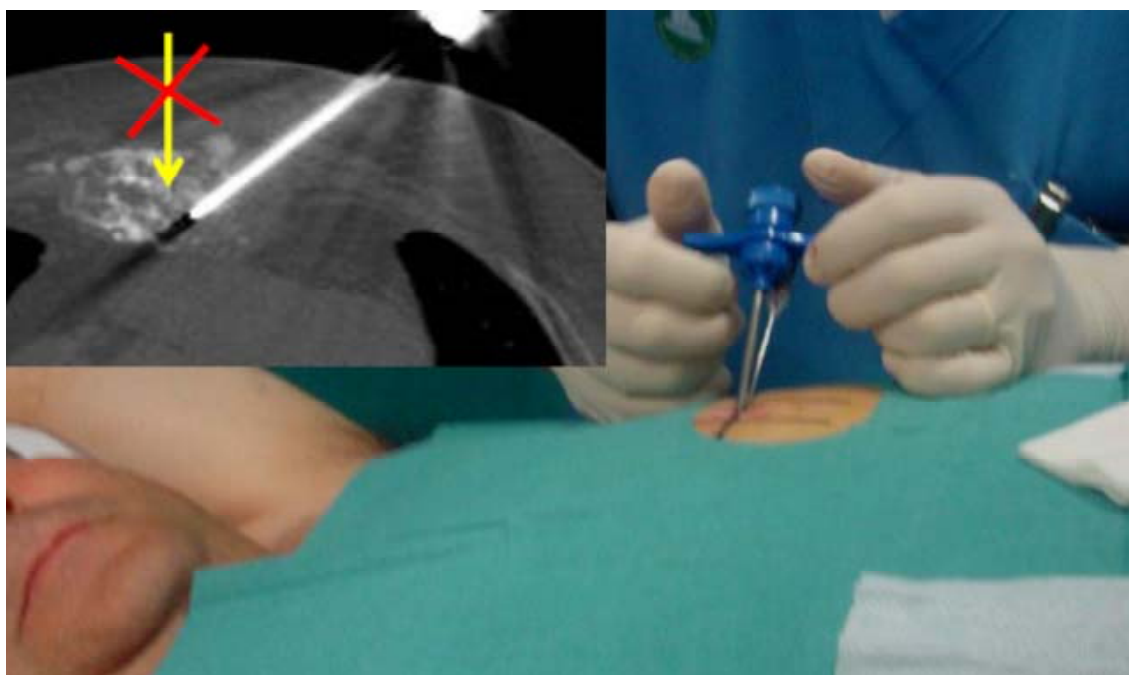


Figura 37. Abordaje tangencial oblicuo de una lesión esternal. En la imagen axial de TC se observa la vía de abordaje recomendada y se indica con una flecha amarilla y una cruz roja que el abordaje perpendicular no es aconsejable. Imagen clínica de la punción.

Utilizando estas recomendaciones en combinación con la consulta con el cirujano ortopédico oncológico y de forma individualizada para cada caso, se puede garantizar que la vía de abordaje no comprometa un tratamiento quirúrgico óptimo.

3.5.4. Técnica de imagen guía

La utilización de una técnica de imagen para guiar el trayecto de la aguja de biopsia es esencial para comprobar la seguridad de la vía de acceso y su posición intralesional en el momento de la extracción de la muestra. Se pueden usar diversas técnicas, cuya elección depende de diversos factores, como la localización y características de la lesión, la disponibilidad del equipo y la experiencia o preferencia personal del radiólogo⁶³.

Fluoroscopia

La fluoroscopia se puede utilizar en lesiones óseas situadas en las extremidades que son visibles en la radiografía simple, lesiones vertebrales, punciones articulares y en la biopsia del disco intervertebral (fig. 38)⁶⁰.



Figura 38. Punción discal lumbar guiada por fluoroscopia.

Es necesario disponer de información tridimensional de imagen con dos planos perpendiculares, que se pueden obtener mediante un arco en C móvil de fluoroscopia que va rotando durante la exploración para tener las dos visiones

63. Del Cura JL, Zabala R, Corta I. Intervencionismo guiado por ecografía: lo que todo radiólogo debe conocer. Radiología. 2012; 52: 198-207. Epub 2010, Mar 26.

complementarias, dos arcos en C colocados perpendicularmente uno respecto al otro o con un equipo biplanar.

Es una técnica barata y accesible, que permite obtener una imagen en tiempo real y acortar el tiempo de exploración. Además, los movimientos del paciente producen un deterioro de la imagen menor que en la TC o la RM⁶⁴. La principal limitación de la fluoroscopia es la visualización incorrecta de lesiones óseas de pequeño tamaño, especialmente en huesos de anatomía compleja y la caracterización de los tejidos blandos⁶⁵.

Ultrasonidos

La ecografía se utiliza de forma más habitual en lesiones de partes blandas. Sin embargo también se ha descrito su utilización en lesiones óseas, especialmente si presentan extensión a los tejidos blandos⁶⁶. No produce efectos adversos, proporciona imagen en tiempo real y permite una posición más cómoda del paciente⁶⁷. El estudio ecográfico con Doppler en color permite identificar la neovascularización y la relación de la lesión con el paquete neurovascular⁶⁸. El trayecto de la aguja debe evitarlo y la muestra debe obtenerse de las áreas sólidas vascularizadas y eludir las áreas quísticas o necróticas⁶⁹. Las lesiones profundas, revestidas por calcio o aquellas lesiones cubiertas por estructuras que contienen gas, no se visualizan correctamente.

Tomografía computarizada

En los últimos años la TC ha sido la técnica de imagen más utilizada para guiar

64. Kattapuram SV, Rosenthal DI. Percutaneous biopsy of skeletal lesions. *AJR Am J Roentgenol.* 1991; 157: 935-42.

65. Tehranzadeh J, Tao C, Browning CA. Percutaneous needle biopsy of the spine. *Acta Radiol.* 2007; 8: 860-8.

66. López JI, Del Cura JL, Zabala R, Bilbao FJ. Usefulness and limitations of ultrasound-guided core biopsy in the diagnosis of musculoskeletal tumors. *APMIS.* 2005; 113: 353-60.

67. Kandarpa K, Aruny JE. *Handbook of interventional radiologic procedures.* 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002. p. 765.

68. Saifuddin A, Burnett SJ, Mitchell R. Pictorial review: ultrasonography of primary bone tumors. *Clin Radiol.* 1998; 53: 239-46.

69. Ahrar K, Himmerich JU, Herzog CE, Raymond AK, Wallace MJ, Gupta S, et al. Percutaneous ultrasound-guided biopsy in the definitive diagnosis of osteosarcoma. *J Vasc Interv Radiol.* 2004; 15:1329-33.

el trayecto de la aguja en la mayoría de centros. En comparación con la fluoroscopia permite visualizar lesiones de partes blandas y óseas de pequeño tamaño. Frente a la ecografía tiene la ventaja de mostrar correctamente lesiones profundas o cubiertas por calcio o gas. Además, identifica todos los órganos y estructuras anatómicas que deben evitarse en el trayecto, se puede planificar con precisión el punto de entrada de la aguja, su trayectoria y la profundidad que debe alcanzar y permite observarla nítidamente en su totalidad (fig. 39)⁷⁰.

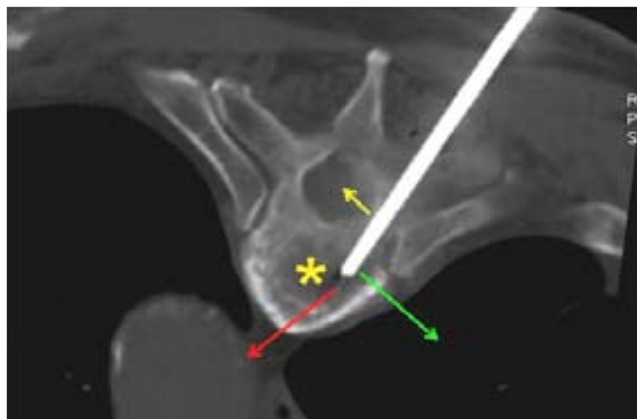


Figura 39. Biopsia vertebral guiada mediante TC. Se puede observar nítidamente el trayecto completo de la aguja, así como las estructuras que deben evitarse: canal vertebral (flecha amarilla), pulmón (flecha verde), aorta (flecha roja). El extremo de la aguja está situado en el interior de la lesión lítica (asterisco).

Mediante la administración de contraste endovenoso, se pueden diferenciar las áreas sólidas de la quísticas o necróticas. Sus principales inconvenientes son la duración del procedimiento y la radiación.

TC-Fluoroscopia

Katada y cols. aplicaron en 1994 la TC-Fluoroscopia para uso clínico⁷¹. Esta técnica aúna la precisión de la TC convencional para determinar la posición de la aguja con un control por imagen más rápido, lo que permite reducir el tiempo de exploración. Una de las principales preocupaciones que genera es la dosis

70. Frager DH, Goldman MJ, Seimon LP, Elkin CM, Cynamon J, Schreiber K, et al. Computed tomography guidance for skeletal biopsy. *Skeletal Radiol.* 1987; 16: 644-6.

71. Katada K, Anno H, Ogura Y, Kato R, Koga S, Ida Y et al. Early clinical experience with real-time CT fluoroscopy. *Nippon Acta Radiol.* 1994; 54: 1172-4.

de radiación que recibe el paciente y el operador⁷², que puede minimizarse utilizando la técnica de comprobación rápida de la aguja descrita por Paulson⁷³.

Resonancia magnética

El desarrollo de sistemas de RM habilitados para realizar intervencionismo y de materiales de punción compatibles para trabajar con esta técnica, la ha convertido en una opción para monitorizar procedimientos intervencionistas⁷⁴. Los materiales de punción no magnéticos de titanio evitan los artefactos de susceptibilidad y la distorsión de la imagen⁷⁵.

Las principales ventajas que ofrece son la excelente caracterización de lesiones de tejidos blandos y médula ósea, la capacidad multiplanar, la ausencia de radiación y no utilizar agentes de contraste yodado, lo que evita la reacción alérgica. El principal inconveniente es el coste, superior al de otras técnicas⁷⁶ y su baja disponibilidad. Según las consideraciones anteriores, en casos seleccionados, puede postularse como otra opción para guiar la biopsia de lesiones de médula ósea o, en general, para lesiones no visibles por TC⁷⁷.

En un estudio retrospectivo de 45 biopsias realizadas en un equipo abierto de 0,5 T realizado por Carrino y cols, los autores demostraron un rendimiento diagnóstico del 95% para lesiones óseas, del 94% en lesiones de partes blandas extraarticulares y del 71% en lesiones de partes blandas intraarticulares⁷⁸.

72. Nawfel RD, Judy PF, Silverman SG, Hooton S, Tuncali K, Adams DF. Patient and personnel exposure during CT fluoroscopy-guided interventional procedures. *Radiology*. 2000; 216:180–4.

73. Paulson EK, Sheafor DH, Enterline DS, McAdams HP, Yoshizumi TT. CT fluoroscopy-guided interventional procedures: techniques and radiation dose to radiologists. *Radiology*. 2001; 220:161–7.

74. Genant JW, Vandevenne JE, Bergman AG, Beaulieu CF, Kee ST, Norbash AM et al. Interventional musculoskeletal procedures performed by using MR Imaging guidance with a vertically open MR unit: assessment of techniques and applicability. *Radiology*. 2002; 223:127–36.

75. Salomonowitz E. MR imaging-guided biopsy and therapeutic intervention in a closed-configuration magnet: single-center series of 361 punctures. *AJR Am J Roentgenol*. 2001; 177: 159–63.

76. Alanen J, Keski-Nisula L, Blanco-Sequeiros R, Tervonen O. Cost comparison analysis of low-field (0.23 T) MRI- and CT-guided bone biopsies. *Eur Radiol*. 2004; 14: 123–8. Epub 2003, Jun 25.

77. Wu H, Chang CY, Chang H, Yen CC, Cheng H, Chen PC, Chiou HJ. Magnetic resonance imaging guided biopsy of musculoskeletal lesions. *J Chin Med Assoc*. 2012; 75: 160–6. Epub 2012, Apr 5.

78. Carrino JA, Khurana B, Ready JE, Silverman SG, Winalski CS. Magnetic resonance imaging-guided percutaneous biopsy of musculoskeletal lesions. *J Bone Joint Surg Am*. 2007; 89: 2179–87.

PET-TC

En un trabajo publicado en 2009, Klaeser y cols⁷⁹ describieron la técnica de biopsia de lesiones sólidas malignas guiada mediante PET-TC y obtuvieron muestras representativas en el 92% de los casos. Al año siguiente, el propio Klaeser y cols⁸⁰ analizaron el impacto clínico de esta técnica y detectaron un cambio en la modalidad del tratamiento en un 56% de los pacientes, por ejemplo quimioterapia paliativa en lugar de curativa o tratamiento sistémico en lugar de quirúrgico en el 22 y 50%, respectivamente. Estos estudios abren la posibilidad de contemplarla como una alternativa en casos seleccionados.

79. Klaeser B, Mueller MD, Schmid RA, Guevara C, Krause T, Wiskirchen J. PET-CT-guided interventions in the management of FDG-positive lesions in patients suffering from solid malignancies: initial experiences. *Eur Radiol.* 2009; 19: 1780–5. Epub 2009, Feb 24.

80. Klaeser B, Wiskirchen J, Wartenberg J, Weitzel T, Schmid RA, Mueller MD et al. PET/CT-guided biopsies of metabolically active bone lesions: applications and clinical impact. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2010; 37: 2027–36.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La biopsia quirúrgica incisional ha sido tradicionalmente el método de elección para diagnosticar tumores y lesiones pseudotumorales del sistema musculoesquelético⁴⁷. Dicha prueba requiere habitualmente un período de hospitalización de dos a cinco días, tiempo de sala de quirófano, un equipo quirúrgico y anestesista⁸¹.

Aunque la biopsia quirúrgica está considerada la prueba de referencia de la biopsia musculoesquelética debido a que su exactitud diagnóstica está cercana al 100%, no está exenta de inconvenientes como la morbilidad y complicaciones quirúrgicas, el riesgo de contaminación de los tejidos sanos adyacentes a la lesión y su elevado coste²⁷.

El desarrollo de la técnica de biopsia musculoesquelética percutánea guiada por imagen ha reducido estos inconvenientes²⁸.

A pesar de la progresiva introducción de esta técnica en la práctica diaria de la mayoría de centros, en la actualidad todavía existe controversia en la elección del procedimiento más adecuado.

4.1. Hipótesis

La biopsia percutánea guiada mediante TC en lesiones musculoesqueléticas permite realizar un diagnóstico con elevada exactitud y con una baja tasa de complicaciones, por lo que se propone como la técnica de elección para llegar al diagnóstico.

4.2. Objetivos

Con la finalidad de poder confirmar esta hipótesis se ha elaborado esta tesis doctoral planteando los siguientes objetivos:

81. Bickels J, Jelinek JS, Shmookler BM, Neff RS, Malawer MM. Biopsy of musculoskeletal tumors. Current concepts. Clin Orthop Relat Res. 1999; 368: 212-9.

Primarios

1. Evaluar la validez de la biopsia percutánea guiada mediante TC para el diagnóstico de las lesiones musculoesqueléticas.
2. Calcular y analizar la tasa de las complicaciones surgidas.
3. Demostrar la utilidad del análisis combinado de los estudios citológico e histológico de las muestras obtenidas.

Secundarios

1. Evaluar la influencia del diagnóstico final, patrón radiológico, localización y benignidad o malignidad de la lesión en el resultado de la biopsia.
2. Comparar la validez de la prueba en la población pediátrica en relación a la adulta.
3. Analizar las biopsias no diagnósticas.
4. Determinar la utilidad de la repetición de la biopsia.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Población estudiada

Estudio retrospectivo de 545 biopsias percutáneas consecutivas guiadas mediante TC de lesiones musculoesqueléticas practicadas a 524 pacientes desde enero de 2000 hasta marzo de 2011 en el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Germans Trias i Pujol de Badalona.

Criterios de inclusión

Paciente al que se le ha realizado biopsia percutánea guiada por TC de lesión musculoesquelética.

Diagnóstico final confirmado mediante estudio anatomopatológico o valoración clínico-radiológica.

Seguimiento clínico-radiológico por un período de tiempo mínimo de un año.

Pacientes fallecidos antes de dicho período, pero con diagnóstico final definitivo en su historia clínica.

Obtención de muestra macroscópica.

Criterios de exclusión

Biopsia incompleta debido a que el estado del paciente no ha permitido realizar el procedimiento en su totalidad.

Pacientes de los que no se dispone toda la documentación necesaria o el seguimiento clínico-radiológico suficiente para llegar al diagnóstico final.

Pacientes en los que no se ha llegado a un diagnóstico final a pesar de realizar todas las pruebas necesarias consideradas por el equipo médico y de haber realizado un seguimiento correcto.

Se han excluido 18 biopsias realizadas a 17 pacientes por no cumplir los criterios de inclusión mencionados previamente. En cinco pacientes no se ha podido realizar la biopsia de forma completa por el estado clínico del paciente. En nueve pacientes no se ha dispuesto de la documentación necesaria o del seguimiento clínico-radiológico suficiente para confirmar el diagnóstico. No se ha alcanzado el diagnóstico final, a pesar de haber realizado todas las pruebas necesarias consideradas por el equipo médico y después de un seguimiento correcto, en tres pacientes. La serie definitiva consta de 527 biopsias realizadas a 507 pacientes. La tabla 7 expresa la frecuencia absoluta y el porcentaje de los casos excluidos de la serie.

Tabla 7. Biopsias y pacientes excluidos de la serie

<i>Frecuencia (Porcentaje)</i>	<i>Biopsias</i>	<i>Pacientes</i>
Iniciales	545 (100,00%)	524 (100,00%)
Excluidos	18 (3,30%)	17 (3,24%)
Incluidos	527 (96,69%)	507 (96,97%)

5.2. Protocolo de biopsia

Indicación

Al recibir una solicitud de biopsia percutánea dirigida por TC de una lesión musculoesquelética, en todas las ocasiones se ha realizado una valoración clínico-radiológica inicial para establecer su indicación. Los casos con sospecha de lesión tumoral han sido evaluados por el Comité de tumores del aparato locomotor de nuestro hospital, valorando la indicación de la biopsia, su planificación y el tratamiento posterior.

En la valoración clínico-radiológica se ha decidido qué lesión biopsiar en caso de lesiones múltiples, qué parte de la lesión, dependiendo de la composición y

distribución de áreas solidas, vascularizadas, quísticas, necróticas, etc. y la vía de abordaje en función de la intervención quirúrgica posterior, de la localización anatómica y de la anatomía compartimental.

Preparación del paciente

El estudio de imagen de la lesión se ha completado en todos los casos antes de practicar la biopsia. Se ha realizado un estudio de la coagulación, incluyendo recuento de plaquetas (normal $150-386 \times 10^9/L$), actividad de protrombina (normal 78-100%) y tiempo de tromboplastina parcial activada (normal 21-36 seg.). En los casos en que se han detectado alteraciones en la coagulación, éstas se han corregido antes del procedimiento, atendiendo a las indicaciones del Servicio de Hematología. Se ha interrumpido la toma de fármacos que pudieran aumentar el sangrado durante la prueba, según el protocolo hospitalario. En los pacientes con sospecha de infección tratados con antibiótico se ha suspendido dicho tratamiento como mínimo 48 horas antes de la biopsia. Se han investigado los antecedentes de alergias, con especial atención a los fármacos anestésicos, agentes de contraste y antisépticos. No se ha realizado profilaxis antibiótica, excepto en un abordaje transoral. Todos los pacientes han sido informados de la indicación, ventajas y riesgos del procedimiento, así como de las posibles alternativas y han firmado el consentimiento informado específico para la biopsia antes de realizarla.

Procedimiento

En la mayoría de pacientes la biopsia se ha practicado de forma ambulatoria y en algunos durante el ingreso hospitalario por otro motivo. En todos los casos se ha practicado en la sala de TC.

En ocasiones se ha canalizado una vena periférica en la extremidad superior (flexura del codo o dorso de la mano) y se ha administrado suero fisiológico para su mantenimiento y para el tratamiento de las complicaciones que pudieran surgir. Se ha pautado premedicación si el dolor provocado por la lesión

impedía al paciente el mantenimiento de la posición, si el paciente presentaba ansiedad o si debían corregirse alteraciones de la coagulación. Se ha monitorizado al paciente en los casos en que se ha administrado premedicación, cuando se ha utilizado sedación o anestesia general, en punciones de riesgo y cuando el estado del paciente no era el adecuado.

El procedimiento se ha practicado en dos tipos de TC: General Electric Healthcare, Light Speed VCT de 64 filas de detectores y Philips Medical Systems, MX 8000 de 4 filas de detectores. La posición del paciente ha dependido de la localización anatómica de la lesión y de la vía de abordaje. Se ha elegido una posición que proporcione la mayor comodidad y que facilite el acceso de la aguja de biopsia. Si se ha previsto una larga duración del procedimiento se han protegido las prominencias óseas para evitar lesiones por decúbito, de forma especial en pacientes debilitados. Una vez posicionado el paciente se han colocado marcadores metálicos sobre la piel en la zona de la lesión para localizar el punto de entrada de la aguja (fig. 40).



Figura 40. Marcadores metálicos sobre la piel para localizar el punto de entrada de la aguja. La línea verde corresponde al marcador electrónico de la TC que permite medir la distancia y angulación de la aguja de biopsia (izquierda). Control de TC de la aguja de biopsia que sigue el trayecto planificado (centro). Visión externa de la aguja de biopsia (derecha).

La exploración de TC se ha iniciado mediante un escanograma de localización sobre el que se han planificado las imágenes axiales sobre la lesión. Estas imágenes se han adquirido con un grosor de corte de 1,3 mm. e incrementos de 0,6 mm. El kilovoltaje y el miliamperaje se han ajustado en función de la zona anatómica y las características del paciente. Se han obtenido pla-

nos de imagen perpendiculares a la mesa de exploración. En ningún caso se han obtenido planos oblicuos mediante inclinación del *gantry*. En los casos de anatomía compleja se ha practicado un reformateado multiplanar para facilitar la orientación del trayecto de la aguja. En las lesiones en las que el estudio de imagen previo ha evidenciado una composición heterogénea, se ha añadido un estudio tras la administración de contraste intravenoso, para diferenciar las áreas sólidas de las quísticas o necróticas y detectar las zonas más vascularizadas.

Una vez realizado el estudio mediante TC se han analizado las imágenes y se ha elegido la zona de la lesión a biopsiar, el punto de entrada y el trayecto de la aguja, en base a las características de la imagen. En lesiones mixtas con componente blástico y lítico se ha obtenido material de forma preferente de este último componente. Se han evitado las zonas quísticas o necróticas, dando preferencia a los componentes sólidos. Se ha intentado obtener material de las zonas más vascularizadas de la lesión. En algún caso, la lesión detectada mediante RM o técnicas híbridas no se ha identificado mediante TC. Para realizar la biopsia de estas lesiones se han comparado las imágenes detectadas con planos axiales similares de TC.

El punto de entrada en la piel y el trayecto de la aguja se han decidido en función de la localización anatómica, evitando zonas de riesgo; de la anatomía compartimental, para evitar atravesar compartimentos anatómicos no afectados y de la vía de abordaje quirúrgica en caso de una eventual intervención quirúrgica posterior. Mediante marcadores electrónicos de la consola de la TC se ha identificado en la imagen seleccionada de la pantalla el punto de entrada en la piel y se ha calculado la angulación y profundidad que debe alcanzar la aguja (fig. 40). Una vez decidido el punto de entrada, se ha colocado la mesa del escáner en la posición que indicaba la imagen seleccionada y mediante la luz láser del *gantry* se ha identificado dicho punto, donde se ha marcado una cruz con rotulador.

La piel del paciente en la zona de punción se ha desinfectado con povidona yodada o clorhexidina y el resto del paciente se ha cubierto con tallas estériles. El radiólogo que ha practicado la punción ha efectuado de forma rutinaria el lavado de manos y ha usado bata y guantes estériles, gorro y mascarilla (fig. 41). Todas las biopsias han sido realizadas o supervisadas por un radiólogo musculoesquelético experto en esta técnica.



Figura 41. Medidas de asepsia. Desinfección de la zona de punción con povidona yodada. Tallas, bata y guantes estériles. Uso de gorro y mascarilla.

La mesa para colocar los materiales de punción se ha cubierto con tallas estériles. Los materiales utilizados de han sido gasas estériles, aguja intramuscular, aguja de punción lumbar de 22 G, jeringas de 5 ó 10 c.c. para anestésico local, jeringas de 20 c.c. para aspiración de material de la lesión y hoja de bisturí, a los que se han añadido los materiales específicos para cada caso.

En la mayoría de pacientes el dolor se ha controlado con anestésico local (mepivacaína o lidocaína al 1%). En los que se ha previsto que este fármaco sería insuficiente, que había un componente de ansiedad o que no se podría mantener la posición adecuada durante el tiempo necesario, se ha asociado una sedación superficial. En escasas ocasiones se ha practicado una anestesia general, utilizada, casi de forma exclusiva, en pediatría (fig. 42).



Figura 42. Biopsia percutánea de masa de partes blandas paravertebral en un niño de 1 año, con anestesia general. En las imágenes izquierda y central se observa la monitorización del niño. En la imagen da la derecha se observa el control de la aguja de biopsia mediante imagen de TC.

Antes de iniciar la punción se ha advertido al paciente del inicio del procedimiento y se ha procedido a la infiltración anestésica de la piel, tejido celular subcutáneo y planos musculares hasta alcanzar la superficie de la lesión o el periostio si se trataba de una lesión ósea con cortical íntegra.

El inicio de la infiltración se ha practicado con una aguja intramuscular. Para las zonas más profundas se ha utilizado una aguja de punción lumbar de 22 G. Una vez realizada la infiltración anestésica se ha efectuado una incisión en la piel siguiendo la dirección de la incisión quirúrgica (fig. 43).

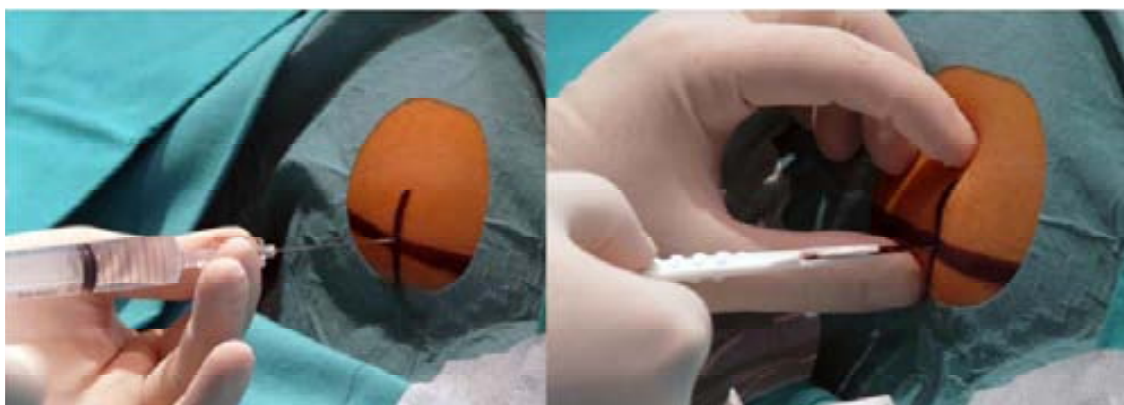


Figura 43. Infiltración de anestésico local con aguja intramuscular y jeringa de 10 c.c. (izquierda). Incisión en la piel siguiendo el trayecto de una eventual incisión quirúrgica posterior (derecha).

Para realizar una punción aspirativa de componentes líquidos, de lesiones de partes blandas o del componente lítico de lesiones óseas, se han utilizado agujas finas (22-18 G). Se han empleado agujas de corte (16-14 G) para obtener cilindros de tejido blando o hemático en masas de partes blandas y en lesiones óseas líticas en las que, por su baja consistencia, no se podía obtener material mediante una aguja de biopsia ósea. Para obtener cilindros óseos, se han usado agujas gruesas (11-2 G). En algún caso de lesión superficial de partes blandas de pequeño tamaño se ha utilizado un instrumento de biopsia en sacabocados, usado para lesiones dermatológicas.

La introducción de las agujas se ha realizado mediante sistema coaxial para lesiones profundas o de difícil acceso, o mediante punciones directas repetidas en lesiones superficiales o de abordaje sencillo. El avance y posición final de las agujas se ha controlado mediante imágenes de TC, de grosor de 3,2 mm e incrementos de 1,6 mm, realizando los controles necesarios para practicar el procedimiento con seguridad.

En función de las características de la lesión se ha efectuado una punción aspirativa, una biopsia o una combinación de ambas. No se ha registrado en todos los casos la cantidad del material obtenido, que ha sido decidida por el operador de forma visual. Se han obtenido entre 1 y 3 cilindros óseos, de 2 a 10 cilindros de tejido blando o hemático y entre 1 y 40 c.c. de material líquido aspirado. Éste último se ha remitido para estudio citológico en la misma jeringa de aspiración, con la aguja y la guía interna de la aguja de aspiración, para que el citólogo pudiera extraer el material que hubiera podido quedar en su interior. Las extensiones y el procesamiento ulterior para el análisis citológico se han efectuado en el Servicio de Anatomía Patológica. De forma rutinaria no se ha podido disponer de un citólogo que examinara la idoneidad de la muestra en el momento de la punción, aunque en algunos casos seleccionados por su complejidad o trascendencia se ha podido realizar mediante el análisis de extensiones rápidas.

Los cilindros de hueso, tejido blando o hemático se han remitido para estudio histológico en fresco, colocados en gasas estériles impregnadas de suero y guardados en recipientes de plástico estériles. Los cilindros óseos obtenidos para estudio metabólico de hueso se han colocado en un recipiente de plástico estéril en alcohol de 70°. Ante la sospecha de infección se ha remitido parte del material aspirado y de los cilindros obtenidos para estudio microbiológico en tubos estériles.

Todos los recipientes de los materiales han sido debidamente identificados y se han realizado las solicitudes de los distintos estudios de laboratorio, indicando en la información clínica los datos relevantes necesarios para una correcta interpretación de las muestras. Dichas muestras han sido enviadas por integrantes del equipo médico de radiología a los distintos laboratorios, donde se ha entregado el material, en un plazo de tiempo inferior a quince minutos tras la finalización del procedimiento y se ha comentado el caso con el médico responsable de su análisis. Todas las muestras han sido examinadas por el mismo equipo de patólogos y microbiólogos, expertos en patología musculoesquelética.

Una vez extraído el material se ha practicado compresión digital selectiva del punto de punción hasta comprobar que no sangraba la herida. Posteriormente se ha procedido de nuevo a la desinfección de la incisión con antiséptico y al cierre de la misma mediante tiras autoadhesivas *Steri-strip*® o mediante puntos de sutura si la incisión era superior a 1 cm. Una vez finalizado el cierre de la incisión se ha colocado un apósito compresivo. En las biopsias de riesgo o complicadas se ha realizado en ocasiones una TC de la zona de punción para descartar complicaciones como un hematoma extenso o un neumotórax.

El paciente se ha trasladado a la sala de recuperación adyacente a la del escáner, donde ha permanecido en reposo absoluto, apoyado sobre la zona de punción para comprimir la herida y, pasadas dos horas, si no han aparecido complicaciones, ha sido dado de alta con las recomendaciones postura-

les y de ingesta, con la indicación de que acudiera al Servicio de Urgencias del Hospital en caso de aparecer alguna complicación. Los pacientes ingresados han sido trasladados directamente a su habitación con las mismas recomendaciones y los controles clínicos necesarios.

5.3. Clasificación de las muestras obtenidas

Para evaluar la validez del procedimiento como prueba diagnóstica se ha tomado como prueba de referencia el diagnóstico final. Tras realizar un seguimiento clínico y radiológico mínimo de un año, se ha valorado la concordancia de los datos anatomopatológicos con la evolución clínica, radiológica y del resto de exploraciones complementarias y el equipo médico ha establecido un diagnóstico final, que ha quedado reflejado en la historia clínica del paciente. Las muestras obtenidas han sido clasificadas en función de su capacidad diagnóstica y de su concordancia con el diagnóstico final (fig. 44).

Como criterio de inclusión se ha establecido la necesidad de obtener una muestra macroscópica para valorar como técnicamente correcta la biopsia. Se ha considerado una muestra adecuada si el anatomopatólogo ha sido capaz de emitir un informe diagnóstico o descriptivo a partir del material recibido. Los casos en los que ha indicado que el material era insuficiente para tal fin, se ha considerado como muestra inadecuada.

Se ha clasificado la muestra como diagnóstica o positiva si el informe anatomopatológico reflejaba una enfermedad concreta. Este grupo incluye los resultados verdaderos positivos (VP) y falsos positivos (FP). Si el informe no reflejaba una enfermedad concreta y tan sólo era descriptivo se ha considerado como una muestra no diagnóstica o negativa y en este grupo se han incluido los verdaderos negativos (VN) y falsos negativos (FN).

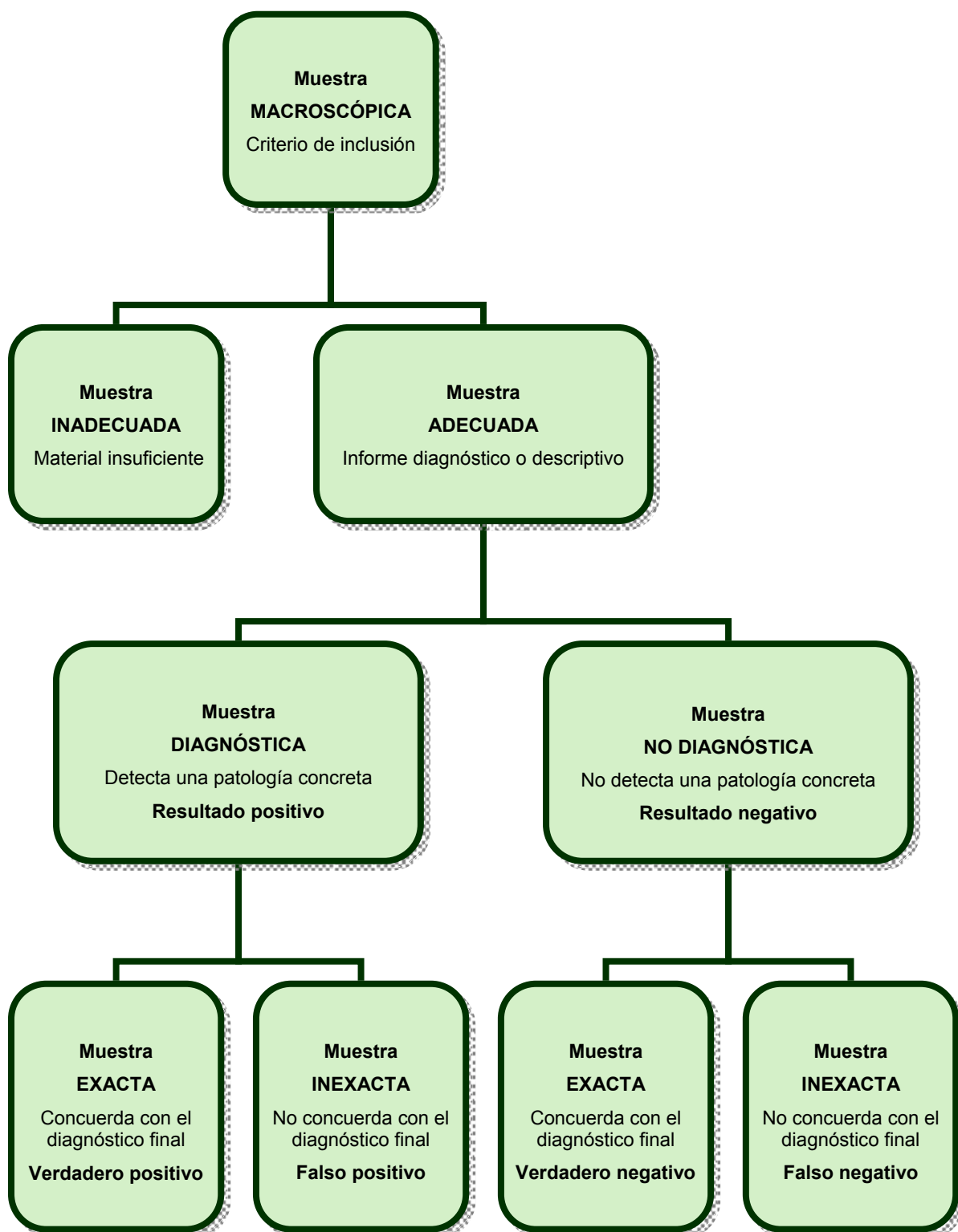


Figura 44. Clasificación de las muestras.

La biopsia, en su conjunto, se ha considerado diagnóstica cuando al menos uno de los estudios realizados (citológico, histológico o microbiológico) ha resultado positivo. El estudio microbiológico se ha considerado positivo cuando se ha conseguido aislar un germen.

La muestra se ha considerado exacta si el resultado concuerda con el diagnóstico final. Este grupo incluye los resultados verdaderos, tanto los positivos como los negativos. Se ha considerado un resultado VP cuando el diagnóstico emitido en el informe anatomopatológico concuerda con el diagnóstico final. Los casos en que no han sido concordantes se han catalogado como un resultado FP.

Los casos en que el informe anatomopatológico ha sido de material normal o reactivo y el diagnóstico final ha sido concordante, se ha considerado un resultado VN. En la clasificación de los diagnósticos finales se ha establecido una categoría denominada *diagnóstico clínico-radiológico*, en la que se han incluido aquellas lesiones o enfermedades cuyo diagnóstico se alcanza mediante la congruencia de datos clínicos, analíticos y de imagen y que no presentan alteraciones específicas en el examen anatomopatológico. En estos casos la biopsia se suele realizar para descartar un tumor o una infección. Cuando en la muestra del material obtenido se ha descartado tumor e infección y los datos descriptivos del informe anatomopatológico eran concordantes con el diagnóstico final, se ha considerado un resultado VN. El resultado de la muestra ha sido catalogado como FN cuando no ha permitido llegar al diagnóstico en una enfermedad diagnosticable mediante biopsia percutánea.

5.4. Definición de variables

Para la realización de este estudio se han definido las variables expuestas de forma esquemática en la tabla 8. Los datos obtenidos se han introducido en una base de datos para su posterior tratamiento estadístico.

Tabla 8. Variables definidas en esta tesis

Grupos de variables	Variables
Generales	Edad Sexo Nº de punciones
Localización	Estructura anatómica Articulación Hueso Axial Columna Pared torácica Apendicular Extremidad superior Extremidad inferior Partes blandas Axiales Apendiculares Extremidad superior Extremidad inferior
Características de la imagen	Patrón radiológico
Resultados del material obtenido	Citológico Histológico Microbiológico Germen
Prueba de referencia	Diagnóstico final
Comparación con biopsia quirúrgica	Comparación con resultado quirúrgico
Otras	Complicaciones

Variables generales

Edad

Es la única variable continua y se ha expresado en números enteros. El resto de variables son categóricas.

Sexo

Categorías: 1 hombre y 2 mujer.

Número de biopsias percutáneas

Categorías: 1 primera biopsia percutánea y 2 repetición de la biopsia percutánea durante el mismo episodio clínico por falta de un diagnóstico en la primera punción. No se han realizado más de dos biopsias percutáneas a un paciente en un mismo episodio clínico. Si la segunda punción tampoco ha sido diagnóstica se ha optado por la biopsia quirúrgica o el seguimiento clínico-radiológico.

En el análisis de los resultados se ha contabilizado por biopsias y no por pacientes. De este modo, si en un paciente la primera biopsia ha sido negativa y la segunda positiva se ha contado una biopsia negativa y otra positiva y no un único resultado final positivo.

La segunda biopsia no se ha realizado siempre en la misma localización que la primera. En pacientes con lesiones múltiples, en ocasiones, la segunda punción se ha realizado en otra localización por considerar que podría ofrecer más posibilidades de alcanzar el diagnóstico.

En pacientes en los que la misma lesión ha sido biopsiada por segunda vez, pero en distintos episodios clínicos, como por ejemplo una lesión recidivante, esta segunda biopsia se ha considerado como otra primera biopsia del mismo paciente porque se trata de dos episodios clínicos distintos.

En un caso se ha realizado de forma simultánea la biopsia de dos lesiones distintas en el mismo paciente porque la valoración clínico-radiológica hacía pensar que podía tratarse de dos lesiones distintas y cada biopsia se ha considerado como una primera.

Localización

Uno de los objetivos secundarios de este estudio ha sido evaluar la posible influencia de la localización de la lesión en los resultados de la prueba. Se ha

considerado la localización de la biopsia en tres estructuras anatómicas: hueso, partes blandas y articulaciones.

La biopsia se ha clasificado también en función de la localización axial o apendicular y en localizaciones más específicas diferenciando el hueso de las partes blandas. La práctica totalidad de la biopsias articulares se han realizado en localización axial, por lo que todas las localizaciones se han agrupado en una sola variable.

Localización según estructura anatómica

Categorías: 1 hueso, 2 partes blandas y 3 articulación.

Articulación

Categorías: 0 no articular ,1 columna cervical, 2 columna torácica, 3 columna toracolumbar (T12-L1), 4 columna lumbar, 5 columna lumbosacra (L5-S1), 6 articulación sacroilíaca y 7 articulaciones apendiculares. No se ha especificado más la localización de articulaciones apendiculares debido al bajo número de biopsias realizadas porque no suele ser necesario el uso de TC como guía.

Hueso

Categorías: 0 no localizado en hueso, 1 esqueleto axial y 2 esqueleto apendicular.

Hueso axial

Categorías: 0 no localizado en hueso axial, 1 cráneo, 2 columna, 3 pared torácica y 4 pelvis.

Columna

Categorías: 0 no localizado en columna, 1 cervical, 2 torácica, 3 lumbar y 4 sacro.

Pared torácica

Categorías: 0 no localizado en pared torácica, 1 costilla, 2 esternón, 3 clavícula y 4 escápula.

Hueso apendicular

Categorías: 0 no localizado en hueso apendicular, 1 extremidad superior y 2 extremidad inferior.

Extremidad superior

Categorías: 0 no localizado en extremidad superior, 1 húmero, 2 cúbito, 3 radio, 4 carpo y 5 huesos de la mano.

Extremidad inferior

Categorías: 0 no localizado en extremidad inferior, 1 fémur, 2 tibia, 3 peroné, 4 tarso y 5 huesos del pie.

Partes blandas

Categorías: 0 no localizado en partes blandas, 1 axial y 2 apendicular.

Partes blandas axiales

Categorías: 0 no localizado en partes blandas axiales, 1 cabeza y cuello, 2 pared torácica, 3 pared abdominal y 4 pelvis.

Partes blandas apendiculares

Categorías: 0 no localizado en partes blandas apendiculares, 1 extremidad superior y 2 extremidad inferior.

Partes blandas de la extremidad superior

Categorías: 0 no localizado extremidad superior, 1 brazo, 2 codo, 3 antebrazo, 4 muñeca y 5 mano.

Partes blandas de la extremidad inferior

Categorías: 0 no localizado en extremidad inferior, 1 muslo, 2 rodilla, 3 pierna, 4 tobillo y 5 pie.

Características de la imagen

Patrón radiológico

Categorías: 0 lesión extraósea, 1 lítica, 2 blástica, 3 mixta y 4 normal. El patrón radiológico de las lesiones óseas se ha definido en función del grado de calcificación intralesional valorada mediante TC. Se ha considerado lesión lítica aquella que presentaba menos de un tercio de calcificación intralesional, blástica si la lesión estaba calcificada en más de dos terceras partes y mixta si la calcificación ocupaba entre un tercio y dos tercios de la lesión (fig. 45).

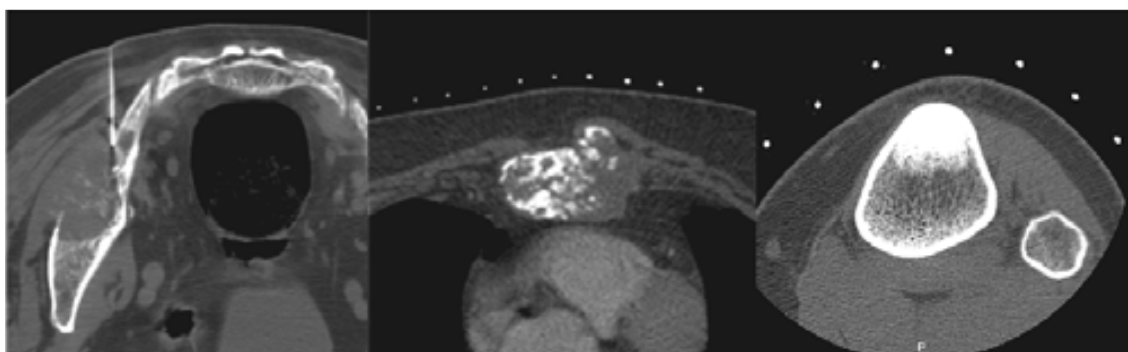


Figura 45. Patrones radiológicos de las lesiones óseas. Patrón lítico: calcificación menor de un tercio de la lesión (izquierda). Patrón mixto: calcificación entre uno y dos tercios de la lesión (centro). Patrón blástico: calcificación mayor a los dos tercios de la lesión.

A estas tres categorías se ha añadido la categoría *4 normal*, en los casos en que la lesión se ha detectado mediante otra técnica de imagen, como la RM o PET y en la TC no ha presentado alteraciones.

Resultados del material obtenido

Citológico

Categorías: 0 análisis citológico no realizado, 1 tumor mesenquimatoso benigno

no, 2 tumor mesenquimatoso maligno, 3 metástasis, 4 mieloma, 5 linfoma, 6 otros tumores malignos, 7 infección, 8 otros diagnósticos, 9 normal o reactivo, 10 inespecífico y 11 material insuficiente.

La categoría *6 otros tumores malignos*, incluye aquellos tumores malignos que no pueden ser clasificados en las otras categorías establecidas y, por su baja frecuencia, se han agrupado en una sola. La categoría *8 otros diagnósticos* incluye una miscelánea de alteraciones benignas no tumorales ni infecciosas en las que el estudio anatomopatológico del material obtenido mediante biopsia percutánea puede ser diagnóstico. Por su baja frecuencia individual se agrupan en esta categoría. La categoría *9 normal o reactivo* abarca las muestras cuyo estudio demuestra un tejido normal o con mínimos cambios histológicos de un proceso previo curado. La categoría *10 inespecífico*, agrupa aquellas muestras en las que existe tejido de la lesión y el informe anatomopatológico es descriptivo, sin poder precisar un diagnóstico concreto. La categoría *11 material insuficiente* incluye las muestras en las que el material obtenido no permite elaborar un informe diagnóstico concreto ni un informe descriptivo del tejido de la lesión.

Histológico

Los criterios utilizados en el establecimiento de las categorías son los mismos que en el análisis citológico.

Categorías: 0 análisis citológico no realizado, 1 tumor mesenquimatoso benigno, 2 tumor mesenquimatoso maligno, 3 metástasis, 4 mieloma, 5 linfoma, 6 otros tumores malignos, 7 Infección, 8 otros diagnósticos, 9 normal o reactivo, 10 inespecífico y 11 material insuficiente.

Microbiológico

Categorías: 0 análisis microbiológico no realizado, 1 cultivo positivo y 2 cultivo negativo.

Germen identificado

Categorías: 0 Germen no identificado, 1 *Staphylococcus aureus*, 2 *Mycobacterium tuberculosis*, 3 *Escherichia coli*, 4 *Staphylococcus epidermidis*, 5 *Pseudomonas aeruginosa*, 6 *Candida albicans*, 7 *Peptococcus*, 8 *Enterobacter aerogenes* y 9 *Mucor*.

Prueba de referencia

Diagnóstico final

Categorías: 1 tumor mesenquimatoso benigno, 2 tumor mesenquimatoso maligno, 3 metástasis, 4 mieloma, 5 linfoma, 6 otros tumores malignos, 7 infección, 8 otros diagnósticos, 9 normal o reactivo y 10 diagnóstico clínico-radiológico.

La mayoría de diagnósticos finales corresponden a tumor o infección. El resto forma parte de una miscelánea clasificada en dos categorías diferentes debido a que representan dos situaciones clínicas distintas. En la categoría 8 *otros diagnósticos*, se incluyen las lesiones cuyo diagnóstico puede ser realizado mediante la información anatomopatológica de la muestra obtenida mediante biopsia percutánea. En la categoría 10 *diagnóstico clínico-radiológico* se incluyen aquellas lesiones cuyo diagnóstico se realiza mediante datos clínicos, analíticos y de imagen y el examen anatomopatológico es inespecífico. En estos casos la biopsia se suele realizar para descartar tumor o infección.

Comparación con la biopsia quirúrgica

Comparación con el resultado quirúrgico

En los casos en que se ha practicado una intervención quirúrgica de la lesión, sea una biopsia o una exéresis, se ha comparado el resultado obtenido con ambos procedimientos.

Categorías: 0 no se ha practicado intervención, 1 coincidencia total, 2 coincidencia parcial y 3 no coincidente.

Se ha considerado coincidencia total cuando los resultados obtenidos en ambos procedimientos son idénticos; parcial cuando el resultado de la biopsia percutánea coincide parcialmente con el de la biopsia quirúrgica, especialmente en casos de tumores primarios óseos o de partes blandas, en los que, por ejemplo, pueden no coincidir en el grado o subtipo histológico y no coincidente cuando el resultado de la biopsia percutánea es distinto o no reúne la mínima información necesaria para orientar el diagnóstico.

Otras variables

Complicaciones

Categorías: 0 sin complicación, 1 hematoma, 2 reacción vasovagal, 3 infección y 4 otras.

5.5. Métodos estadísticos

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos se ha realizado con el asesoramiento del *Servei d'Estadística Aplicada de la Universitat Autònoma de Barcelona*. El proceso ha consistido en una primera fase de lectura y validación de la base de datos. En segundo lugar, se ha procedido al análisis estadístico que se describe a continuación.

Análisis descriptivo univariante

Se ha practicado para cada una de las variables de interés de la base de datos. Para las cuantitativas se han calculado los estadísticos descriptivos: media, mediana, desviación estándar, mínimo y máximo. El análisis se ha completado con histogramas. Para las cualitativas se han empleado tablas de frecuencias absolutas y relativas y se ha completado el análisis con gráficos de

barras. Se ha elaborado un gráfico de cajas para las variables edad y sexo.

Análisis bivalente

Se ha utilizado para analizar la asociación entre algunas variables con el resultado de la biopsia, como la benignidad o malignidad de la lesión, el patrón radiológico, la localización o la población pediátrica o adulta. La comparación para determinar si existen diferencias en la distribución de los porcentajes de las covariables para cada una de las variables respuesta se ha realizado mediante la prueba de chi cuadrado para las variables respuesta categóricas. Para la variable edad, las diferencias entre grupos se han contrastado mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Poder predictivo.

Se han calculado las siguientes medidas de validez: sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y exactitud diagnóstica^{82,83}, definidas según los siguientes índices:

Enfermo y sano: esta variable se ha calculado a partir del diagnóstico final. Se ha considerado como *enfermo* aquellos casos en que el diagnóstico final no sea *normal o reactivo* ni *diagnóstico clínico-radiológico*. Esta última categoría se ha incluido dentro de *sano* ya que el objetivo de la biopsia en estos casos es descartar tumor o infección y no realizar el diagnóstico específico. Por tanto, si se ha obtenido una muestra adecuada en la que se ha descartado tumor e infección se ha considerado un verdadero negativo.

Prueba positiva y negativa: se ha aplicado al resultado de la biopsia, del estudio citológico, del histológico y del microbiológico. Cuando el resultado corresponde a una enfermedad se considera *prueba positiva*. En los casos en

82. Zhou XH, Obuchowski NA, McClish DK. Statistical Methods in Diagnostic Medicine. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons Inc; 2011.

83. Pepe MS. The statistical evaluation of medical tests for classification and prediction. New York: Oxford University Press; 2003.

los que el diagnóstico ha sido normal o reactivo o material inespecífico se ha considerado *prueba negativa*.

El poder predictivo se ha calculado para las muestras adecuadas. No se han incluido las muestras inadecuadas, en las que se ha obtenido material insuficiente para realizar un diagnóstico o un informe descriptivo. De forma complementaria y en función del cumplimiento de los criterios de aplicación se ha calculado la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) y se ha utilizado el área bajo la curva (AUC) como índice para completar la valoración de la exactitud diagnóstica de la prueba⁸⁴. Se ha analizado también el poder predictivo de los estudios citológico e histológico y microbiológico de forma individualizada y en combinación.

Biopsias no diagnósticas.

Para el análisis de las biopsias no diagnósticas se ha establecido un modelo de regresión logística binaria multivariante⁸⁵, en función de un conjunto de covariables: edad, sexo, patrón radiológico de las lesiones óseas, localización y diagnóstico final (benigno o maligno). Este modelo ha permitido caracterizar estas biopsias según el tipo de lesión benigna o maligna, el patrón radiológico y la localización en el hueso axial o apendicular.

Repetición de la biopsia percutánea

De forma adicional se ha realizado un análisis pormenorizado de 14 casos para determinar el valor de la repetición de la biopsia percutánea.

Las decisiones estadísticas se han tomado fijando un nivel de significación de 0,05%. Todos los resultados del análisis estadístico se han obtenido con el software SAS, v9.2, SAS Institute Inc., NC, USA.

84. Burgueño MJ, García-Bastos JL, González-Buitrago JM. Las curvas ROC en la evaluación de las pruebas diagnósticas. *Med Clin (Barc)*. 1995; 104: 661-70.

85. Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied Logistic Regression*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons Inc; 2000.

6. RESULTADOS

6.1. Biopsia musculoesquelética percutánea guiada por TC

Demografía

La población estudiada consta de 325 hombres y 182 mujeres con una media de edad de 56 años (figs. 46 y 47).

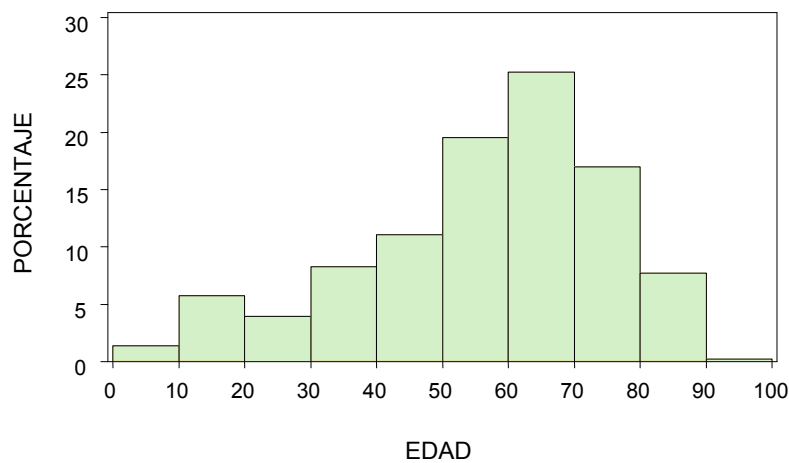


Figura 46. Histograma de la variable edad

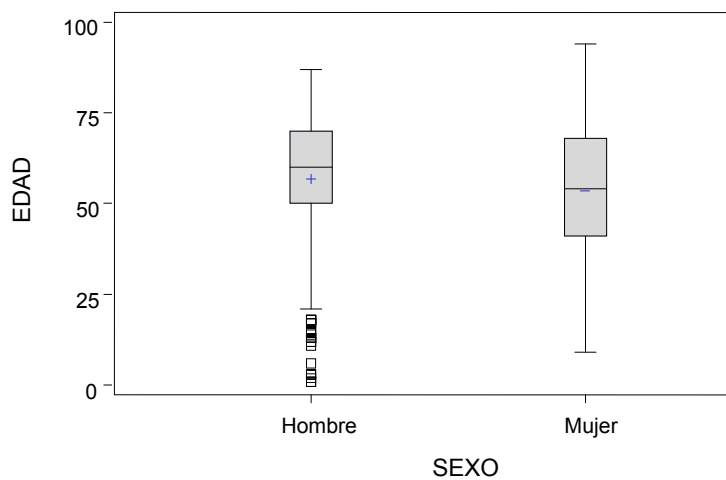


Figura 47. Variables edad y sexo

Localización

Las lesiones localizadas en el hueso han sido las más frecuentes de la serie, seguidas de las de partes blandas y las articulares (fig. 48).

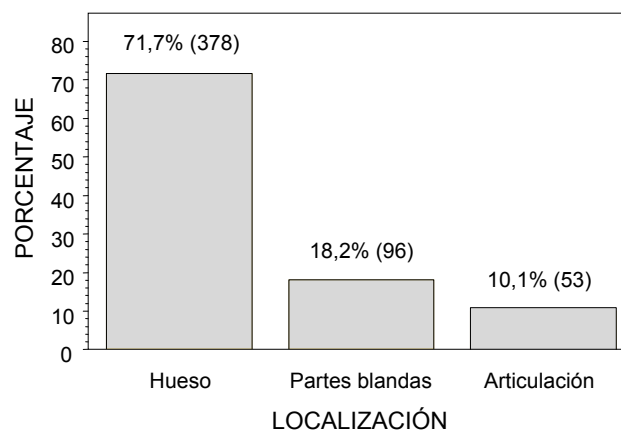


Figura 48. Diagrama de barras de la localización en las distintas estructuras anatómicas

Patrón radiológico

El patrón lítico ha sido el más frecuente (fig. 49).

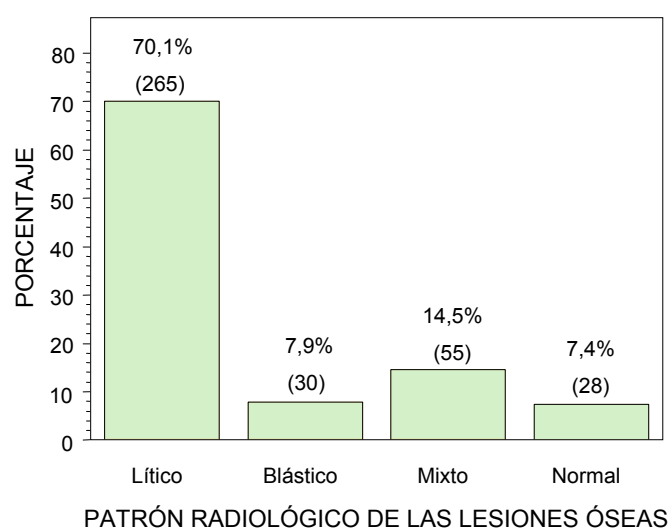


Figura 49. Distribución de las frecuencias del patrón radiológico de las lesiones óseas

Diagnóstico final

El diagnóstico final más frecuente ha sido la metástasis (tabla 9).

Tabla 9. Diagnóstico final

<i>Diagnóstico final</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Tumor mesenquimatoso benigno	34	(6,45%)
Tumor mesenquimatoso maligno	75	(14,23%)
Metástasis	218	(41,37%)
Mieloma	25	(4,74%)
Linfoma	35	(6,64%)
Otros tumores malignos	9	(1,71%)
Infección	50	(9,49%)
Otros diagnósticos	50	(9,49%)
Normal o reactivo	14	(2,66%)
Diagnóstico clínico-radiológico	17	(3,23%)
Total	527	(100,00%)

Resultados (tabla 10)

Se han obtenido 515 muestras adecuadas, que equivalen al 97,8% del total.

Tabla 10. Resultados de la biopsia percutánea

	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Verdadero positivo	447	(86,79%)
Verdadero negativo	32	(6,21%)
Falso positivo	2	(0,39%)
Falso negativo	34	(6,60%)
Total	515	(100,00%)

Poder predictivo para la detección de enfermedad (tablas 11 A y 11 B)

Los resultados del poder predictivo en la presente tesis se expresarán con el correspondiente intervalo de confianza, excepto en los casos en que la amplitud del mismo no proporcione una información útil.

Tabla 11 A. Resultados de la biopsia

<i>Resultado</i>	<i>Enfermo</i>	<i>Sano</i>	<i>Total</i>
Positivo	449 (93%)	0 (0%)	449
Negativo	34 (7%)	32 (100%)	66
Total	483	32	515

Tabla 11 B. Resultados del poder predictivo

<i>Índice</i>	<i>Valor</i>
Sensibilidad (IC 95%)	93% (90-95%)
Especificidad (IC95%)	100% (89-100%)
Valor predictivo positivo	100%
Valor predictivo negativo	49%
Exactitud diagnóstica	93%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,965 (0,953-0,976)

La figura 50 representa la curva ROC de discriminación diagnóstica.

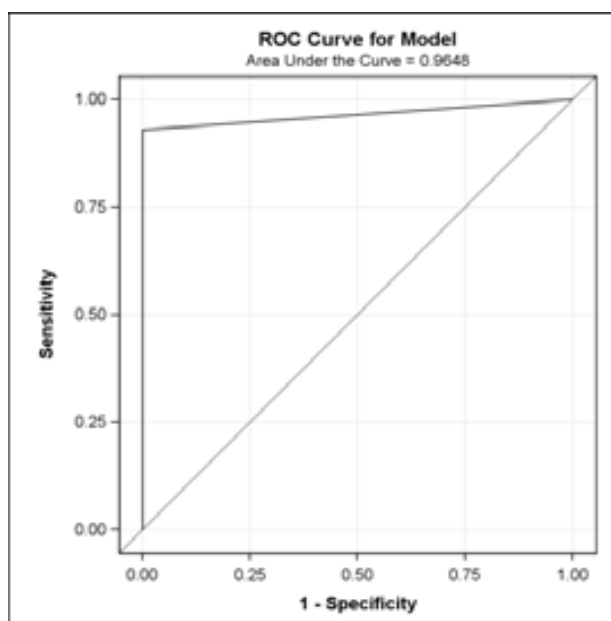


Figura 50. Curva ROC para el resultado de la biopsia

El área bajo la curva ROC es otro índice de la exactitud diagnóstica y su valor oscila entre 0,5 y 1. Un valor de 1 representa una prueba discriminadora perfecta y un valor de 0,5 indica que la prueba es incapaz de distinguir entre enfermos y sanos. Cuanto más alejada de la diagonal del cuadrado esté la curva y más próxima al ángulo superior izquierdo, mayor es la exactitud diagnóstica.

Comparación entre los resultados de la biopsia percutánea y la cirugía

Ha existido coincidencia parcial o total en el 84% de los casos (tabla 12).

Tabla 12. Comparación entre los resultados de la biopsia percutánea y la cirugía

<i>Coincidencia</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Total	72	(70,58%)
Parcial	14	(13,72%)
No coincidente	16	(15,68%)
Total	102	(100,00%)

Complicaciones (tabla 13)

Ha habido cuatro complicaciones, que equivalen al 0,76% de los casos.

Tabla 13. Complicaciones de la biopsia percutánea

	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Sin complicación	523	(99,24%)
Hematoma	3	(0,57%)
Reacción vasovagal	1	(0,19%)
Total	527	(100,00%)

6.2. Análisis combinado citológico e histológico

Estudio citológico

Se ha realizado en 438 casos, que equivalen al 83% del total.

Diagnóstico final (tabla 14)

Tabla 14. Diagnóstico final del estudio citológico

<i>Diagnóstico final</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Tumor mesenquimatoso benigno	3	(0,68%)
Tumor mesenquimatoso maligno	33	(7,53%)
Metástasis	175	(39,95%)
Mieloma	24	(5,48%)
Linfoma	12	(2,74%)
Otros tumores malignos	6	(1,37%)
Infección	4	(0,91%)
Otros diagnósticos	18	(4,11%)
Normal o reactivo	10	(2,28%)
Inespecífico	106	(24,20%)
Material insuficiente	47	(10,73%)
Total	438	(100,00%)

Resultados (tabla 15)

Se han obtenido 391 muestras adecuadas, que equivalen al 89,3% del total.

Tabla 15. Resultados del estudio citológico

	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Verdadero positivo	274	(70,08%)
Verdadero negativo	13	(3,32%)
Falso positivo	1	(0,26%)
Falso negativo	103	(26,34%)
Total	391	(100,00%)

Poder predictivo (tablas 16 A y 16 B)

Cabe destacar el bajo valor predictivo negativo del estudio citológico (11%).

Tabla 16 A. Resultados de la biopsia

<i>Resultado</i>	<i>Enfermo</i>	<i>Sano</i>	<i>Total</i>
Positivo	275 (73%)	0 (0%)	275
Negativo	103 (27%)	13 (100%)	116
Total	378	13	391

Tabla 16 B. Resultados del poder predictivo

<i>Índice</i>	<i>Valor</i>
Sensibilidad (IC 95%)	73% (68-77%)
Especificidad (IC95%)	100% (75-100%)
Valor predictivo positivo	100%
Valor predictivo negativo	11%
Exactitud diagnóstica	74%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,863 (0,841-0,886)

Estudio histológico

Se ha realizado en 303 casos, que equivalen al 57,5% del total.

Diagnóstico final (tabla 17)**Tabla 17. Diagnóstico final del estudio histológico**

<i>Diagnóstico final</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Tumor mesenquimatoso benigno	28	(9,24%)
Tumor mesenquimatoso maligno	54	(17,82%)
Metástasis	85	(28,05%)
Mieloma	9	(2,97%)
Linfoma	18	(5,94%)
Otros tumores malignos	6	(1,98%)
Infección	5	(1,65%)
Otros diagnósticos	28	(9,24%)
Normal o reactivo	14	(4,62%)
Inespecífico	51	(16,83%)
Material Insuficiente	5	(1,65%)
Total	303	(100,00%)

Resultados (tabla 18)

Se han obtenido 298 muestras adecuadas, que equivalen al 98,3% del total.

Tabla 18. Resultados del estudio histológico

	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Verdadero positivo	231	(77,52%)
Verdadero negativo	22	(7,38%)
Falso positivo	2	(0,67%)
Falso negativo	43	(14,43%)
Total	298	(100,00%)

Poder predictivo (tablas 19 A y 19 B)

El valor predictivo negativo es bajo (34%) pero superior al del estudio citológico (11%).

Tabla 19 A. Resultados de la biopsia

<i>Resultado</i>	<i>Enfermo</i>	<i>Sano</i>	<i>Total</i>
Positivo	233 (84%)	0 (0%)	233
Negativo	43 (16%)	22 (100%)	65
Total	276	22	298

Tabla 19 B. Resultados del poder predictivo

<i>Índice</i>	<i>Valor</i>
Sensibilidad (IC 95%)	84% (80-88%)
Especificidad (IC95%)	100% (85-100%)
Valor predictivo positivo	100%
Valor predictivo negativo	34%
Exactitud diagnóstica	86%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,922 (0,9-0,943)

Análisis combinado citológico e histológico

Para el análisis combinado de los estudios citológico e histológico, sólo se han tenido en cuenta los casos en que se han practicado ambas pruebas. En la figura 51 y la tabla 20 se representan las curvas ROC y el área bajo la curva para los resultados del estudio citológico, histológico y su combinación. La tabla 21 expresa los resultados de la comparación del área bajo la curva.

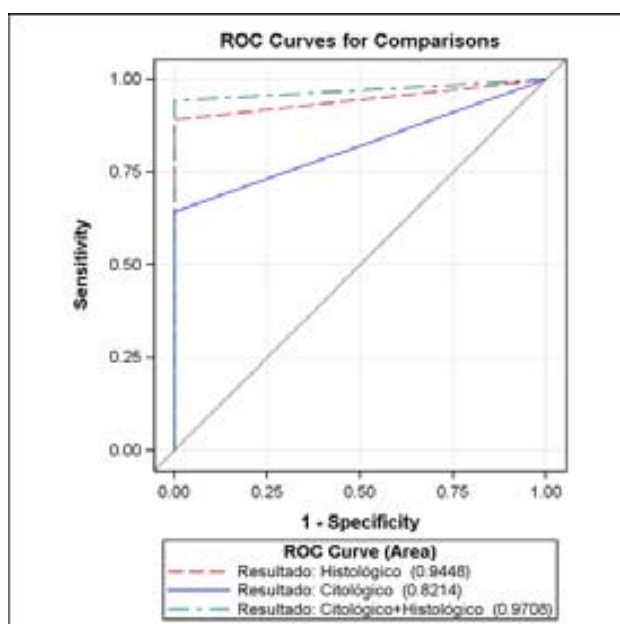


Figura 51. Comparación de las curvas ROC del estudio citológico, histológico y su combinación.

Tabla 20. Valores del área bajo la curva ROC

Resultado	Citológico	Histológico	Combinación de ambos
AUC (IC 95%)	0,821 (0,783-0,859)	0,945 (0,92-0,969)	0,9708 (0,952-0,989)

Tabla 121. Comparación del área bajo la curva

Comparación	Combinación / Histol.	Combinación / Citol.	Citol. / Histol.
Diferencia (p-valor)	0,026 (0,0038)	0,1494 (<0,001)	-0,1234 (<0,0001)

Las diferencias entre las áreas bajo la curva expresadas en la tabla 21 son estadísticamente significativas, por tanto, para la detección de enfermedad, la combinación de las dos pruebas es mejor que ambos estudios por separado y el estudio histológico mejor que el citológico.

6.3. Diagnóstico final

Tumor mesenquimatoso benigno

La serie está compuesta por 34 casos, que equivalen al 6,45% del total. La media de edad es de 44,5 años; 17 casos (50%) corresponden a hombres y 17 (50%) a mujeres. La tabla 22 expresa la frecuencia absoluta y el porcentaje de los tumores mesenquimatosos benignos, en la que destacan los tumores de estirpe fibrosa.

Tabla 22. Tumores mesenquimatosos benignos

<i>Tumor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Fibromatosis	6	(17,64%)
Hemangioma	5	(14,70%)
Schwannoma benigno	4	(11,76%)
Tumor de células gigantes	4	(11,76%)
Mixoma intramuscular	2	(5,80%)
Osteoma osteoide	2	(5,80%)
Leiomioma	2	(5,80%)
Angiomatosis quística	2	(5,80%)
Hemangioendotelioma epiteliode	2	(5,80%)
Osteoblastoma	1	(2,94%)
Fibroma condromixoide	1	(2,94%)
Histiocitoma fibroso benigno	1	(2,94%)
Fibrolipoma	1	(2,94%)
Tumor de células granulares	1	(2,94%)
Total	34	(100,00%)

En la tabla 23 se resumen las localizaciones más frecuentes y puede apreciarse un predominio de la localización ósea axial.

Tabla 23. Localizaciones más frecuentes

Localización	Frecuencia	(Porcentaje)
Hueso	20	(59%)
Axial	12	(60%)
Columna	8	(67%)
Apendicular	8	(40%)
Extremidad inferior	6	(75%)
Partes blandas	14	(41%)
Apendiculares	12	(86%)

Patrón radiológico: lítico 14 (70%), mixto 5 (25%), blástico 1 (5%).

Poder predictivo de la biopsia (tablas 24 A y B)

El cálculo del poder predictivo se ha efectuado con los resultados obtenidos en las 32 muestras adecuadas (94%).

Tabla 24 A. Resultados de la biopsia

Resultado	TMB	No TMB	Total
Positivo	27 (84%)	1* (0,2%)	28
Negativo	5 (16%)	482 (99,8%)	487
Total	32	483	515

Tabla 24 B. Resultados del poder predictivo

Índice	Valor
Sensibilidad (IC 95%)	84,4% (67-95%)
Especificidad (IC95%)	99,8% (99,4-100%)
Valor predictivo positivo	96,4%
Valor predictivo negativo	98,7%
Exactitud diagnóstica	98,8%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,922 (0,858-0,986)

TMB = tumor mesenquimatoso benigno

* Hay un falso positivo, debido a que el resultado de la biopsia ha sido tumor mesenquimatoso benigno y el diagnóstico final ha sido tumor mesenquimatoso maligno.

Análisis combinado citológico e histológico

En la figura 52 y la tabla 25 se representan las curvas ROC y el área bajo la curva para los resultados del estudio citológico, histológico y su combinación. La tabla 26 expresa los resultados de la comparación del área bajo la curva.

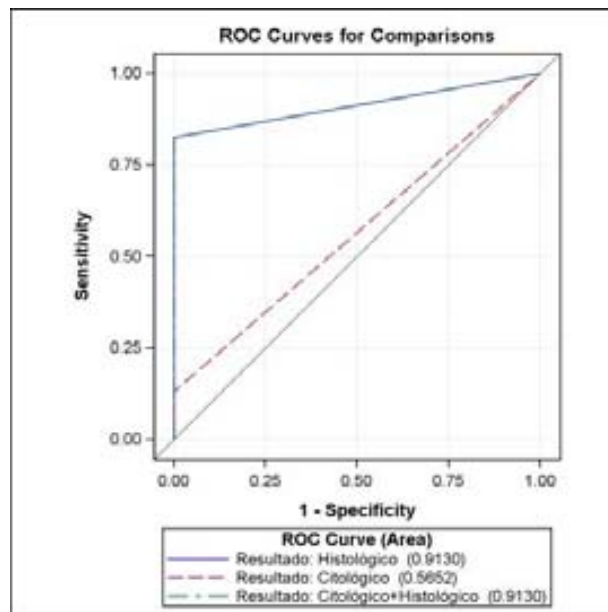


Figura 52. Curva ROC del estudio citológico, histológico y de su combinación en los tumores mesenquimatosos benignos

Tabla 25. Valores del área bajo la curva ROC

Resultado	Citológico	Histológico	Combinación de ambos
AUC (IC 95%)	0,5652 (0,495-0,636)	0,913 (0,834-0,999)	0,931 (0,834-0,999)

Tabla 26. Comparación del área bajo la curva ROC

Comparación	Combinación / Histol.	Combinación / Cítol.	Histol. / Cítol.
Diferencia (p-valor)	0	0,347 (<0,0001)	0,3478 (<0,0001)

Los resultados del estudio histológico son estadísticamente mejores que los del citológico y no presentan diferencias significativas con los del análisis combinado citohistológico para la detección de un tumor mesenquimatoso benigno.

Tumor mesenquimatoso maligno

La serie está compuesta por 75 casos, equivalentes al 14% del total. La media de edad es de 43 años; 51 casos (68%) corresponden a hombres y 24 (32%) a mujeres. En la tabla 27 se resumen las localizaciones más frecuentes y puede apreciarse un predominio de la localización ósea axial. En la columna, el 60% de los casos se ha localizado en el sacro y en las partes blandas de la extremidad inferior, el 75% en el muslo.

Tabla 27. Localizaciones más frecuentes

<i>Localización</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Hueso	41	(55%)
Axial	28	(68%)
Columna	12	(43%)
Pelvis	8	(29%)
Pared torácica	7	(25%)
Apendicular	13	(32%)
Extremidad inferior	9	(69%)
Partes blandas	34	(45%)
Apendiculares	20	(59%)
Extremidad inferior	16	(80%)

Patrón radiológico: lítico 31 (76%), mixto 7 (17%), normal 2 (4,9%) y blástico 1 (2,4%).

Poder predictivo de la biopsia (tablas 28 A y B)

El cálculo del poder predictivo se ha efectuado con los resultados obtenidos en las 72 muestras adecuadas (96%). Cabe destacar el elevado poder predictivo de la biopsia para estos tumores, incluso ligeramente superior al grupo anterior.

Tabla 28 A. Resultados de la biopsia

Resultado	TMM	No TMM	Total
Positivo	64 (89%)	1* (0,2%)	65
Negativo	8 (11%)	442 (97,7%)	450
Total	72	443	515

Tabla 28 B. Resultados del poder predictivo

Índice	Valor
Sensibilidad (IC 95%)	88% (79-95%)
Especificidad (IC95%)	99,8% (99-100%)
Valor predictivo positivo	98%
Valor predictivo negativo	98%
Exactitud diagnóstica	98%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,944 (0,908-0,981)

TMM = Tumor mesenquimatoso maligno

* Hay un falso positivo, debido a que el resultado de la biopsia ha sido tumor mesenquimatoso maligno y el diagnóstico final metástasis.

Análisis combinado citológico e histológico

En la figura 53 y la tabla 29 se representan las curvas ROC y el área bajo la curva para los resultados del estudio citológico, histológico y su combinación. La tabla 30 expresa los resultados de la comparación del área bajo la curva.

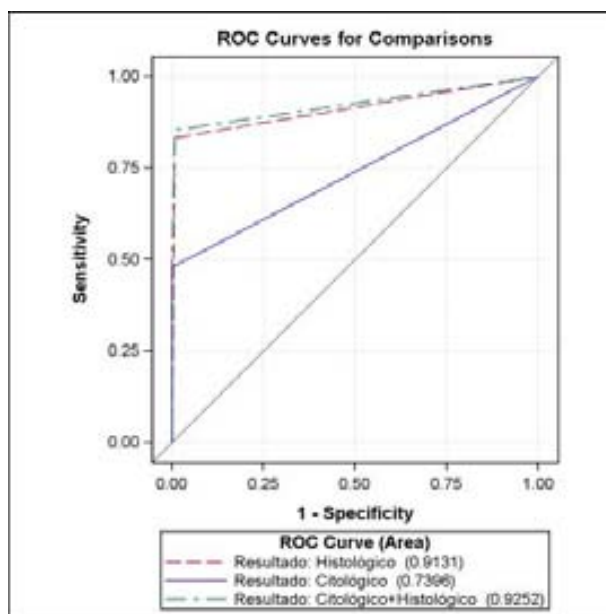


Figura 53. Curva ROC del estudio citológico, histológico y de la combinación de ambos

Tabla 29. Valores del área bajo la curva ROC

Resultado	Citológico	Histológico	Combinación de ambos
AUC (IC 95%)	0,739 (0,668-0,811)	0,913 (0,859-0,966)	0,952 (0,874-0,976)

Tabla 30. Comparación del área bajo la curva ROC

Comparación	Combinación / Histol.	Combinación / Citol.	Histol. / Citol.
Diferencia (p-valor)	0,012 (0,253)	0,186 (0,0001)	0,174 (0,0001)

Los resultados del estudio histológico son estadísticamente mejores que los del citológico y no presentan diferencias significativas con los del análisis combinado citohistológico para la detección de un tumor mesenquimatoso maligno.

Metástasis

La serie está compuesta por 218 casos, equivalentes al 41% del total. La media de edad es de 62 años; 150 casos (69%) corresponden a hombres y 68 (31%) a mujeres. En la tabla 31 se resumen las localizaciones más frecuentes y puede apreciarse un predominio muy marcado de la localización ósea axial. En la extremidad superior el húmero ha sido el hueso más frecuente (92%) y en la inferior el fémur (91%).

Tabla 31. Localizaciones más frecuentes

Localización	Frecuencia	(Porcentaje)
Hueso	205	(94%)
Axial	182	(89%)
Columna	111	(61%)
Pelvis	41	(22%)
Apendicular	23	(11%)
Extremidad superior	12	(52%)
Extremidad inferior	11	(48%)
Partes blandas	13	(6%)
Axiales	12	(92%)

Patrón radiológico: lítico 164 (80%), mixto 22 (11%), blástico 13 (6%) y normal 6 (3%).

Poder predictivo de la biopsia (tablas 32 A y B)

El cálculo del poder predictivo se ha efectuado con los resultados obtenidos en las 215 muestras adecuadas (99%).

Tabla 32 A. Resultados de la biopsia

Resultado	Met.	No Met.	Total
Positivo	211 (98%)	0 (0%)	211
Negativo	4 (2%)	300 (100%)	304
Total	215	300	515

Met. = metástasis

Tabla 32 B. Resultados del poder predictivo

Índice	Valor
Sensibilidad (IC 95%)	98% (95-99,5%)
Especificidad (IC95%)	100% (99-100%)
Valor predictivo positivo	100%
Valor predictivo negativo	98,7%
Exactitud diagnóstica	99%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,99 (0,982-0,999)

Análisis combinado citológico e histológico

En la figura 54 y la tabla 33 se representan las curvas ROC y el área bajo la curva para los resultados del estudio citológico, histológico y su combinación. La tabla 34 expresa los resultados de la comparación del área bajo la curva.

Las diferencias entre las áreas bajo la curva expresadas en la tabla 34 son estadísticamente significativas, por tanto, para la detección de metástasis, la combinación de las dos pruebas es mejor que ambos estudios por separado y el estudio histológico mejor que el citológico.

Tabla 33. Valores del área bajo la curva ROC

Resultado	Citológico	Histológico	Combinación de ambos
AUC (IC 95%)	0,882 (0,833-0,931)	0,944 (0,908-0,981)	0,986 (0,967-1)

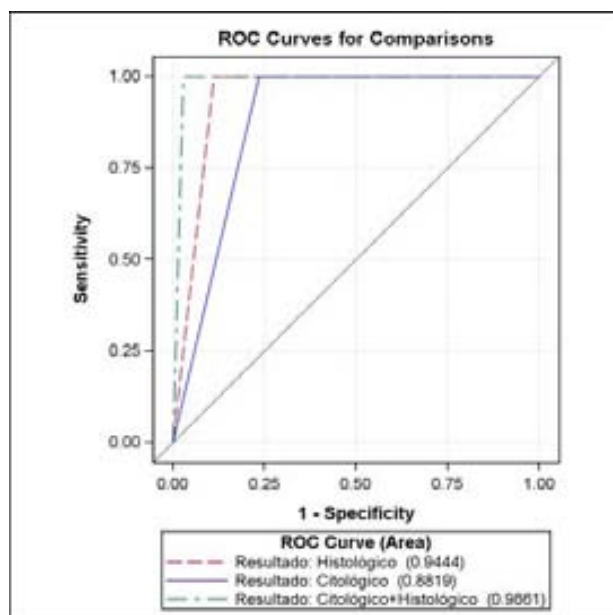


Figura 54. Curva ROC del estudio citológico, histológico y su combinación en las metástasis

Tabla 34. Comparación del área bajo la curva ROC

Comparación	Combinación / Histol.	Combinación / Citol.	Histol. / Citol.
Diferencia (p-valor)	0,042 (0,011)	0,104 (<0,0001)	0,0625 (0,045)

Mieloma

La serie está compuesta por 25 casos, que equivalen al 5% del total. La media de edad es de 63,5 años; 18 casos (72%) corresponden a hombres y 7 (28%) a mujeres.

En la tabla 35 se resumen las localizaciones más frecuentes y, al igual que en las metástasis, existe un predominio muy marcado de la localización ósea axial.

Patrón radiológico: lítico 25 (100%)

Tabla 35. Localizaciones más frecuentes

<i>Localización</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Hueso	23	(92%)
Axial	20	(87%)
Columna	17	(85%)
Pared torácica	3	(15%)
Apendicular	3	(13%)
Partes blandas	2	(8%)

Valor predictivo de la biopsia (tablas 36 A y B)

El cálculo del valor predictivo se ha efectuado con los resultados obtenidos en las 25 muestras adecuadas (100%).

Tabla 36 A. Resultados de la biopsia

<i>Resultado</i>	<i>Mieloma</i>	<i>No Miel.</i>	<i>Total</i>
Positivo	25 (100%)	0 (0%)	25
Negativo	0 (0%)	490 (100%)	490
Total	25	490	515

Tabla 36 B. Resultados del poder predictivo

<i>Índice</i>	<i>Valor</i>
Sensibilidad (IC 95%)	100% (86-100%)
Especificidad (IC95%)	100% (99-100%)
Valor predictivo positivo	100%
Valor predictivo negativo	100%
Exactitud diagnóstica	100%
Área bajo la curva (IC 95%)	1

Cabe destacar que en esta serie no ha habido ningún resultado falso positivo o falso negativo por lo que los valores del poder predictivo son del 100% y el área bajo la curva ROC de 1.

Análisis combinado citológico e histológico

En la figura 55 y la tabla 37 se representan las curvas ROC y el área bajo la curva para los resultados del estudio citológico, histológico y su combinación. La tabla 38 expresa los resultados de la comparación del área bajo la curva.

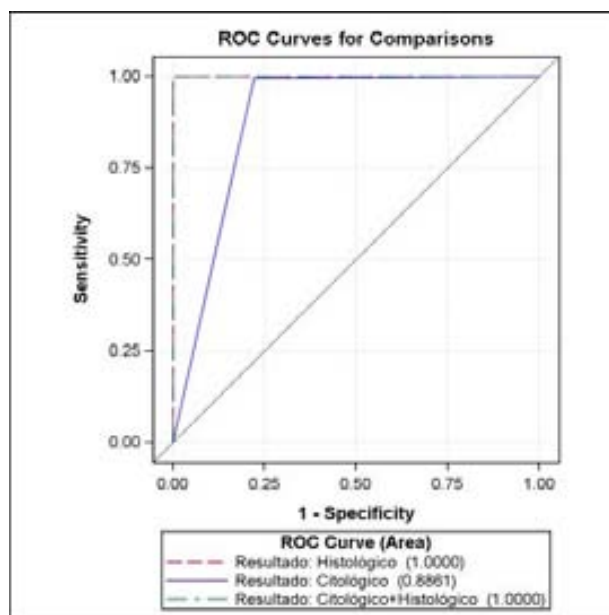


Figura 55. Curva ROC del resultado del estudio citológico, histológico y de su combinación.

Tabla 37. Valores del área bajo la curva ROC

Resultado	Citológico	Histológico	Combinación de ambos
AUC (IC 95%)	0,886 (0,742-1)	1	1

Tabla 38. Comparación del área bajo la curva ROC

Comparación	Combinación / Histol.	Combinación / Citol.	Histol. / Citol.
Diferencia (p-valor)	0	0,1139 (0,1215)	0,1139 (0,1215)

Los resultados de la tabla 38 indican que, para la detección de mieloma, no hay diferencias significativas entre practicar el estudio citológico, el histológico o su combinación.

Linfoma

La serie está compuesta por 35 casos, que equivalen al 7% del total. La media de edad es de 54 años; 21 casos (60%) corresponden a hombres y 14 (40%) a mujeres. En la tabla 39 se resumen las localizaciones más frecuentes y puede apreciarse un predominio de la afectación ósea, especialmente axial.

Tabla 39. Localizaciones más frecuentes

<i>Localización</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Hueso	22	(63%)
Axial	20	(91%)
Columna	10	(50%)
Pelvis	7	(35%)
Partes blandas	13	(37%)
Axiales	13	(100%)

Patrón radiológico: lítico 12 (55%), normal 5 (23%), mixto 3 (14%) y blástico 2 (9%).

Poder predictivo de la biopsia (tablas 40 A y B)

El cálculo del poder predictivo se ha efectuado con los resultados obtenidos en las 35 muestras adecuadas (94%). La sensibilidad de la biopsia para la detección del linfoma es inferior a los tumores analizados previamente.

Tabla 40 A. Resultados de la biopsia

<i>Resultado</i>	<i>Linfoma</i>	<i>No Linf.</i>	<i>Total</i>
Positivo	25 (71%)	0 (0%)	25
Negativo	10 (29%)	480 (100%)	490
Total	35	480	515

Tabla 40 B. Resultados del poder predictivo

<i>Índice</i>	<i>Valor</i>
Sensibilidad (IC 95%)	71% (54-85%)
Especificidad (IC95%)	100% (99-100%)
Valor predictivo positivo	100%
Valor predictivo negativo	98%
Exactitud diagnóstica	98%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,857 (0,781-0,933)

Análisis combinado citológico e histológico

En la figura 56 y la tabla 41 se representan las curvas ROC y el área bajo la curva para los resultados del estudio citológico, histológico y su combinación. La tabla 42 expresa los resultados de la comparación del área bajo la curva.

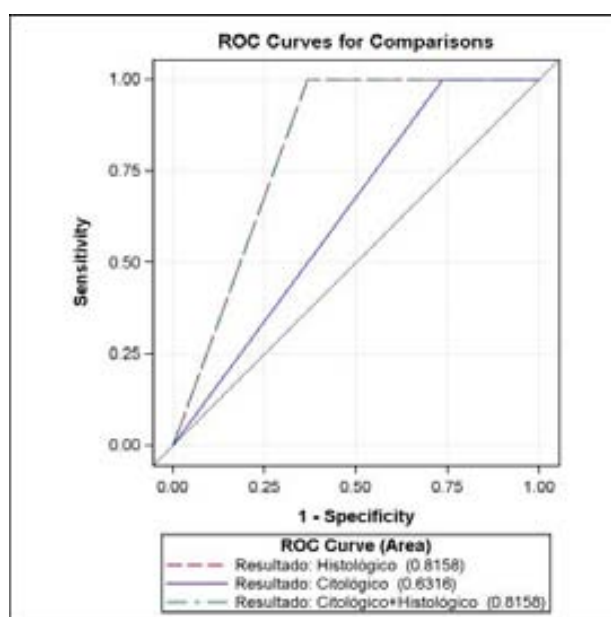


Figura 56. Curva ROC del estudio citológico, histológico y de su combinación en el linfoma

Tabla 41. Valores del área bajo la curva ROC

Resultado	Citológico	Histológico	Combinación de ambos
AUC (IC 95%)	0,632 (0,53-0,733)	0,816 (0,704-0,927)	0,816 (0,704-0,927)

Tabla 42. Comparación del área bajo la curva ROC

Comparación	Combinación / Histol.	Combinación / Citol.	Histol. / Citol.
Diferencia (p-valor)	0	0,1842 (0,0012)	0,1842 (0,0012)

Los resultados del estudio histológico son estadísticamente mejores que los del citológico y no presentan diferencias significativas con los del análisis combinado citohistológico para la detección de un linfoma.

Otros tumores malignos (tabla 43)

La serie está compuesta por 9 casos, que equivalen al 2% del total. La media de edad es de 63 años; 8 casos (89%) corresponden a hombres y 1 (11%) a una mujer.

Tabla 43. Frecuencia y localización de otros tumores malignos

Tumores	Frecuencia	Localización
Cordoma	5	Hueso: columna cervical 2, sacro 2, columna lumbar 1
Tumor de Merkel	2	Partes blandas: pelvis 1 y muslo1
Carcinoma escamoso	1	Partes blandas: cabeza-cuello
Leucemia	1	Hueso: ilíaco

Patrón radiológico: lítico 5 (83%), que corresponde a los cordomas y mixto 1 (17%) a la leucemia.

Resultado de la biopsia

Para este diagnóstico, no se calculan los índices del poder predictivo debido a que es una categoría que contiene varias patologías, con un bajo número de casos. En la tabla 44 se expresan los resultados de las tablas de contingencia. El estudio citológico se ha practicado en 8 casos y el histológico en 7.

Tabla 44. Resultados de la biopsia y los estudios citológico e histológico

Muestras	Biopsia	Citológico	Histológico
Adecuadas	9 (100%)	7 (87,5%)	7 (100%)
Diagnósticas	9 (100%)	6 (86,0%)	6 (86,0%)
Exactas	9 (100%)	6 (86,0%)	6 (86,0%)

Infección

Este grupo consta de 50 casos, que equivalen al 9,5% del total. La media de edad es de 53 años; 33 casos (66%) corresponden a hombres y 17 (34%) a mujeres. La localización más frecuente es la articulación axial (tabla 45).

Tabla 45. Localizaciones más frecuentes

<i>Localización</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Articulación	44	(88%)
Columna	42	(95%)
Torácica	19	(45%)
Lumbar	17	(40%)
Hueso	3	(6%)
Axial (vértebra lumbar)	2	
Apendicular (fémur)	1	
Partes blandas	3	(6%)
Pared abdominal	2	
Pared torácica	1	

Patrón radiológico: lítico 2 (67%) y normal 1 (33%).

Poder predictivo de la biopsia (tablas 46 A y B)

El cálculo del poder predictivo se ha efectuado con los resultados obtenidos en las 50 muestras adecuadas (100%). La sensibilidad (82%) ha sido inferior que la obtenida en los tumores, a excepción del linfoma (71%).

Tabla 46 A. Resultados de la biopsia

<i>Resultado</i>	<i>Infección</i>	<i>No Infec.</i>	<i>Total</i>
Positivo	41 (82%)	0 (0%)	41
Negativo	9 (18%)	465 (100%)	474
Total	24	465	515

Tabla 46 B. Resultados del poder predictivo

<i>Índice</i>	<i>Valor</i>
Sensibilidad (IC 95%)	82% (69-91%)
Especificidad (IC95%)	100% (99-100%)
Valor predictivo positivo	100%
Valor predictivo negativo	98%
Exactitud diagnóstica	98%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,91 (0,856-0,852)

El germen aislado con mayor frecuencia ha sido el *Mycobacterium tuberculosis* (tabla 47).

Tabla 47. Gérmenes aislados en la biopsia percutánea

Germen	Frecuencia	Porcentaje
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	16	(39,02%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	9	(21,95%)
<i>Escherichia coli</i>	6	(4,63%)
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	3	(7,32%)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	(7,32%)
<i>Candida albicans</i>	1	(2,44%)
<i>Peptococcus</i>	1	(2,44%)
<i>Enterobacter aerogenes</i>	1	(2,44%)
<i>Mucor</i>	1	(2,44%)
Total	41	(100,00%)

Análisis combinado microbiológico, citológico e histológico

En el análisis combinado del estudio microbiológico, citológico e histológico sólo se han tenido en cuenta los casos en que se han realizado las tres pruebas. La figura 57 representa la curva ROC de discriminación diagnóstica para los resultados de los estudios microbiológico, citológico, histológico y de su combinación. La tabla 48 representa los valores del área bajo la curva ROC para los resultados de dichos estudios.

En la comparación del resultado del análisis combinado de los estudios microbiológico, citológico e histológico con el resultado del estudio microbiológico de forma aislada se obtiene una diferencia de las curvas ROC de 0,075, no significativa. Por tanto, no hay diferencias estadísticamente significativas entre realizar las tres pruebas y realizar solo el estudio microbiológico para la detección de infección.

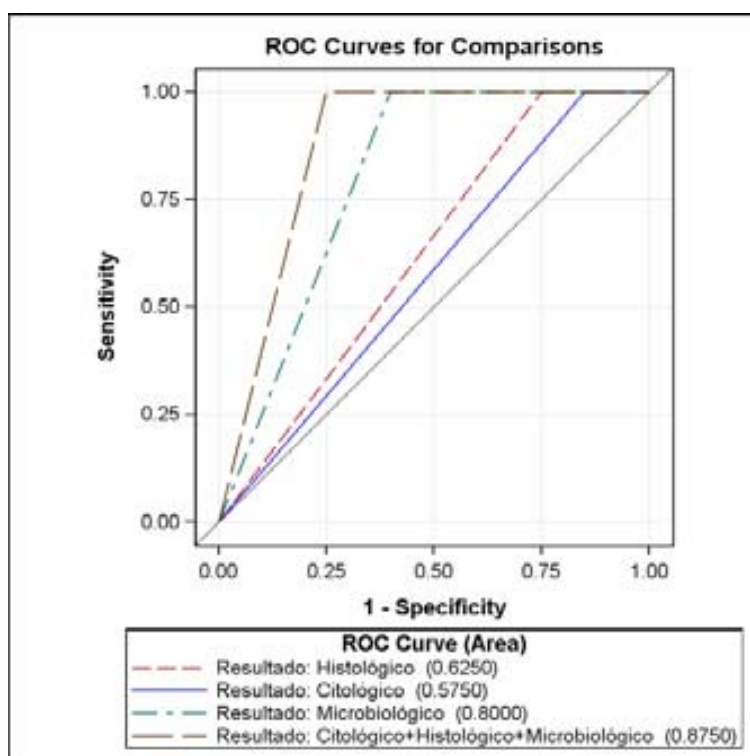


Figura 57. Curvas ROC para los resultados de los estudios microbiológico, citológico, histológico y de su combinación

Tabla 48. Valores del área bajo la curva ROC

Resultado	Microbiológico	Citológico	Histológico	Combinación
AUC (IC 95%)	0,8 (0,69-0,91)	0,575 (0,495-0,655)	0,625 (0,527-0,722)	0,875 (0,778-0,972)

Otros diagnósticos

La serie está compuesta por 50 casos, que equivalen al 9,5% del total. La media de edad es de 49 años; 26 casos (52%) corresponden a hombres y 24 (48%) a mujeres. La localización ósea axial ha sido la localización más frecuente (tabla 49).

Patrón radiológico: lítico 11 (31%), mixto 10 (29%), blástico 8 (23%) y normal 6 (17%).

Tabla 49. Localizaciones más frecuentes

<i>Localización</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Articulación	7	(14%)
Hueso	35	(70%)
Axial	31	(89%)
Columna	13	(42%)
Pelvis	13	(42%)
Apendicular	4	(11%)
Extremidad inferior	4	(100%)
Partes blandas	8	(16%)

La tabla 50 muestra las patologías incluidas en este grupo.

Tabla 50. Otras patologías de diagnóstico mediante biopsia percutánea

<i>Patologías</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Enfermedad de Paget	6	(12,00%)
Islote óseo o enostoma	6	(12,00%)
Osteomalacia	5	(10,00%)
Artrosis	5	(10,00%)
Histiocitosis X (granuloma eosinófilo)	4	(8,00%)
Ganglión	4	(8,00%)
Displasia fibrosa	3	(6,00%)
Osteoporosis	2	(4,00%)
Reacción a cuerpo extraño	2	(4,00%)
Quiste óseo aneurismático	2	(4,00%)
Tofo gotoso	2	(4,00%)
Hematopoyesis extramedular	1	(2,00%)
Osteonecrosis	1	(2,00%)
Pseudoartrosis	1	(2,00%)
Quiste submucoso	1	(2,00%)
Mionecrosis calcificada	1	(2,00%)
Mastocitosis	1	(2,00%)
Osteomielitis crónica	1	(2,00%)
Tumor pardo	1	(2,00%)
Artropatía por depósito de pirofosfato cálcico	1	(2,00%)
Total	50	(100,00%)

Resultado de la biopsia

No se han calculado los índices del poder predictivo, debido a que es una categoría que contiene varias patologías y el número de casos es bajo. Por este motivo se ha calculado la frecuencia absoluta y relativa de las muestras adecuadas, diagnósticas y exactas (tabla 51). El estudio citológico se ha efectuado en 28 casos y el histológico en 31.

Tabla 51. Resultados de la biopsia y los estudios citológico e histológico

<i>Muestras</i>	<i>Biopsia</i>	<i>Citológico</i>	<i>Histológico</i>
Adecuadas	46 (92%)	23 (82%)	29 (93,5%)
Diagnósticas	45 (98%)	18 (78%)	28 (96,5%)
Exactas	46 (100%)	18 (78%)	28 (96,5%)

Normal o reactivo

Este grupo está compuesto por 14 casos, que corresponden al 2,7% del total. La media de edad es de 67 años; 8 casos (57%) corresponden a hombres y 6 (43%) a mujeres.

La localización ósea axial ha sido la localización más frecuente (tabla 52).

Tabla 52. Localizaciones más frecuentes

<i>Localización</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Hueso	13	(93%)
Axial	13	(100%)
Columna	9	(69%)
Pelvis	4	(31%)

Patrón radiológico: normal 6 (46%), mixto 3 (23%), blástico 3 (23%) y lítico 1 (8%).

Resultado de la biopsia (tabla 53)

Los resultados se expresan en frecuencia absoluta y relativa, debido a que el número de casos es bajo y no permite calcular los índices del poder predictivo.

El estudio citológico se ha efectuado en 7 casos y el histológico en 11.

Tabla 53. Resultados de la biopsia y los estudios citológico e histológico

<i>Muestras</i>	<i>Biopsia</i>	<i>Citológico</i>	<i>Histológico</i>
Adecuadas	14 (100%)	7 (100%)	11 (100%)
Diagnósticas	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Exactas	14 (100%)	7 (100%)	11 (100%)

Diagnóstico clínico-radiológico

La serie está compuesta por 17 casos, que equivalen al 3 % del total. La edad media es de 55 años; 9 corresponden a hombres (53%) y 8 (47%) a mujeres.

La tabla 54 muestra las patologías incluidas en esta categoría.

Tabla 54. Otras patologías de diagnóstico clínico-radiológico

<i>Patologías</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Hematoma	7	(41,17%)
Osteomielitis crónica multifocal recurrente	3	(18,65%)
Cambios óseos inespecíficos no tumorales	2	(11,76%)
Fractura de estrés	2	(11,76%)
Osteólisis masiva post-traumática	1	(5,88%)
Enfermedad de Erdheim- Chester	1	(5,88%)
Inestabilidad lumbar	1	(5,88%)
Total	17	(100,00%)

La localización ósea ha sido la más frecuente, especialmente axial (tabla 55).

Tabla 55. Localizaciones más frecuentes

<i>Localización</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Hueso	10	(59%)
Axial	9	(90%)
Pelvis	5	(56%)
Columna	4	(44%)
Partes blandas	6	(35%)
Axiales	3	(50%)
Apendiculares	3	(50%)

Patrón radiológico: mixto: 4 (40%), lítico 2 (20%), blástico 2 (20%) y normal 2 (20%).

Resultado de la biopsia

No se han calculado los índices del poder predictivo, debido a que es una categoría que contiene varias patologías y el número de casos es bajo. Por este motivo sólo se ha calculado la frecuencia y porcentaje de las muestras adecuadas, diagnósticas y exactas (tabla 56).

El estudio citológico se ha efectuado en 10 casos y el histológico en 11.

Tabla 56. Resultados de la biopsia y los estudios citológico e histológico

<i>Muestras</i>	<i>Biopsia</i>	<i>Citológico</i>	<i>Histológico</i>
Adecuadas	17 (100%)	6 (60%)	11 (100%)
Diagnósticas	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Exactas	17 (100%)	6 (100%)	11 (100%)

6.4. Lesión benigna o maligna

La serie consta de 513 casos, 362 (70,57%) de lesiones malignas y 151 (29,43%) de benignas. En este análisis no se han tenido en cuenta los pacientes con diagnóstico final *normal o reactivo*. La mediana de la edad en las lesiones malignas ha sido estadísticamente superior (estadístico de contraste de 15,9282 y $p\text{-valor} < 0,0001$).

Localización

El porcentaje de localización en el hueso es más elevado en las lesiones malignas de forma estadísticamente significativa (estadístico de contraste de 145,5538 y $p\text{-valor} < 0,0001$) y no hay ningún caso de lesión maligna en la articulación (fig. 58). No hay diferencias estadísticamente significativas entre localización axial o apendicular en el esqueleto según lesiones benignas o malignas, si bien en ambas la localización axial es más frecuente.

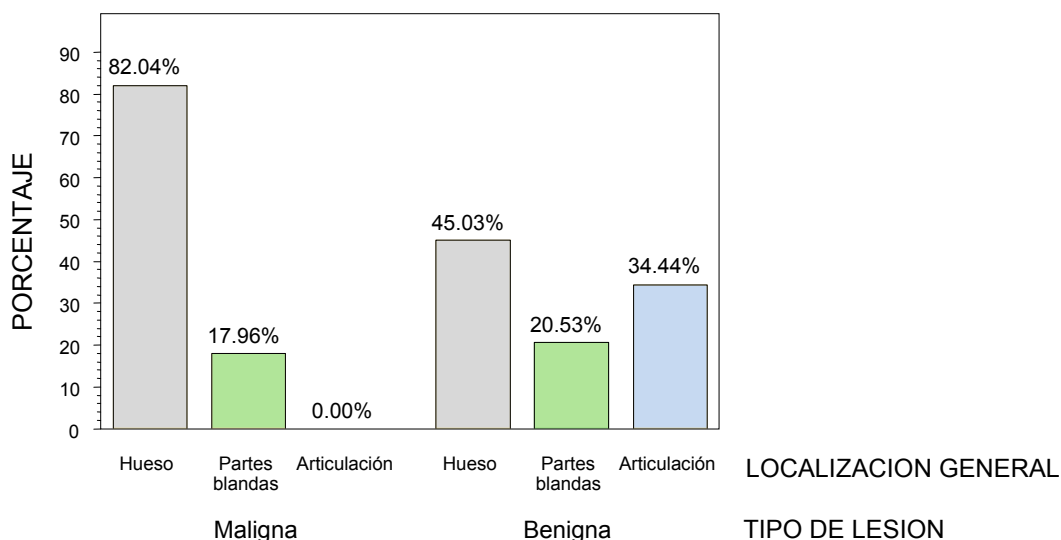


Figura 58. Localización de las lesiones benignas y malignas

Patrón radiológico

El porcentaje de lesiones líticas es mayor en las lesiones malignas y el de lesiones blásticas, mixtas y normales es mayor en las benignas de forma estadísticamente significativa, con un estadístico de contraste de 37,0909 y un $p\text{-valor} < 0,0001$ (fig. 59).

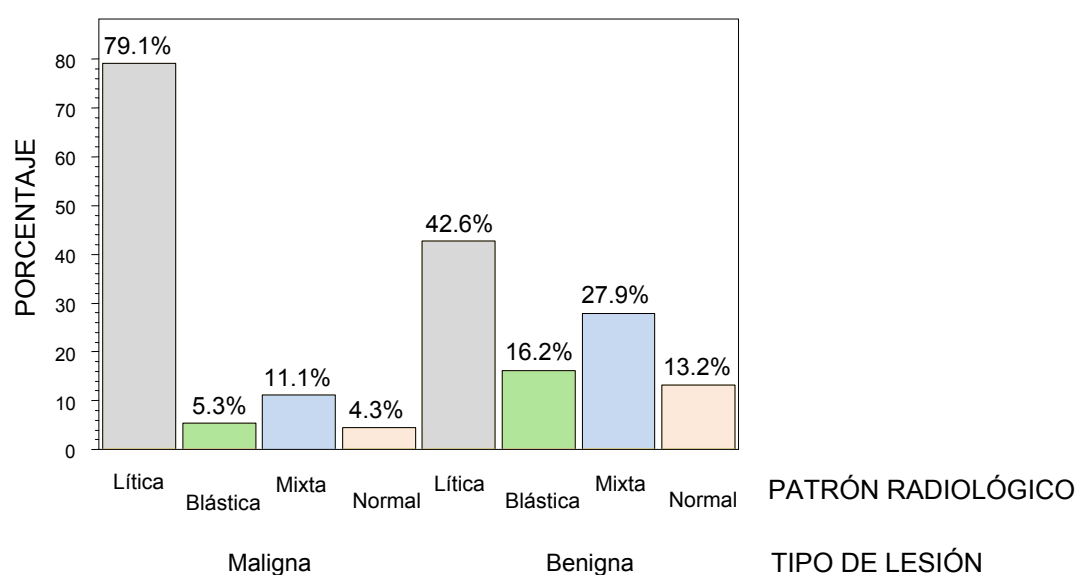


Figura 59. Distribución de los patrones radiológicos en las lesiones benignas y malignas

Resultados de la biopsia

No hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de muestras adecuadas. El porcentaje de muestras diagnósticas es inferior en las lesiones benignas de forma significativa, con un estadístico de contraste de 51,3107 y un $p\text{-valor} < 0,0001$. El poder predictivo se ha calculado con los resultados obtenidos en las 145 muestras adecuadas en las lesiones benignas (96%) y las 356 (98%) en la malignas (tabla 57).

Tabla 57. Resultados del poder predictivo de la biopsia

Índice	Tipo de lesión	
	Benigna	Maligna
Sensibilidad (IC 95%)	97% (92-99%)	94% (91-96%)
Especificidad (IC95%)	100% (99-100%)	100% (97-100%)
Valor predictivo positivo	100%	100%
Valor predictivo negativo	99%	87%
Exactitud diagnóstica	99%	96%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,9705 (0,958-0,983)	0,9705 (0,958-0,983)

Estudio citológico

El porcentaje de muestras inadecuadas es estadísticamente mayor en las lesiones benignas (estadístico de contraste de 14,4464 y p-valor < 0,0001). El porcentaje de muestras diagnósticas es mayor en las lesiones malignas y el porcentaje de FN es mayor en las benignas de forma estadísticamente significativa con un estadístico de contraste de 107,2987 y un p-valor < 0,0001.

Estudio histológico

No hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de muestras adecuadas. El porcentaje de muestras diagnósticas es mayor en las lesiones malignas y el porcentaje de FN en las benignas, de forma estadísticamente significativa (estadístico de contraste de 35,8498 y p-valor < 0,0001).

Análisis combinado citológico e histológico

El resultado del análisis combinado del estudio citológico e histológico es el mismo en la patología benigna y maligna. En la figura 60 y la tabla 58 se representan las curvas ROC y el área bajo la curva para los resultados del estudio citológico, histológico y su combinación. La tabla 59 expresa los resultados de la comparación del área bajo la curva.

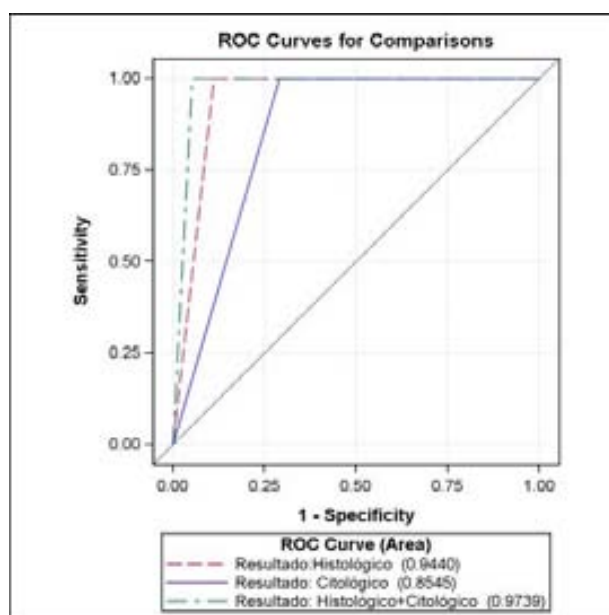


Figura 60. Curvas ROC del estudio citológico, histológico y del análisis combinado de ambos estudios en las lesiones benignas y malignas.

Tabla 58. Valores del área bajo la curva ROC

Resultado	Citológico	Histológico	Combinación de ambos
AUC (IC 95%)	0,854 (0,816-0,893)	0,944 (0,917-0,97)	0,974 (0,955-0,992)

Tabla 59. Comparación del área bajo la curva ROC

Comparación	Combinación / Histol.	Combinación / Citol.	Histol. / Citol.
Diferencia (p-valor)	0,029 (0,0037)	0,119 (<0,0001)	0,089 (<0,0001)

Las diferencias entre las áreas bajo la curva expresadas en la tabla 59 son estadísticamente significativas, por tanto, para la detección de lesiones benignas y malignas, la combinación de las dos pruebas es mejor que ambos estudios por separado y el estudio histológico mejor que el citológico.

6.5. Patrón radiológico

El patrón radiológico más frecuente ha sido el lítico (tabla 60).

Tabla 60. Distribución del patrón radiológico

<i>Patrón radiológico</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Lítico	265	(70,1%)
Blástico	30	(7,9%)
Mixto	55	(14,6%)
Normal	28	(7,4%)
Total	378	(100,00%)

La mediana de edad en el patrón radiológico mixto es inferior a la del resto de patrones, de forma estadísticamente significativa (estadístico de Kruskal-Wallis de 8,5826; p-valor=0,0354). No hay diferencias estadísticamente significativas entre la localización en esqueleto axial o apendicular.

Diagnóstico final

El porcentaje de patología maligna es inferior en el patrón radiológico normal, de forma estadísticamente significativa (estadístico de contraste de 55,8786 y un p-valor < 0,0001). En el resto de patrones es más frecuente la patología maligna, especialmente en el patrón lítico (tabla 61).

Tabla 61. Frecuencia de la patología benigna y maligna en los patrones radiológicos

<i>Patrón radiológico</i>	<i>Patología</i>		<i>Total</i>
	<i>Maligna</i>	<i>Benigna</i>	
Lítica	235 (88,68%)	30 (11,32%)	265
Blástica	16 (53,33%)	14 (46,67%)	30
Mixta	33 (60,00%)	22 (40,00%)	55
Normal	13 (46,43%)	15 (53,57%)	28
Total	297	81	378

La patología más frecuente en todos los patrones radiológicos es la metástasis; en el patrón lítico representa el 62% de los casos, en el blástico el 43%, y en el mixto el 40%.

Resultado de la biopsia

No existen diferencias significativas en el porcentaje de muestras adecuadas en los distintos patrones radiológicos (tabla 62). Cuando la biopsia no es diagnóstica, en caso de patrón radiológico lítico el resultado más frecuente es un falso negativo, mientras que en el resto de patrones es un verdadero negativo.

Tabla 62. Resultados de la biopsia en los distintos patrones radiológicos

Patrón radiológico	Resultado de la biopsia					Total
	M. inadecuadas	VP	VN	FP	FN	
Lítica	8 (3,0%)	241 (91,0%)	4 (1,5%)	0 (0,0%)	12 (4,5%)	265
Blástica	2 (6,7%)	22 (73,3%)	5 (16,7%)	0 (0,0%)	1 (3,3%)	30
Mixta	1 (1,8%)	42 (76,5%)	7 (12,7%)	2 (3,6%)	3 (5,4%)	55
Normal	0 (0,0%)	17 (60,7%)	8 (28,6%)	0 (0,0%)	3 (10,7%)	28
Total	11	322	24	2	19	378

Los índices del poder predictivo se han calculado con los resultados de las muestras adecuadas obtenidas en cada patrón radiológico (tabla 63). En el patrón lítico la biopsia tiene un VPN muy inferior que en el resto de patrones.

Tabla 63. Resultados del poder predictivo en los distintos patrones radiológicos

Índice	Lítico	Blástico	Mixto	Normal
Sensibilidad (IC 95%)	95% (92-98%)	96% (78-100%)	94% (82-99%)	85% (62-97%)
Especificidad (IC95%)	100%	100% (48-100%)	100% (59-100%)	100% (63-100%)
Valor predictivo positivo	100%	100%	100%	100%
Valor predictivo negativo	25%	83%	70%	73%
Exactitud diagnóstica	95%	98%	94%	89%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,976 (0,963-0,989)	0,978 (0,936-0,1)	0,968 (0,933-1)	0,925 (0,845-1)

El patrón blástico presenta un porcentaje de complicaciones mayor (tabla 64).

Tabla 64. Complicaciones de la biopsia en los distintos patrones radiológicos

<i>Patrón radiológico</i>	<i>Complicaciones</i>			<i>Total</i>
	<i>Sin complicación</i>	<i>Hematoma</i>	<i>Cuadro vasovagal</i>	
Lítico	263 (99,25%)	1 (0,38%)	1 (0,38%)	265
Blástico	28 (93,33%)	2 (6,67%)	0 (0,00%)	30
Mixto	55 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	55
Normal	28 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	28
Total	374	3	1	378

6.6. Localización. Hueso, partes blandas, articulación.

Ha habido un claro predominio de biopsias de lesiones óseas (tabla 65).

Tabla 65. Localización de las biopsias en las distintas estructuras anatómicas

<i>Estructura anatómica</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Hueso	378	(71,73%)
Partes blandas	96	(18,22%)
Articulación	53	(10,06%)
Total	527	(100,00%)

El diagnóstico más frecuente en el hueso ha sido la metástasis (54%), en partes blandas el tumor mesenquimatoso maligno (35%) y en la articulación la infección (83%). Ha habido un predominio de lesiones malignas en hueso y partes blandas y todas las lesiones articulares han sido benignas (tabla 66).

Tabla 66. Frecuencia de lesiones benignas y malignas

<i>Estructura anatómica</i>	<i>Malignas</i>	<i>Benignas</i>	<i>Total</i>
Hueso	297 (78,57%)	81 (21,43%)	378
Partes blandas	65 (67,71%)	31 (32,29%)	96
Articulación	0 (0,00%)	53 (100,00%)	53
Total	362	165	527

Resultado de la biopsia

No hay diferencias significativas en el porcentaje de muestras adecuadas, diagnósticas ni en los resultados de la biopsia en las distintas estructuras anatómicas. Los índices del poder predictivo se han calculado con los resultados obtenidos en las 367 muestras adecuadas de hueso (97%), 95 (99%) de partes blandas y 53 (100%) de articulación (tabla 67). El valor predictivo negativo ha sido bajo, especialmente en la articulación.

Tabla 67. Resultados del poder predictivo en hueso, partes blandas y articulación

<i>Índice</i>	<i>Localización</i>		
	<i>Hueso</i>	<i>Partes Blandas</i>	<i>Articulación</i>
Sensibilidad (IC 95%)	96% (91-97%)	92% (84-97%)	83% (71-93%)
Especificidad (IC95%)	100% (86-100%)	100% (54-100%)	100%
Valor predictivo positivo	100%	100%	100%
Valor predictivo negativo	56%	46%	20%
Exactitud diagnóstica	95%	93%	85%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,972 (0,96-0,984)	0,96 (0,933-0,9688)	0,922 (0,871-0,972)

Análisis combinado citológico e histológico

Solo se han podido realizar las curvas ROC para el hueso. En partes blandas y articulación no se han cumplido los criterios de aplicación de dicha curva.

En la figura 61 y la tabla 68 se representan las curvas ROC y el área bajo la curva para los resultados del estudio citológico, histológico y su combinación. La tabla 69 expresa los resultados de la comparación del área bajo la curva.

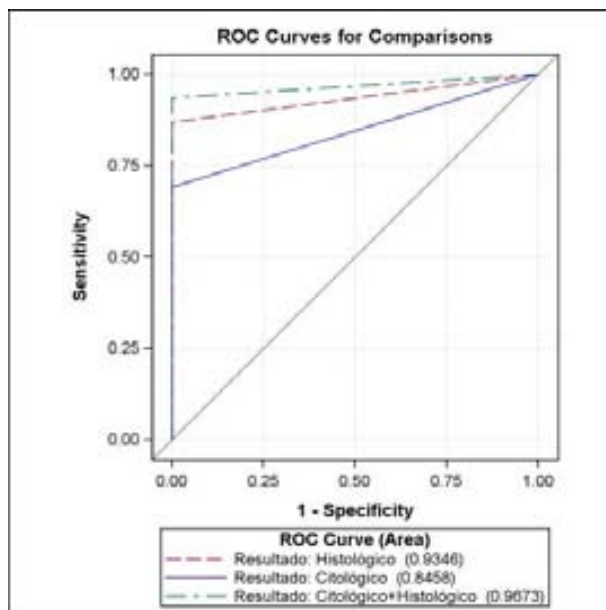


Figura 61. Curvas ROC para el estudio citológico, histológico y la combinación de ambos estudios en las lesiones óseas

Tabla 68. Valores del área bajo la curva ROC

Resultado	Citológico	Histológico	Combinación de ambos
AUC (IC 95%)	0,845 (0,802-0,889)	0,935 (0,902-0,967)	0,967 (0,944-0,99)

Tabla 69. Comparación del área bajo la curva ROC

Comparación	Combinación / Histol.	Combinación / Citol.	Histol. / Citol.
Diferencia (p-valor)	0,033 (0,0065)	0,121 (0,0001)	0,089 (0,0005)

Las diferencias entre las áreas bajo la curva expresadas en la tabla 69 son estadísticamente significativas, por tanto, para la detección de patología en el hueso, la combinación de las dos pruebas es mejor que ambos estudios por separado y el estudio histológico mejor que el citológico.

6.7. Localización axial o apendicular

Se ha analizado la localización axial y apendicular para hueso y partes blandas. No se ha comparado en las articulaciones ya que la mayoría son axiales.

Hueso

De los 378 casos de la localización en el hueso, en un 85,45% de los casos, la localización es axial y en un 14,55% apendicular. La mediana de edad en el grupo axial, 60 años, es estadísticamente superior a la del grupo apendicular (56 años), con un estadístico de Kruskal-Wallis de 7,1866 y un p-valor=0,0073. No hay diferencias estadísticamente significativas entre la distribución de la patología según la localización del hueso.

Resultado de la biopsia

El porcentaje de muestras diagnósticas es menor en la localización axial de forma estadísticamente significativa, con un estadístico de contraste de 12,5292 y un p-valor=0,0058 (tabla 70).

Tabla 70. Resultados de la biopsia en el hueso axial y apendicular

Localización	M. inadecuadas	VP	VN	FP	FN	Total
Axial	11 (3,4%)	271 (83,9%)	23 (7,1%)	0 (0,0%)	18 (5,6%)	323
Apendicular	0 (0,0%)	51 (92,7%)	1 (1,8%)	2 (3,64%)	1 (1,8%)	55
Total	11	322	24	2	19	378

Los índices del poder predictivo se han calculado con los resultados obtenidos en las 312 muestras adecuadas de hueso axial (90%) y las 55 (100%) del hueso apendicular y han sido similares en ambas localizaciones (tabla 71).

Tabla 71. Resultados del poder predictivo

<i>Localización en hueso</i>		
<i>Índice</i>	<i>Axial</i>	<i>Apendicular</i>
Sensibilidad (IC 95%)	94% (90-96%)	98% (90-100%)
Especificidad (IC95%)	100% (85-100%)	100%
Valor predictivo positivo	100%	100%
Valor predictivo negativo	56%	50%
Exactitud diagnóstica	94%	98%
Área bajo la curva (IC 95%)	0,969 (0,955-0,983)	- *

* No se han podido calcular las curvas ROC para la biopsia, estudio citológico e histológico, por no cumplirse los criterios de aplicación

Análisis combinado citológico e histológico

Sólo se han podido realizar las curvas ROC para el hueso axial (fig. 62). En el hueso apendicular no se han cumplido los criterios de aplicación.

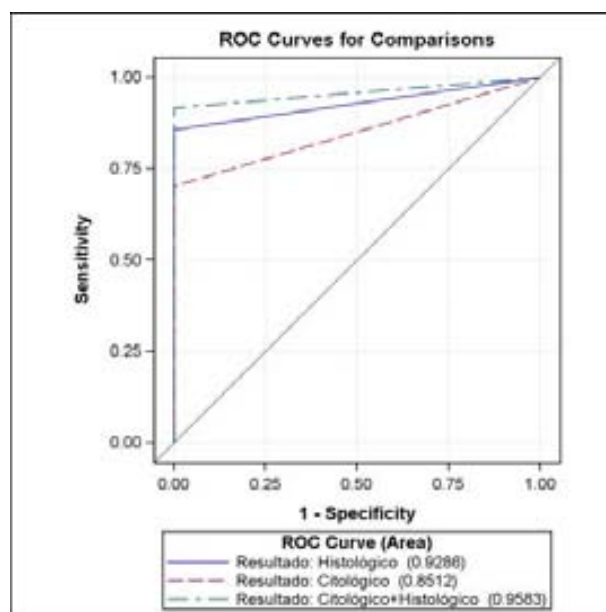


Figura 62. Curvas ROC de los resultados del estudio citológico, histológico y de su combinación en el hueso axial

En la tabla 72 se representan los valores del área bajo la curva ROC para los resultados del estudio citológico, histológico y su combinación. La tabla 73 expresa los resultados de la comparación del área bajo la curva.

Tabla 72. Valores del área bajo la curva ROC

<i>Resultado</i>	<i>Citológico</i>	<i>Histológico</i>	<i>Combinación de ambos</i>
AUC (IC 95%)	0,851 (0,802-0,9)	0,929 (0,890-0,966)	0,958 (0,929-0,988)

Tabla 73. Comparación del área bajo la curva ROC

<i>Comparación</i>	<i>Combinación / Histol.</i>	<i>Combinación / Citol.</i>	<i>Histol. / Citol.</i>
Diferencia (p-valor)	0,029 (0,0219)	0,107 (0,0001)	0,077 (0,0048)

Las diferencias entre las áreas bajo la curva expresadas en la tabla 73 son estadísticamente significativas, por tanto, para la detección de enfermedad en el hueso axial, la combinación de las dos pruebas es mejor que ambos estudios por separado y el estudio histológico mejor que el citológico.

Comparación entre el resultado de la biopsia percutánea y la cirugía

El porcentaje de coincidencia total es más alto en el hueso apendicular de forma estadísticamente significativa, con un estadístico de contraste de 6.4879 y un p-valor=0,0390 (tabla 74).

Tabla 74. Comparación del resultado de la biopsia percutánea con la cirugía

<i>Localización en hueso</i>	<i>Coincidencia</i>			
	<i>Total</i>	<i>Parcial</i>	<i>Sin coincidencia</i>	<i>Total</i>
Axial	16 (50,0%)	8 (25,0%)	8 (25,0%)	32
Apendicular	19 (82,6%)	2 (8,70%)	2 (8,7%)	23
Total	35	10	10	55

Los porcentajes de coincidencia parcial y sin coincidencia se distribuyen de igual manera en las dos categorías.

Partes blandas

De los 96 casos de partes blandas el 56,25% han sido axiales y el 43,75% apendiculares. No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre las distribuciones de edad y sexo según la localización en partes blandas. El porcentaje de lesiones malignas ha sido más elevado en localización axial, de forma estadísticamente significativa, con un estadístico de contraste 5,7239 y un $p\text{-valor}=0,0167$.

Resultado de la biopsia

No ha habido diferencias significativas en el porcentaje de muestras adecuadas, diagnósticas y exactas (tabla 75).

Tabla 75. Resultados de la biopsia de partes blandas en localización axial y apendicular

<i>Partes blandas</i>	<i>M. inadecuadas</i>	<i>VP</i>	<i>VN</i>	<i>FN</i>	<i>Total</i>
Axial	1 (1,8%)	47 (87,0%)	3 (5,6%)	3 (5,6%)	54
Apendicular	0 (0,0%)	35 (83,3%)	3 (7,1%)	4 (9,5%)	42
Total	1	82	6	7	96

6.8. Población pediátrica

Esta serie está compuesta por 29 pacientes, que corresponden al 6% del total. La localización en las distintas estructuras anatómicas es similar en ambas poblaciones de edad, destacando únicamente un menor porcentaje de localización articular en la población pediátrica. En ambas poblaciones, la distribución de las lesiones óseas predomina en el esqueleto axial respecto al apendicular. Sin embargo, este predominio es mayor de forma estadísticamente significativa

en la población adulta, con un estadístico de contraste de 5,0131 y un $p\text{-valor}=0,0252$ (fig. 63).

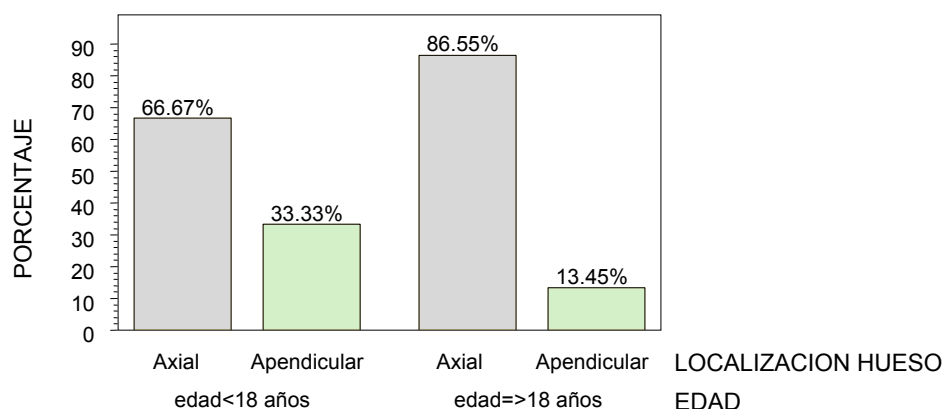


Figura 63. Distribución de las lesiones óseas en la población adulta y pediátrica

La distribución del patrón radiológico es similar en ambas poblaciones de edad. El porcentaje de lesiones blásticas en la población pediátrica es superior al de población la adulta, aunque de forma estadísticamente no significativa. El porcentaje de lesiones benignas es superior en la edad pediátrica y el de malignas es mayor en la adulta, de forma estadísticamente significativa, con un estadístico de contraste de 3,8411 y un $p\text{-valor}=0,05$ (fig. 64).

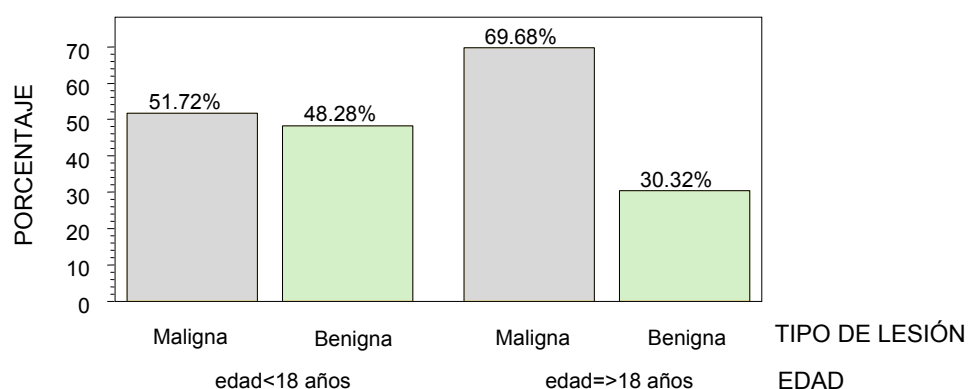


Figura 64. Distribución de las lesiones benignas y malignas en la población adulta y pediátrica

El diagnóstico final más frecuente ha sido el tumor mesenquimatoso maligno (48,28%), mientras que en la población adulta la metástasis (43,78%). No ha habido diferencias significativas entre el porcentaje de muestras adecuadas ni en el resultado de las muestras obtenidas entre ambas poblaciones. No se ha producido ninguna complicación.

6.9. Biopsias no diagnósticas

Para el análisis de las biopsias no diagnósticas se ha establecido un modelo de regresión logística multivariante. En primer lugar se ha realizado la modelización de la probabilidad de obtener un resultado no diagnóstico tomando como variables independientes la edad, el sexo, la localización y el diagnóstico final, categorizado como maligno o benigno, incluyendo el diagnóstico final *normal* en esta última categoría.

La única variable que presenta una influencia en el resultado no diagnóstico de la biopsia de forma estadísticamente significativa es el diagnóstico final, con un estadístico de contraste de 47,5766 y un p-valor= 0,0001 (tabla 76).

Tabla 76. Influencia de las covariables localización, edad, sexo y diagnóstico final en el resultado no diagnóstico de la biopsia

<i>Variable</i>	<i>Estadístico de Wald</i>	<i>P-valor</i>
Localización general	4,1367	0,1264
Edad	0,2101	0,6467
Sexo	0,2246	0,6356
Diagnóstico final	47,5766	<0,0001

La comparación entre el diagnóstico final de malignidad y benignidad es estadísticamente significativa (p-valor<0,05) y tiene un *odds ratio* (OR)=8,826 con un intervalo de confianza del 95% de (4,753-16,386) (tabla 77). Por tanto el riesgo de obtener una biopsia no diagnóstica cuando el diagnóstico final es de benignidad es 9 veces mayor que si es de malignidad.

Tabla 77. Odds ratio de las variables comparadas en la modelización de los resultados no diagnósticos

Contrastes	OR	Error estándar	Intervalo de confianza		Estadístico de Wald	P-valor
Partes Blandas o hueso	0,8356	0,3123	0,4016	1,7382	0,2311	0,6307
Partes Blandas o articulación	1,9763	0,9673	0,7572	5,1582	1,9370	0,1640
Articulación o hueso	0,8609	0,4233	0,1342	1,8559	4,1358	0,1052
Edad≤18 o edad>18	0,7592	0,4563	0,2337	2,4659	0,2101	0,6467
Hombre o Mujer	0,8714	0,2530	0,4933	1,5396	0,2246	0,6356
Malignidad o benignidad	8,8257	2,7864	4,7535	16,3865	47,5766	<,0001

La segunda modelización se ha realizado en los casos de localización ósea. Se han tomado como variables independientes la edad, el sexo, el patrón radiológico, la localización axial o apendicular y el diagnóstico final, categorizado en benignidad y malignidad (tabla 78).

Tabla 78. Influencia de las covariables edad, sexo, patrón radiológico, localización y diagnóstico final en el resultado no diagnóstico de la biopsia

Variables	Estadístico de Wald	P-valor
Patrón radiológico	9,0571	0,0285
Edad	0,7217	0,3956
Sexo	0,0030	0,9566
Localización	4,0132	0,0451
Diagnóstico final	16,7237	<,0001

Las variables que influyen en el resultado no diagnóstico de la biopsia de forma estadísticamente significativa son el patrón radiológico, la localización axial o apendicular y el diagnóstico final de benignidad o malignidad (tabla 79).

La comparación entre el patrón radiológico normal y el patrón lítico es estadísticamente significativa ($p\text{-valor}<0,05$) y tiene un $OR=4,673$ con un intervalo de confianza del 95% de (1,644-13,282). Por tanto, el riesgo de obtener una biopsia no diagnóstica en un patrón radiológico normal es aproximadamente 5 veces mayor que en un patrón lítico.

Tabla 79. Influencia de las distintas variables en el resultado no diagnóstico de la biopsia

<i>Contrastes</i>	<i>Estimación</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Intervalo de confianza</i>		<i>Estadístico de Wald</i>	<i>P-valor</i>
Lítica vs Blástica	0,4246	0,2496	0,1342	1,3439	2,1233	0,1451
Lítica vs Mixta	0,4499	0,2178	0,1742	1,1619	2,7224	0,0989
Normal vs Lítica	4,6734	2,4906	1,6444	13,2818	8,3711	0,0038
Mixta vs Blástica	0,9438	0,5964	0,2735	3,2567	0,0084	0,9270
Mixta vs Normal	0,4756	0,2758	0,1526	1,4821	1,6422	0,2000
Blástica vs Normal	0,5039	0,3359	0,1365	1,8610	1,0571	0,3039
Edad≤18 vs Edad>18	1,7764	1,2015	0,4719	6,6876	0,7217	0,3956
Hombre vs Mujer	1,0214	0,3979	0,4760	2,1919	0,0030	0,9566
Axial vs Apendicular	4,6915	3,6199	1,0340	21,2861	4,0132	0,0451
Benigno vs Maligno	5,0184	1,9795	2,3163	10,8724	16,7237	<,0001

La comparación entre la localización axial y apendicular es estadísticamente significativa ($p\text{-valor}<0,05$) y tiene un $OR=4,691$ con un intervalo de confianza del 95% de (1,034-21,286). Por tanto, el riesgo de obtener una biopsia ósea no diagnóstica en una localización axial es aproximadamente 5 veces mayor que en la localización apendicular.

La comparación entre diagnóstico final de benignidad y malignidad es estadísticamente significativa ($p\text{-valor}<0,05$) y tiene un $OR=5,0184$ con un intervalo de confianza del 95% de (2,3163, 10,8724). Por tanto, el riesgo de obtener una biopsia no diagnóstica en el hueso para un diagnóstico final de benignidad es aproximadamente 5 veces mayor que para el diagnóstico de malignidad.

6.10. Análisis de la repetición de la biopsia

Se ha practicado la repetición de la biopsia percutánea en 14 casos (2,72%) en los que la primera no había sido diagnóstica. La tabla 80 resume la información más relevante en relación a estos casos.

Tabla 80. Información clínicamente relevante de las biopsias repetidas

<i>Paciente</i>	<i>Localización</i>	<i>Patrón</i>	<i>Citología</i>	<i>Histología</i>	<i>Biopsia</i>	<i>Diagnóstico Final</i>
1 2ª P 1ª P	Col T sacro	Blástico Blástico	NR NR	+ inesp	D N D	Linfoma
2 2ª P 1ª P	Col L Col L	Lítico Lítico	+ insuf	+ NR	D N D	Metástasis
3 2ª P 1ª P	Pelvis Pelvis	Lítico Lítico	+ inesp	NR NR	D N D	Metástasis
4 2ª P 1ª P	Escapula Col T	Lítico Mixto	+ NR	NR inesp	D N D	Linfoma
5 2ª P 1ª P	Sacro Sacro	Lítico Lítico	+ inesp	+ inesp	D N D	TMM
6 2ª P 1ª P	Col L Col L	Lítico Lítico	+ inesp	NR NR	D N D	Metástasis
7 2ª P 1ª P	Col T Col T	Lítico Lítico	+ inesp	NR NR	D N D	Metástasis
8 2ª P 1ª P	Col T P T	Normal P B	inesp inesp	inesp inesp	N D N D	Linfoma
9 2ª P 1ª P	P Abd P Abd	P B P B	NR inesp	+ NR	D N D	Linfoma
10 2ª P 1ª P	Pelvis Pelvis	Mixto Mixto	NR NR	+ inesp	D N D	Displasia fibrosa
11 2ª P 1ª P	Pelvis Pelvis	Lítico Lítico	inesp inesp	+ inesp	D N D	Linfoma
12 2ª P 1ª P	Col T Col T	Lítico Lítico	inesp inesp	+ inesp	D N D	TMB
13 2ª P 1ª P	P T Col L	P B Lítico	inesp inesp	+ inesp	D N D	Linfoma
14 2ª P 1ª P	Sacro Sacro	Lítico Lítico	insuf insuf	Inesp inesp	N D N D	TMM

Nota: P: punción, Col T: columna torácica, Col L: columna lumbar, PT: pared torácica, P Abd: pared abdominal, PB: partes blandas, NR: no realizado, +: resultado positivo, inesp: inespecífico, insuf: material insuficiente, D: diagnóstica, ND: no diagnóstica, TMM: tumor mesenquimatoso maligno, TMB: tumor mesenquimatoso benigno.

La media de edad ha sido de 56 años; 11 casos corresponden a hombres (79%) y 3 (21%) a mujeres. Todas las lesiones han sido axiales: 12 (86%) en el hueso y 2 (14%) en partes blandas. El sacro ha sido la localización anatómica que ha presentado un mayor porcentaje de repetición (8%). El patrón radiológico más frecuente ha sido el lítico, en 9 ocasiones (75%). Ha habido un predominio de la patología maligna, con 12 casos (86%). El linfoma ha sido la patología que ha requerido un mayor número de repetición; se ha realizado en 6 ocasiones, lo que representa un 43% de las repeticiones de las biopsias percutáneas y un 21% de los linfomas.

Resultados

En todos los casos las muestras obtenidas han sido adecuadas y en 12 casos (86%) han sido diagnósticas y exactas. El estudio histológico se ha practicado con mayor frecuencia (71%) que en la primera biopsia (57,5%) y su resultado ha sido mejor que el del citológico (tabla 81).

Tabla 81. Resultados del estudio citológico e histológico

	<i>Citológico</i>	<i>Histológico</i>
Realizado	11 (79%)	10 (71%)
Diagnóstico	6 (54%)	8 (80%)
Inespecífico	4 (36%)	2 (20%)
Insuficiente	1 (10%)	0 (0%)

7. Discusión

La biopsia percutánea guiada por imagen es una técnica implantada de forma progresiva en los últimos años para el diagnóstico de las lesiones musculoesqueléticas. La mínima agresividad para el paciente y el menor impacto económico que ocasiona en comparación con la biopsia quirúrgica, son dos factores que han contribuido a su introducción.

En la literatura, existe una gran diversidad de estudios que evalúan su validez aunque la comparación entre ellos es compleja, debido a la heterogeneidad en la selección de los pacientes y en la metodología empleada. No hay un consenso en la terminología utilizada para la clasificación y valoración de las muestras obtenidas, como tampoco en cuanto a la técnica de imagen guía utilizada, el análisis del estudio citológico o histológico, la realización de la biopsia en hueso o partes blandas o la localización de las lesiones. Esta heterogeneidad metodológica hace aconsejable ponderar los resultados de estos estudios con la metodología empleada. En la actualidad, hay un grado de acuerdo para indicarla en casos de sospecha de metástasis, pero existe controversia en cuanto a la técnica de elección -percutánea o quirúrgica-, en lesiones como los tumores mesenquimatosos.

En esta tesis se presenta una serie con un amplio número de pacientes en la que se contemplan todos los aspectos mencionados, además de otros poco aclarados en la literatura, como el análisis de las biopsias no diagnósticas, la utilidad de la repetición de la biopsia percutánea y el estudio de la biopsia musculoesquelética percutánea en la población pediátrica.

7.1. Biopsia musculoesquelética percutánea guiada por TC

Muestras adecuadas y diagnósticas. Exactitud diagnóstica

La exactitud diagnóstica tiene una amplia variabilidad en la literatura y oscila

entre el 68% y el 96%²⁹. El método de evaluación de la exactitud diagnóstica no está convenientemente especificado en los diferentes estudios publicados.

En la tabla 82 se exponen los principales trabajos que analizan la biopsia musculoesquelética percutánea guiada mediante TC publicados en la última década.

Tabla 82. Principales trabajos publicados en la última década.

<i>Revista</i>	<i>Año</i>	<i>Autor</i>	<i>Nº de biopsias</i>	<i>Exactitud diagnóstica</i>
Skeletal Radiol	2002	Hau	359	71%
ANZ J. Surg	2005	Altuntas	127	80%
Skeletal Radiol	2006	Puri	136	95%
Radiology	2008	Wu	151	92%
Arch Orthop Trauma Surg	2010	Tsukushi	207	90%
AJR	2011	Omura	444	86%

Hau y cols.⁸⁶, en el año 2002, realizaron un estudio retrospectivo de 359 biopsias musculoesqueléticas percutáneas guiadas por TC. La exactitud diagnóstica (71%) se calculó para el conjunto de todos los casos, considerando como prueba de referencia el resultado histológico en los casos en que se practicó una intervención quirúrgica y en el resto de casos el diagnóstico final clínico-radiológico.

En el año 2005, Altuntas y cols.⁸⁷ publicaron un estudio retrospectivo de 127 tumores musculoesqueléticos a los que se practicó una biopsia percutánea guiada por TC y quirúrgica en todos los casos. Compararon los resultados histológicos de ambas técnicas y la exactitud diagnóstica de la biopsia percutánea fue del 80%. En este trabajo no se especifican los criterios histológicos utilizados para considerar la exactitud diagnóstica.

86. Hau A, Kim I, Kattapuram S, Hornicek FJ, Rosemberg AE, Gebhardt MC et al. Accuracy of CT-guided biopsies in 359 patients with musculoskeletal lesions. *Skeletal Radiol*. 2002; 31: 349–53. Epub 2002, Mar 7.
87. Altuntas AO, Slavin J, Smith PJ, Schlicht SM, Powell GJ, Ngan S et al. Accuracy of computed tomography guided core needle biopsy of musculoskeletal tumours. *ANZ J Surg*. 2005; 75: 187–91.

Puri y cols.⁸⁸, en un estudio prospectivo de 136 biopsias percutáneas realizado en el año 2006, obtuvieron un porcentaje de biopsias diagnósticas del 79% y una exactitud diagnóstica del 95%. Como prueba de referencia utilizaron el diagnóstico final, basado en el resultado de la intervención quirúrgica o el seguimiento clínico-radiológico en los casos no intervenidos.

En otro estudio prospectivo de 151 biopsias realizado en el año 2008 por Wu y cols.³², el porcentaje de biopsias diagnósticas fue del 77%. La exactitud diagnóstica fue del 92% y se calculó comparando el resultado anatomopatológico de las muestras obtenidas por vía percutánea con las obtenidas mediante cirugía en 39 casos.

Un estudio retrospectivo publicado en el año 2010 que analizó el resultado de 207 biopsias percutáneas, llevado a cabo por Tsukushi y cols.⁸⁹, obtuvo una exactitud diagnóstica del 90%. Como prueba de referencia se utilizó el diagnóstico final, basado en el resultado de una intervención quirúrgica o en un seguimiento clínico-radiológico mínimo de 6 meses.

Omura y cols.⁹⁰, en el año 2011, publicaron un estudio retrospectivo de 493 biopsias percutáneas, de las cuales se excluyeron 49 por no alcanzar un diagnóstico concluyente y tener un seguimiento clínico-radiológico inferior a 6 meses. De las 444 biopsias restantes incluidas para el análisis estadístico, el porcentaje de biopsias diagnósticas fue del 71% y la exactitud diagnóstica del 86%. Se utilizó como prueba de referencia el diagnóstico final, basado en el examen anatomopatológico de la pieza quirúrgica en los casos en que se obtuvo o en un seguimiento clínico-radiológico mínimo de 6 meses.

En esta tesis se ha obtenido un 97,8% de muestras adecuadas, un 92,9% de

88. Puri A, Shingade VU, Agarwal MG, Anchan C, Juvekar S, Desai S et al. CT-guided percutaneous core needle biopsy in deep seated musculoskeletal lesions: a prospective study of 128 cases. *Skeletal Radiol*. 2006; 35:138–43. Epub 2005, Dec 9.

89. Tsukushi S, Nishida Y, Yamada Y, Yoshida M, Ishiguro N. CT-guided needle biopsy for musculoskeletal lesions. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010; 130: 699–703. Epub 2009, Dec 24.

90. Omura MC, Motamedi K, UyBico S, Nelson SD, Seeger LL. Revisiting CT-guided percutaneous core needle biopsy of musculoskeletal lesions: contributors to biopsy success. *AJR Am J Roentgenol*. 2011; 197: 457-61.

muestras diagnósticas y una exactitud diagnóstica del 93%.

A pesar de algunas diferencias metodológicas, los resultados de esta tesis, al igual que los publicados en la literatura reciente, demuestran la elevada exactitud diagnóstica del procedimiento.

Comparación del resultado de la biopsia percutánea y la quirúrgica

Al comparar los resultados de la biopsia percutánea con los de la biopsia o resección quirúrgicas, a parte de la coincidencia en el diagnóstico, en el caso de los tumores mesenquimatosos es de especial interés conocer la capacidad de la biopsia para diferenciar malignidad de benignidad y para determinar el grado y subtipo histológicos del tumor.

Heslin y cols.⁹¹, en un estudio prospectivo de 66 biopsias de masas de partes blandas situadas en las extremidades a las que se realizó biopsia percutánea y posterior resección quirúrgica, obtuvieron una coincidencia del 95, 88 y 75% para la detección de malignidad y grado y subtipo histológicos respectivamente.

En un estudio retrospectivo de 173 biopsias percutáneas de masas musculoesqueléticas, Welker y cols.⁹² obtuvieron una coincidencia del 92,4, 88,6 y 72% para la detección de malignidad y grado y subtipo histológicos.

En esta tesis, la coincidencia para el diagnóstico de malignidad es del 91,7%. En el 84,3% existe concordancia en cuanto al diagnóstico específico del tumor, pero ha habido discordancias en cuanto al grado o el subtipo histológicos y sólo en el 70,6% ha sido plenamente concordante.

Estos resultados demuestran que con la biopsia percutánea se obtiene una exactitud diagnóstica elevada para la detección de malignidad y ligeramente inferior para la determinación del grado y subtipo histológicos.

91. Heslin MJ, Lewis JJ, Woodruff JM, Brennan MF. Core needle biopsy for diagnosis of extremity soft-tissue sarcoma. *Ann Surg Oncol*. 1997; 4: 425–31.

92. Welker JA, Henshaw RM, Jelinek J, Shmookler BM, Malawer MM. The percutaneous needle biopsy is safe and recommended in the diagnosis of musculoskeletal masses. *Cancer*. 2000; 89: 2677–86.

Complicaciones

La tasa de complicaciones de la biopsia musculoesquelética percutánea oscila entre el 0 y el 10%. No obstante las complicaciones clínicamente relevantes ocurren en un porcentaje inferior al 1%²⁹, que contrasta de forma favorable con el 16% publicado como tasa de complicaciones de la biopsia quirúrgica⁹³.

Las más frecuentes son el hematoma, la infección, el dolor y el cuadro vasovagal. Pueden ocurrir complicaciones específicas si se lesionan estructuras anatómicas adyacentes, como lesión neurológica o neumotórax.

El riesgo estimado de diseminación tumoral en el trayecto de la punción con aguja fina es de 3 a 9 casos por cada 100.000 pacientes²⁹. La naturaleza mínimamente invasiva de la biopsia percutánea se traduce en una despreciable contaminación de los tejidos adyacentes en contraposición con la biopsia quirúrgica, que potencialmente puede ocasionar una mayor contaminación. Además, el riesgo de diseminación tumoral puede minimizarse realizando una minuciosa planificación del trayecto de la aguja de biopsia con el cirujano oncológico, que permita una escisión completa de dicho trayecto durante la exéresis posterior del tumor.

En esta tesis, la tasa de complicaciones ha sido del 0,76%. Se han producido tres hematomas, que han requerido ingreso hospitalario para observación clínica y un cuadro vasovagal. Estos resultados concuerdan con los de la literatura y corroboran la baja tasa de complicaciones de la biopsia percutánea.

7.2. Análisis combinado citológico e histológico

El resultado del análisis combinado de los estudios citológico e histológico ha sido estadísticamente mejor que cada uno de ellos por separado y el histológi-

93. Mankin HJ, Mankin CJ, Simon MA. The hazards of the biopsy, revisited. Members of the Musculoskeletal Tumor Society. J Bone Joint Surg Am. 1996; 78: 656–63.

co superior al citológico. Estos datos están en consonancia con la mayoría de los trabajos publicados, los cuales destacan la mayor exactitud diagnóstica del estudio histológico frente al citológico⁹⁴ y su aumento al realizar el análisis combinado⁹⁵. Aunque en la mayoría de ocasiones el estudio histológico permite determinar la naturaleza de la lesión, también existen casos en los que es negativo y el diagnóstico se obtiene en el análisis citológico⁹⁶.

En consecuencia, parece aconsejable introducir de forma rutinaria la extracción de muestras para ambos estudios en el protocolo de la biopsia percutánea.

7.3. Diagnóstico final

Tumor mesenquimatoso benigno

Este tumor se ha observado de forma preferente en personas jóvenes (44,5 años de promedio), en el hueso y con un patrón lítico. Cabe destacar la baja sensibilidad del estudio citológico (18,75%), por lo que es primordial el análisis histológico, con el que se alcanza una sensibilidad del 84,35%. Desde el punto de vista estadístico, no hay diferencias significativas entre realizar sólo el estudio histológico o el análisis combinado.

La mayoría de trabajos publicados coinciden con estos resultados. Dollahite y cols.⁹⁷, en un trabajo publicado el año 1999 en el que realizaron estudio citológico a 766 pacientes con neoplasias óseas primarias obtuvieron una exactitud diagnóstica del 23% para los tumores benignos.

Posiblemente el motivo del bajo rendimiento del estudio citológico en este tipo

94. Dupuy DE, Rosenberg AE, Punyaratabandhu T, Tan MH, Mankin HJ. Accuracy of CT-guided needle biopsy of musculoskeletal neoplasms. *AJR Am J Roentgenol.* 1998; 171: 759–62.

95. Schweitzer ME, Gannon FH, Deely DM, O'Hara BJ, Juneja V. Percutaneous skeletal aspiration and core biopsy: complementary techniques. *AJR Am J Roentgenol.* 1996; 166: 415–8.

96. Koscick RL, Petersilge CA, Makley JT, Abdul-Karim FW. CT-guided fine needle aspiration and needle core biopsy of skeletal lesions. Complementary diagnostic techniques. *Acta Cytol.* 1998; 42: 697-702.

97. Dollahite HA, Tatum L, Moinuddin SM, Carnesale PG. Aspiration biopsy of primary neoplasm of bone. *J. Bone and Joint Surg Am.* 1989; 71: 1166-9.

de tumor resida en su naturaleza anatomopatológica puesto que, de forma habitual, son poco celulares y con escasos rasgos característicos.

Tumor mesenquimatoso maligno

En este tipo de tumor también ha habido un predominio de personas jóvenes (promedio de 43 años). Ha afectado de forma similar al hueso y a las partes blandas. En el hueso ha predominado la localización axial y el patrón radiológico lítico mientras que en las partes blandas la localización apendicular. La sensibilidad del estudio citológico (63,46%) ha sido superior a la de los tumores mesenquimatosos benignos; no obstante, desde el punto de vista estadístico tampoco ha habido diferencias significativas entre realizar sólo el estudio histológico (sensibilidad del 88,93%) o el análisis combinado.

En un estudio prospectivo realizado en el año 1991 por Barth y cols.⁹⁸ de 38 masas de partes blandas a las que se realizaron estudios histológico y citológico, concluyeron que el resultado histológico es equivalente al de la biopsia incisional. El citológico, a pesar de tener un elevado valor predictivo positivo, sólo fue capaz de determinar el grado histológico en el 50% de estos tumores.

La mayoría de trabajos publicados considera al estudio citológico insuficiente para determinar el grado y subtipo histológicos de los tumores mesenquimatosos malignos; sin embargo reconoce su utilidad para la detección de recidivas o metástasis de tumores mesenquimatosos previamente conocidos⁹⁹.

En el año 2010, Strauss y cols.¹⁰⁰ publicaron un estudio prospectivo de 530 pacientes con tumores de partes blandas en el que constataron que el estudio histológico de la biopsia percutánea tenía una exactitud diagnóstica del 97,6% para diferenciar los sarcomas de los tumores benignos de partes blandas, del

98. Barth RJ, Merino MJ, Solomon D, Yang JC, Baker AR. A prospective study of the value of core needle biopsy and fine needle aspiration in the diagnosis of soft tissue masses. *Surgery* 1992; 112: 536-43.

99. Delaney TF. Diagnosis of Sarcoma by core biopsy. *J. Surg Oncol.* 2006; 94: 1-2.

100. Strauss DC, Qureshi YA, Hayes AJ, Thway K, Fisher C, Thomas JM. The role of core needle biopsy in the diagnosis of suspected soft tissue tumours. *J. Surg Oncol.* 2010; 102: 523-9.

86,3% para diferenciar sarcomas de alto grado de los de bajo grado y del 88% para establecer el grado histológico.

Los datos expuestos demuestran que la biopsia percutánea es una técnica válida para el diagnóstico de los tumores mesenquimatosos malignos y que el elemento esencial para realizar el diagnóstico preciso es el estudio histológico.

Metástasis

Este diagnóstico ha tenido una media de edad más elevada (62 años). La práctica totalidad de las lesiones han estado localizadas en el hueso (94%), con un claro predominio de la localización axial (89%). El patrón radiológico más frecuente ha sido el lítico (80%).

La sensibilidad del estudio citológico ha sido muy elevada (93,58%), de forma similar a la mayoría de las series publicadas¹⁰¹. Por este motivo, algunos autores aconsejan realizar sólo una punción aspirativa con aguja fina cuando la sospecha clínica es de lesión metastásica¹⁰².

Sin embargo, en esta serie, el resultado del estudio histológico ha sido estadísticamente mejor que el citológico y la combinación de ambos mejor que el histológico, al igual que otros trabajos publicados⁹⁶. Estos resultados demuestran la elevada exactitud diagnóstica de la biopsia percutánea para las metástasis y que el análisis combinado citohistológico ofrece mejores resultados.

En lesiones osteolíticas, puede ser complicado extraer material para estudio histológico con la aguja de biopsia ósea, debido a la poca consistencia del tejido; en estos casos la técnica coaxial permite introducir a través de la cánula una aguja de corte para obtener cilindros de tejido blando¹⁰³ (fig. 65).

101. Wedin R, Bauer HC, Skoog L, Söderlund V, Tani E. Cytological diagnosis of skeletal lesions. Fine-needle aspiration biopsy in 110 tumours. *J. Bone Joint Surg Br.* 2000; 82: 673-8.

102. Ruhs SA, el-Khoury GY, Chrischilles EA. A cost minimization approach to the diagnosis of skeletal neoplasms. *Skeletal Radiol.* 1996; 25: 449-54.

103. Schweitzer ME, Deely DM. Percutaneous biopsy of osteolytic lesions: use of a biopsy gun. *Radiology.* 1993; 189: 615-6.

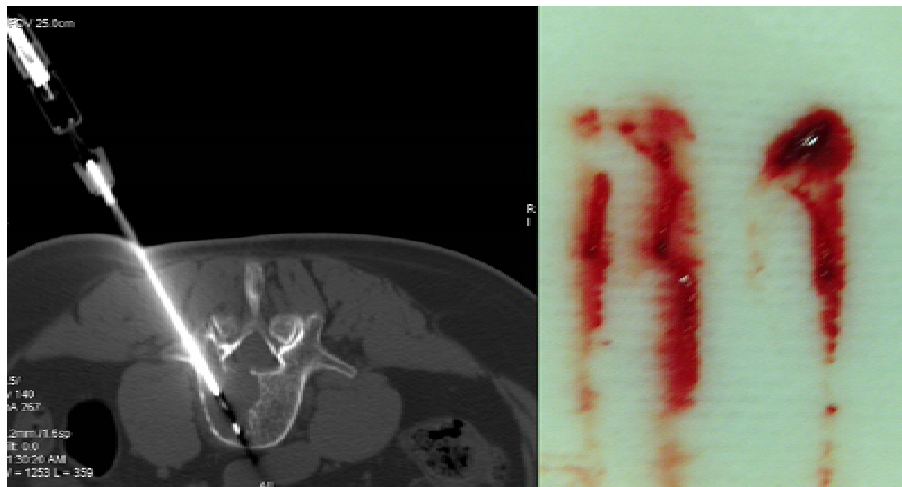


Figura 65. Obtención de cilindros de tejido blando de una lesión osteolítica vertebral con una aguja de corte que pasa por el interior de la cánula de trabajo mediante sistema coaxial (izquierda). Cilindros de tejido blando con material hemático (derecha).

Mieloma

El promedio de edad de los pacientes con mieloma ha sido similar al de las metástasis (63,5 años). Al igual que en el grupo anterior, las lesiones se han localizado de forma mayoritaria en el esqueleto axial y, en todos los casos, han tenido un patrón osteolítico. La sensibilidad, especificidad, exactitud diagnóstica y los valores predictivos de la biopsia percutánea en esta serie han sido del 100% y no ha habido diferencias significativas en los resultados del estudio citológico, histológico o la combinación de ambos. Por todo ello, ante la sospecha clínica de mieloma, bastaría practicar únicamente una punción aspirativa con aguja fina.

Söderlung y cols.¹⁰⁴, del hospital de Karolinska, en un trabajo publicado en el año 2001, presentaron una serie de 40 pacientes con mieloma a los que se practicó una punción aspirativa con aguja fina y alcanzaron una exactitud diagnóstica del 100%, por lo que concluyen que la combinación del estudio radiológico con el citológico es óptimo para los casos de mieloma.

104. Söderlung V, Tani E, Skoog L, Bauer HC, Kreicbergs A. Diagnosis of skeletal lymphoma and myeloma by radiology and fine needle aspiration cytology. *Cytopathology*. 2001; 12: 157-67.

Linfoma

La media de edad en este diagnóstico (54 años) ha sido superior a la de los tumores mesenquimatosos e inferior a la de las metástasis y el mieloma. La localización también ha sido predominante en el hueso (63%) y casi de forma exclusiva en localización axial (91%). A pesar de que el patrón radiológico más frecuente ha sido el lítico (50%), el porcentaje ha sido menor que en el resto de tumores analizados previamente y cabe destacar que en un 23% de los casos el patrón radiológico ha sido normal.

La sensibilidad de la biopsia y de los estudios citológico e histológico ha sido del 71, 50 y 67% respectivamente, claramente inferiores a los grupos analizados anteriormente. Al comparar la exactitud diagnóstica mediante las curvas ROC, el elemento determinante para alcanzar el diagnóstico ha sido el estudio histológico, que no ha presentado diferencias estadísticamente significativas con el análisis combinado y ha sido superior al citológico.

Este menor rendimiento diagnóstico es congruente con otros estudios publicados. En efecto, Yang y cols.¹⁰⁵, en un trabajo publicado en el año 2010 sobre 508 biopsias percutáneas y aplicando un modelo de regresión logística multivariante, la razón de probabilidades (*odds ratio*) de no llegar al diagnóstico fue de 3,051, con un intervalo de confianza del 95% de (1,022-9,113) y un p-valor de 0,046, lo que indica que el linfoma es una de las lesiones con mayor probabilidad de no llegar al diagnóstico con la biopsia percutánea.

El patrón de referencia clásico para establecer el diagnóstico del linfoma ha sido la biopsia escisional del ganglio linfático. Las clasificaciones antiguas de los linfomas estaban basadas en la arquitectura histológica, valorando la morfología y los estudios inmunohistoquímicos. En los últimos años la OMS ha ampliado la clasificación de los linfomas atendiendo a estudios genéticos y al análisis del inmunofenotipo, determinado mediante citometría de flujo.

105. Yang J, Frassica FJ, Fayad L, Clark P, Weber KL. Analysis of nondiagnostic results after image-guided needle biopsy of musculoskeletal lesions. Clin Orthop Relat Res. 2010; 468: 3103-11. Epub 2010, Apr 10.

La exactitud diagnóstica de los análisis histológico y citológico de la biopsia percutánea de ganglios linfáticos profundos para el diagnóstico de linfoma oscila en la mayoría de trabajos entre el 70 y el 98%. La principal limitación de esta técnica es la dificultad para obtener material suficiente que permita llegar al diagnóstico^{106,107}.

Amador-Ortiz y cols.¹⁰⁸, en el año 2011 publicaron un estudio retrospectivo de 263 casos en el que analizaron los estudios citológico e histológico combinados con técnicas complementarias genéticas y de inmunofenotipado en biopsias percutáneas de adenopatías sospechosas de linfoma. Los resultados obtenidos demostraron una sensibilidad del 96,5%, una especificidad del 100%, un valor predictivo positivo del 100% y un valor predictivo negativo del 90%. Para la optimización de la biopsia percutánea ante sospecha clínica de linfoma los autores consideran como factores esenciales la obtención de 4 ó 5 cilindros de tejido de un grosor mínimo de 18 G -preferiblemente de 14 G- enviados en fresco y no en formol para estudio histológico, la obtención de múltiples muestras mediante punción aspirativa con aguja fina con el fin de obtener suficiente material para practicar una citometría de flujo y la existencia de un equipo multidisciplinario experto y coordinado de radiólogos, patólogos y hematólogos.

Otros tumores malignos

Esta categoría agrupa una miscelánea de tumores malignos entre los que figuran cinco cordomas, dos tumores de Merckel, un carcinoma escamoso de partes blandas de cabeza y cuello y una lesión ósea infiltrativa leucémica. Los cordomas y la lesión leucémica han afectado al hueso y los tumores de Merckel y el carcinoma escamoso a las partes blandas.

106. Quinn SF, Sheley RC, Nelson HA, Demlow TA, Wienstein RE, Dunkley BL. The role of percutaneous needle biopsies in the original diagnosis of lymphoma: a prospective evaluation. *J Vasc Interv Radiol.* 1995; 6: 947-52.

107. Pappa VI, Hussain HK, Reznick RH, Whelan J, Norton AJ, Wilson AM, et al. Role of image-guided core-needle biopsy in the management of patients with lymphoma. *J Clin Oncol.* 1996; 14: 2427-30.

108. Amador Ortiz C, Chen L, Hassan A, FraterJL, Burack R, Nguyen TT et al. Combined core needle biopsy and fine-needle aspiration with ancillary studies correlate highly with traditional techniques in the diagnosis of nodal-based lymphoma. *Am J Clin Pathol.* 2011; 135: 516-24.

Las muestras han sido adecuadas, diagnósticas y exactas en todos los casos. El estudio citológico se ha practicado en 8 casos (89%) y el histológico en 7 (78%); se ha obtenido un mayor número de muestras adecuadas en el segundo (100%) que en el primero (87,5%). El porcentaje de muestras diagnósticas y exactas ha sido el mismo en ambos estudios.

El cordoma es un tumor óseo primario infrecuente que se origina a partir de remanentes embrionarios de la notocorda y presenta una diferenciación dual epitelial y mesenquimatosas¹⁰⁹. Debido a que tiene un origen ectodérmico el cordoma no es técnicamente un sarcoma, aunque tradicionalmente se clasifique y aborde como tal, por ser un tumor primario del hueso. La biopsia percutánea es el método de elección para el diagnóstico preoperatorio¹¹⁰, que puede ser obtenido mediante estudio citológico o histológico.

El tumor de Merkel es un carcinoma neuroendocrino de la piel, de elevada agresividad¹¹¹. En esta serie se ha diagnosticado en dos ocasiones, manifestado como masas de partes blandas de gran tamaño en la pelvis y en el muslo, que habían sido orientadas como posibles sarcomas de partes blandas. La biopsia percutánea ha establecido el diagnóstico en ambos casos.

En un caso se ha realizado la biopsia de una masa de partes blandas situada en el músculo masetero cuyo resultado histológico ha sido de carcinoma escamoso; se trataba de una recidiva local de un tumor de la cavidad oral que había sido extirpado previamente. Por último, en un varón de 63 años con una lesión ósea ilíaca mixta el resultado fue de una lesión infiltrante por una leucemia mieloide aguda.

Infección

La media de edad de los pacientes con infección ha sido de 53 años, similar al

109. Chugh R, Tawbi H, Lucas DR, Biermann JS, Schuetze SM, Baker LH. Chordoma: The Nonsarcoma Primary Bone Tumor. *Oncologist*. 2007; 12: 1344–50.

110. Walcott BP, Nahed BV, Mohyeldin A, Coumans JV, Kahle KT, Ferreira MJ. Chordoma: current concepts, management, and future directions. *Lancet Oncol*. 2012; 13: e69–76.

111. Becker JC. Merkel cell carcinoma. *Ann Oncol*. 2010; 21 (Supplement 7): vii81-vii85.

grupo de pacientes con linfoma. La articulación ha sido la estructura anatómica más frecuentemente interesada (88%) y de forma mayoritaria en localización axial. La espondilodiscitis ha constituido la principal indicación de punción. Sólo se ha realizado una punción en articulación apendicular (escapulohumeral).

Se ha obtenido una sensibilidad del 82%, una especificidad del 100%, un valor predictivo positivo del 100%, un valor predictivo negativo del 98% y una exactitud diagnóstica del 98%. No ha habido diferencias significativas entre el análisis combinado citohistológico y microbiológico o este último sólo.

De los 3 casos de osteomielitis la biopsia ha obtenido germen en 2 (67%). Wu y cols.¹¹², en un trabajo publicado en el año 2007, analizaron los factores que podían asociarse a un resultado positivo o negativo del cultivo obtenido mediante biopsia ósea en 41 pacientes diagnosticados de osteomielitis. El porcentaje de cultivos positivos obtenidos en este estudio fue del 34% y el único factor relacionado fue el volumen de material purulento obtenido. En los casos en los que no se obtuvo dicho material el porcentaje de cultivos positivos fue del 29% y del 50 y 83%, si se obtenían menos o más de 2 ml.

En los tres casos de infección de partes blandas de esta serie la biopsia percutánea a detectado germen en todos ellos.

De las infecciones articulares biopsiadas, 42 (95%) correspondían a espondilodiscitis y se ha conseguido aislar germen en 33 casos (79%). Pese a que en la actualidad se considera que la biopsia percutánea dirigida por TC es la técnica de elección para detectar el germen responsable de una espondilodiscitis en la que los hemocultivos han sido negativos, los resultados obtenidos son muy variables y oscilan entre el 30 y el 91%^{113,114,115}.

112. Wu JS, Gorbachova T, Morrison WB, Haims AH. Imaging-guided bone biopsy for osteomyelitis: are there factors associated with positive or negative cultures? *AJR Am J Roentgenol.* 2007; 188: 1529-34.

113. Sehn JK, Gilula LA. Percutaneous needle biopsy in diagnosis and identification of causative organisms in cases of suspected vertebral osteomyelitis. *Eur J Radiol.* 2012; 81: 940-6. Epub 2011, Apr 1.

114. Cebrián JL, Saez-Arenillas A, Urda AL, Soler I, Agreda E, López Duran L. Management of infectious discitis. Outcome in one hundred and eight patients in a University Hospital. *Int Orthop.* 2012; 36: 239-44. Epub 2012, Jan 4.

La *Société de Pathologie Infectieuse de Langue Française (SPILF)*, ha elaborado una guía de práctica clínica para la espondilodiscitis, la cual recomienda practicar en primer lugar tres hemocultivos y, sólo en el caso de que sean negativos o el germen aislado no concuerde con la orientación clínica, estaría indicada la biopsia percutánea, cuyo protocolo recomienda obtener seis muestras: dos del platillo de la vértebra superior, dos del platillo de la vertebra inferior y dos del disco intervertebral; a continuación el disco debe ser lavado con suero fisiológico estéril y aspirar el líquido introducido y remitirlo para estudio microbiológico; una vez finalizada la biopsia se sugiere la obtención de dos hemocultivos en las cuatro horas posteriores a ésta.

Cherasse y cols.¹¹⁶, en un trabajo publicado en el año 2003, demostraron la utilidad de practicar hemocultivos en las cuatro horas posteriores a la realización de la biopsia por sospecha de espondilodiscitis en una serie de 35 pacientes. Los hemocultivos resultaron positivos en 7 ocasiones (20%), permitieron identificar un germen en un paciente con biopsia negativa y confirmar la presencia de gérmenes habitualmente no patógenos en otros cinco casos.

La obtención de múltiples muestras de distintas localizaciones no sólo aumenta la probabilidad de obtener un resultado positivo sino que ayuda también a validar el significado de gérmenes de baja virulencia.

Rivas, en una tesis doctoral sobre biopsia vertebral percutánea publicada en el año 2004¹¹⁷, estableció unos criterios diagnósticos para la validación de gérmenes no patógenos obtenidos en la biopsia percutánea. El cumplimiento de al menos cinco de seis criterios mayores o un mínimo de tres criterios mayores y tres menores valida el resultado (tabla 83). En esta tesis los gérmenes de baja virulencia han cumplido estos criterios de validación.

115. Chew FS, Kline MJ. Diagnostic yield of CT-guided percutaneous aspiration procedures in suspected spontaneous infectious diskitis. *Radiology*. 2001; 218: 211–4.

116. Cherasse A, Martin D, Tavernier C, Maillefert JF. Are blood cultures performed after disco-vertebral biopsy useful in patients with pyogenic infective spondylitis? *Rheumatology (Oxford)*. 2003; 42: 913.

117. Rivas A. Biopsia vertebral percutánea (B.V.P.). Análisis de resultados (tesis). Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Universitat Autònoma de Barcelona; 2004.

Tabla 83. Criterios para la validación de gérmenes habitualmente no patógenos

CRITERIOS MAYORES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diabetes, inmunodepresión, drogadicción, enfermedades crónicas, existencia de vía de entrada 2. Antecedente de manipulación quirúrgica o percutánea del segmento afectado 3. Imagen radiológica altamente sugestiva de espondilodiscitis 4. Presencia de absceso o aspiración de material purulento 5. Aislamiento de abundantes microorganismos y en cultivo puro 6. Demostración de inflamación aguda o crónica en el estudio histológico
CRITERIOS MENORES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dolor local inflamatorio intenso, continuo y progresivo 2. Empeoramiento clínico progresivo 3. Mejoría con tratamiento antibiótico empírico en caso de haberse realizado 4. Técnica de biopsia realizada con asepsia estricta y sin incidentes 5. Obtención de muestras de al menos dos lugares de la lesión 6. Empeoramiento radiológico 7. Inexistencia de cultivos positivos por gérmenes patógenos en otras muestras ni en otros focos 8. Elevación significativa de la velocidad de sedimentación globular y de la proteína C reactiva 9. Técnica de cultivo sin incidencias 10. Cultivo del mismo organismo en más de una muestra 11. Identificación del mismo germen en caso de repetición de la biopsia percutánea o de realización de biopsia quirúrgica

Otros diagnósticos

Esta categoría incluye lesiones benignas cuyo origen no es tumoral ni infeccioso. La media de edad de estos pacientes es de 49 años y las lesiones se han localizado principalmente en el esqueleto axial; el patrón radiológico más frecuente ha sido el lítico (37%), pero con un porcentaje similar al de los otros patrones. El porcentaje de muestras adecuadas, diagnósticas y exactas ha sido del 92, 98 y 100%, respectivamente. Las dos lesiones más frecuentes han sido la enfermedad de Paget (12%) y el islote óseo o enostosis (12%).

La enfermedad de Paget es una de las pocas lesiones óseas con peculiaridades radiológicas casi patognomónicas. En la mayoría de ocasiones el análisis combinado de las alteraciones radiográficas con la información clínica permite llegar al diagnóstico y no es necesaria la biopsia. En los pocos casos atípicos debe realizarse para descartar malignidad (fig. 66).

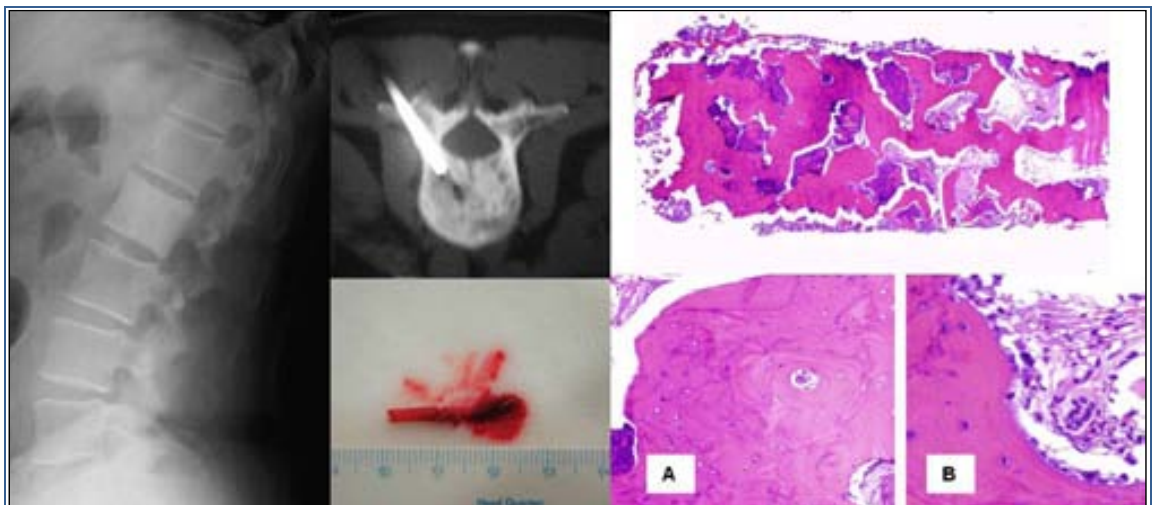


Figura 66. Radiografía simple de columna lumbar, proyección lateral en la que se observa un aumento de la densidad del cuerpo vertebral de L2 sin engrosamiento cortical, aumento del tamaño de la vértebra, ni afectación del arco posterior (izquierda). Imagen axial de TC de esta misma vértebra que demuestra un patrón blástico sin engrosamiento cortical. Posición de la aguja de biopsia (centro, superior). Cilindro óseo obtenido (centro, inferior). Visión a pequeño aumento del cilindro óseo en la que se distinguen trabéculas óseas engrosadas y anastomosadas de aspecto compacto entre escaso tejido fibroso moderadamente celular (derecha, superior). Trabéculas óseas neoformadas con líneas de remodelación (A). Resorción ósea con ribete de osteoblastos y osteoclastos (B).

El islote óseo o enostosis (del griego *en* dentro y *osteon* hueso) es considerado como una alteración del desarrollo óseo en la que se produce hueso laminar compacto en el interior del hueso trabecular o medular. Dicha lesión adopta una morfología ovalada, cuyo eje mayor se alinea con el eje mayor del hueso. En la radiografía simple se caracteriza por ser una lesión homogénea de densidad cálcica, bien definida y de morfología espiculada; las espículas se entrelazan con las trabéculas del hueso sano vecino. Es asintomático y no suele captar en la gammagrafía. Generalmente, es un hallazgo incidental en técnicas de imagen solicitadas por otro motivo; en los casos atípicos, puede ser

necesario realizar una biopsia para descartar malignidad, por ejemplo, en caso de un varón con neoplasia de próstata, determinación elevada del PSA y lesión osteoblástica única positiva en la gammagrafía (fig. 67).

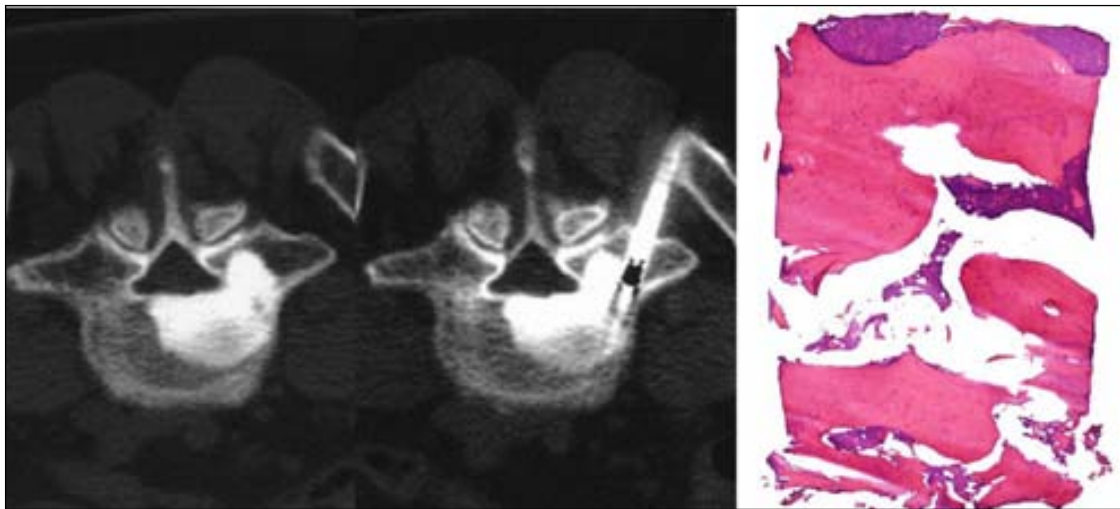


Figura 67. Imagen axial de TC de L5. Lesión ósea de patrón blástico que afecta al cuerpo vertebral y al pedículo izquierdo (izquierda). Imagen similar con la aguja de biopsia (centro). Fragmento de tejido óseo compacto de tipo cortical, sin representación de tejido medular hematopoyético (izquierda).

Se han realizado seis biopsias óseas transilíacas para el estudio de enfermedades óseas metabólicas. En cinco casos se ha confirmado la sospecha clínica de osteomalacia y en un caso se ha llegado al diagnóstico de osteoporosis mediante el estudio histomorfométrico en una paciente con densitometría ósea normal. La biopsia del hueso metabólico precisa unos requerimientos específicos que difieren del resto de las biopsias óseas. Previo a la realización del procedimiento deben administrarse dos tandas de tetraciclina para realizar un doble marcado del hueso que servirá para valorar la velocidad de formación del tejido óseo. La muestra se obtiene mediante un abordaje transilíaco horizontal (fig. 68). El cilindro óseo debe medir 15 mm. de longitud, entre 5 y 7 mm. de grosor y tiene que incluir las dos corticales, externa e interna. El fragmento óseo obtenido se coloca en alcohol al 70% para su fijación y posterior

valoración histomorfométrica. Es aconsejable realizar este procedimiento con sedación y administración de anestésico local.

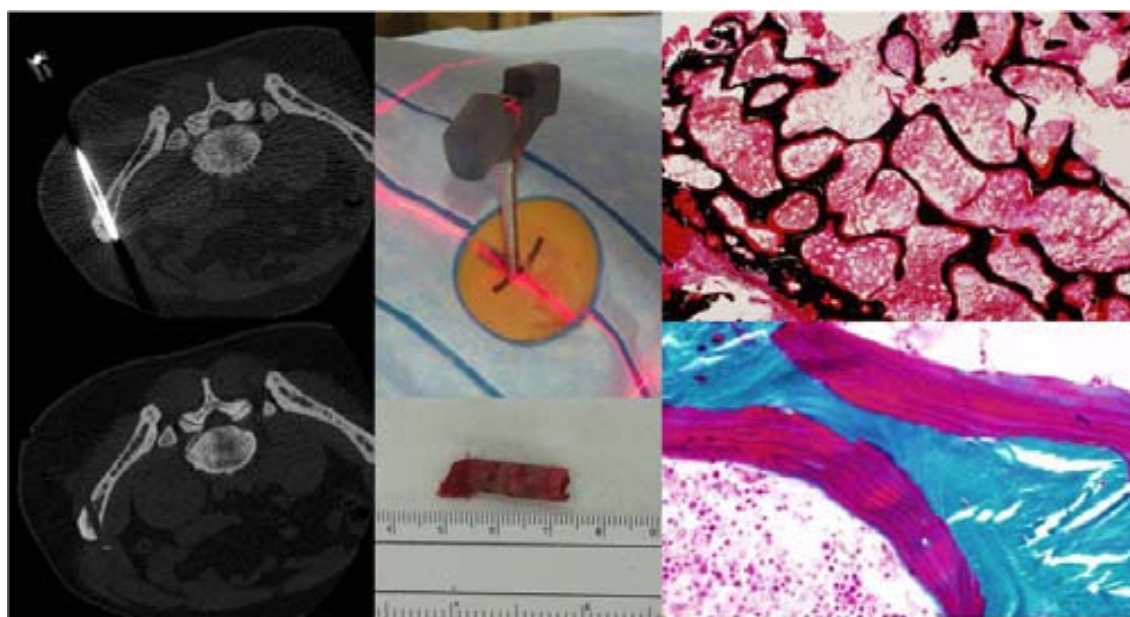


Figura 68. Biopsia ósea para estudio de enfermedad ósea metabólica. Imagen axial de TC en la que se observa el hueso ilíaco derecho con la aguja de biopsia (superior izquierda) y tras la retirada de la misma (inferior izquierda). Imagen de la aguja de biopsia introducida (superior centro). Cilindro óseo obtenido (inferior centro). Visión microscópica a pequeño aumento en la que se observa un volumen óseo normal (superior derecha). Detalle microscópico en el que se observa un gran aumento de la formación ósea con ribetes de osteoide aumentados de espesor y de tipo laminar (inferior izquierda). Datos histológicos compatibles con osteomalacia.

Esta categoría cuenta con otros diecisiete diagnósticos más (reflejados en la tabla 50), todos ellos de muy baja frecuencia y que no se comentarán de forma individualizada, en los que el resultado de la biopsia ha sido el elemento esencial para llegar al diagnóstico.

Normal o reactivo

Este grupo incluye los casos en que el diagnóstico final ha sido tejido normal o alteraciones o reactivas a un proceso previo curado (tabla 84).

El 93% de estas imágenes se han localizado en el esqueleto axial, el patrón radiológico más frecuente ha sido el normal (46%) y el menos frecuente el lítico (8%), a diferencia del resto de categorías de diagnóstico final. Las muestras obtenidas han sido adecuadas en todos los casos y todas corresponden a verdaderos negativos.

Tabla 84. Diagnóstico final: normal o reactivo. Contexto clínico, frecuencia y patrón radiológico

<i>Contexto clínico</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Patrón radiológico</i>
Edema óseo vertebral transitorio en RM:		
Biopsia previa a vertebroplastia por colapso vertebral	3	Normal
Hernia intraesponjosa sintomática	2	Normal
Dolor postoperatorio	1	Normal
Metástasis óseas tratadas y curadas	6	Mixto (3), blástico (3)
Plasmocitoma tratado; biopsia previa a acetabuloplastia	1	Lítico
Derrame articular en la cadera	1	Sin lesión ósea

En seis ocasiones la indicación de la biopsia percutánea ha sido el estudio de un edema óseo vertebral detectado por RM, sin alteraciones en la TC. En tres ocasiones, la causa del edema era un colapso vertebral y el objetivo de la biopsia era descartar patología tumoral, antes de efectuar una vertebroplastia. En los tres casos el estudio histológico demostró que se trataba de hueso normal y el estudio citológico no evidenció células tumorales. En otros dos casos el origen se ha atribuido a una hernia intraesponjosa sintomática. El estudio histológico del cilindro ha sido normal y no se han detectado células tumorales en el estudio citológico. El caso restante se trataba de un paciente joven, con un dolor incoercible en el postoperatorio inmediato de una instrumentación posterior lumbar; la RM realizada a la semana de la intervención no evidenció alteraciones significativas (fig. 69) pero la intensidad del dolor requirió la administración de morfínicos para su control. El paciente no presentó fiebre, ni leucocitosis y los reactantes de fase aguda fueron normales; una RM practicada a los tres meses

de la intervención demostró un edema óseo difuso de todo el cuerpo de una de las vertebrae instrumentadas. El cultivo de la muestra obtenida por biopsia fue negativo y el estudio histológico del cilindro evidenció un discreto edema óseo y una mínima fibrosis como únicas alteraciones. Tras la biopsia remitió el dolor y se resolvió el edema de forma espontánea.



Figura 69. Edema vertebral transitorio post-instrumentación vertebral posterior. RM sagital de columna lumbar potenciada en T1, realizada a la semana de la intervención. Instrumentación posterior sin otras alteraciones (izquierda). Control de RM realizado a los 3 meses. Edema vertebral difuso del cuerpo vertebral de L2 (centro izquierda). Biopsia percutánea guiada por TC (centro derecha). El estudio histológico demuestra trabéculas óseas normales entre las que se aprecia tejido fibroso paucicelular y laxo compatible con edema óseo.

En seis pacientes con antecedentes de neoplasia tratada con quimioterapia o radioterapia en los que en el seguimiento se detectó la aparición de lesiones óseas de patrón radiológico mixto o blástico se realizó biopsia ósea, la cual demostró alteraciones óseas reparativas sin evidencia de neoplasia. El seguimiento de estas lesiones constató su estabilidad o involución y para el diagnóstico final han sido consideradas como metástasis tratadas y curadas y el resultado como un verdadero negativo con tejido óseo reactivo.

En un paciente con mieloma múltiple y un plasmocitoma acetabular tratado con radioterapia, se decidió realizar acetabuloplastia por el riesgo de fractura patológica (fig. 70). Antes de la inyección del cemento se practicó una punción aspirativa y una biopsia en cuyas muestras no se detectó la presencia de neo-

plasia y sólo revelaron mínimos cambios reactivos.

El último caso era el de una mujer con coxalgia en la que la RM demostró un discreto derrame sinovial con extensión a la bolsa serosa del iliopsoas. Se realizó una punción aspirativa cuyo estudio microbiológico fue estéril y los análisis citológico y bioquímico resultaron ser normales. Evolucionó favorablemente sin repetir ningún otro episodio de coxalgia.

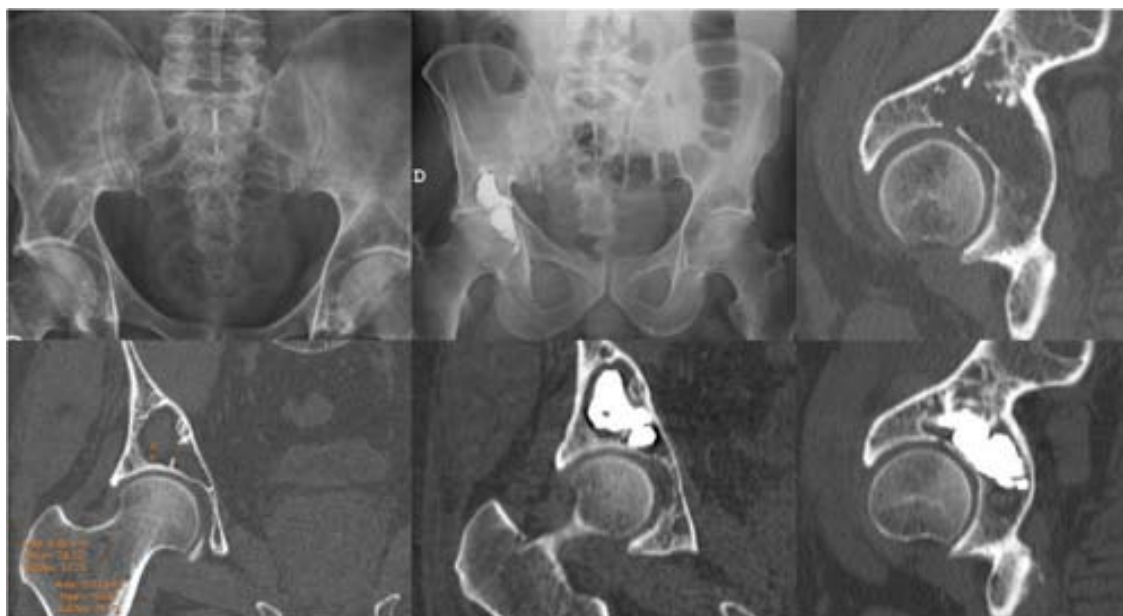


Figura 70. Rx simple de pelvis: Lesión ósea lítica en el acetábulo derecho (superior izquierda). Acetabuloplastia (superior centro). Imágenes sagital (superior derecha) y coronal inferior izquierda) de TC en las que se observa la lesión lítica. Imágenes coronal (inferior centro) y sagital (inferior izquierda) de TC después de la acetabuloplastia.

Diagnóstico clínico-radiológico

En esta categoría se han incluido aquellas lesiones cuyo diagnóstico se alcanza mediante datos clínicos, analíticos y de imagen y su manifestación histológica es inespecífica (tabla 85).

La media de edad de este grupo de pacientes ha sido de 55 años y la localización más frecuente se ha repartido entre el hueso (59%), predominantemente

axial, y las partes blandas (35%). La distribución del patrón radiológico ha sido distinta de los grupos anteriores: el mixto ha sido el más frecuente (40%) y el resto distribuido de igual manera (20%).

Las muestras han sido adecuadas en todos los casos y han correspondido a verdaderos negativos para tumor o infección. El resultado de la biopsia ha sido compatible con el diagnóstico clínico-radiológico final, por lo que se han considerado muestras concordantes o exactas.

Tabla 85. Diagnósticos finales de la categoría *Diagnóstico clínico-radiológico*

<i>Diagnóstico</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>(Porcentaje)</i>
Hematoma	7	(41,17%)
Osteomielitis crónica multifocal recurrente	3	(17,64%)
Fractura de estrés	2	(11,76%)
Cambios óseos inespecíficos no tumorales ni infecciosos	2	(11,76%)
Osteólisis masiva post-traumática	1	(5,88%)
Enfermedad de Erdheim-Chester	1	(5,88%)
Inestabilidad lumbar	1	(5,88%)
Total	17	(100,00%)

El hematoma ha sido el diagnóstico más frecuente. La indicación de la biopsia se ha establecido cuando las características de la imagen o la historia clínica han planteado la posibilidad de que se tratase de una tumoración. Cuando la pared del hematoma ha sido fina se ha practicado una punción aspirativa del contenido líquido (fig. 71).

Se ha biopsiado la pared si estaba engrosada. En ningún caso se ha alcanzado el diagnóstico de hematoma mediante biopsia percutánea. El estudio citológico ha demostrado material hemático y el histológico de la pared engrosada un tejido fibroso inespecífico. El diagnóstico final se ha establecido mediante datos clínicos y radiológicos, apoyados en la ausencia de tumor o infección en las

muestras obtenidas. En un caso se practicó una cirugía de resección que determinó el diagnóstico de hematoma crónico expansivo¹¹⁸ (fig. 72).

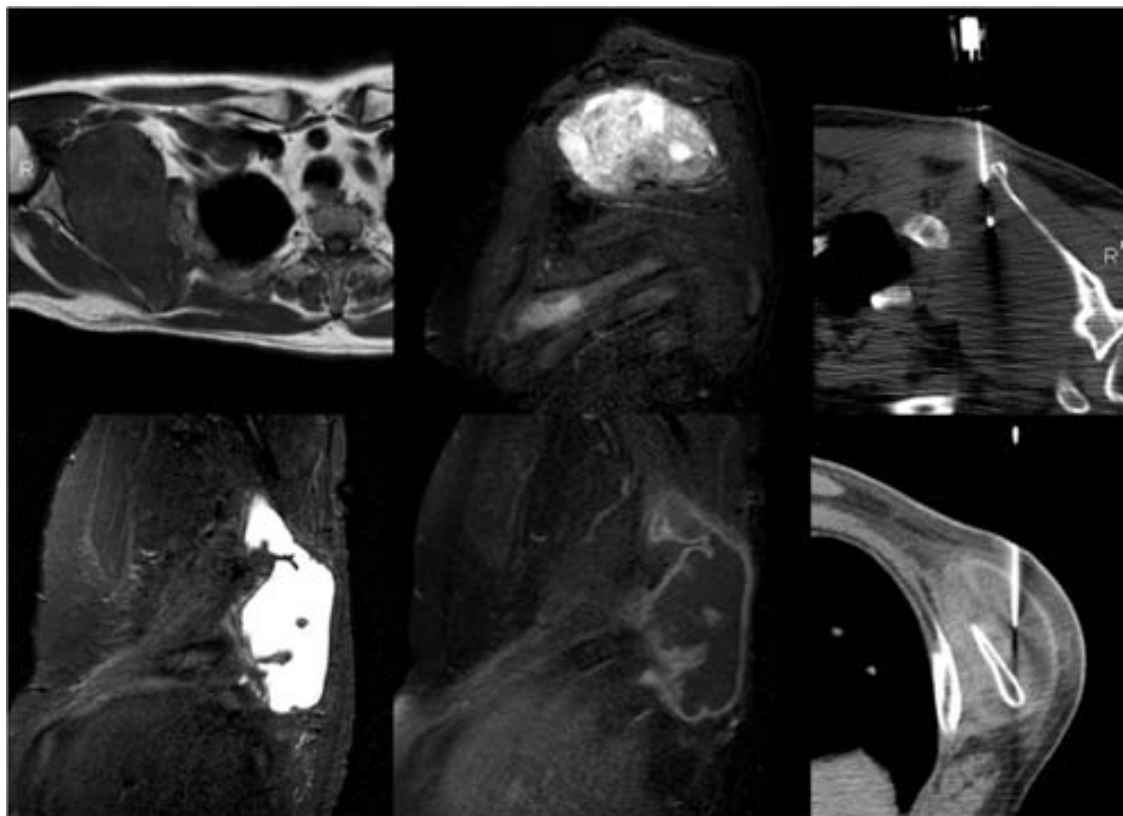


Figura 71. RM axial potenciada en T1. Masa de partes blandas de la pared torácica situada entre la escápula y las costillas (superior izquierda). RM sagital en secuencia STIR. Masa de partes blandas sólida hiperintensa y heterogénea con áreas de necrosis (superior centro). Biopsia percutánea dirigida por TC con diagnóstico histológico de sarcoma sinovial (superior derecha). RM realizada por aparición de una masa al cabo de un año de la intervención quirúrgica. Imágenes sagitales STIR y T1 FAT-SAT tras la inyección de gadolinio que demuestran una colección líquida de pared fina, realizada tras la administración de contraste situada en la porción inferior de la resección quirúrgica (inferior izquierda y centro). Punción aspirativa evacuadora de la colección guiada por TC que evidenció material hemático, sin células tumorales y cultivo negativo. El seguimiento clínico-radiológico descartó un nuevo crecimiento de la lesión y el diagnóstico final fue el de un hematoma postquirúrgico.

118. Cebesoy O, Tutar E, Arpacioğlu O. Spontaneous giant expanding thigh hematoma mimicking soft tissue neoplasm. *Joint Bone Spine*. 2008; 75: 64-6. Epub 2007, Aug 27.

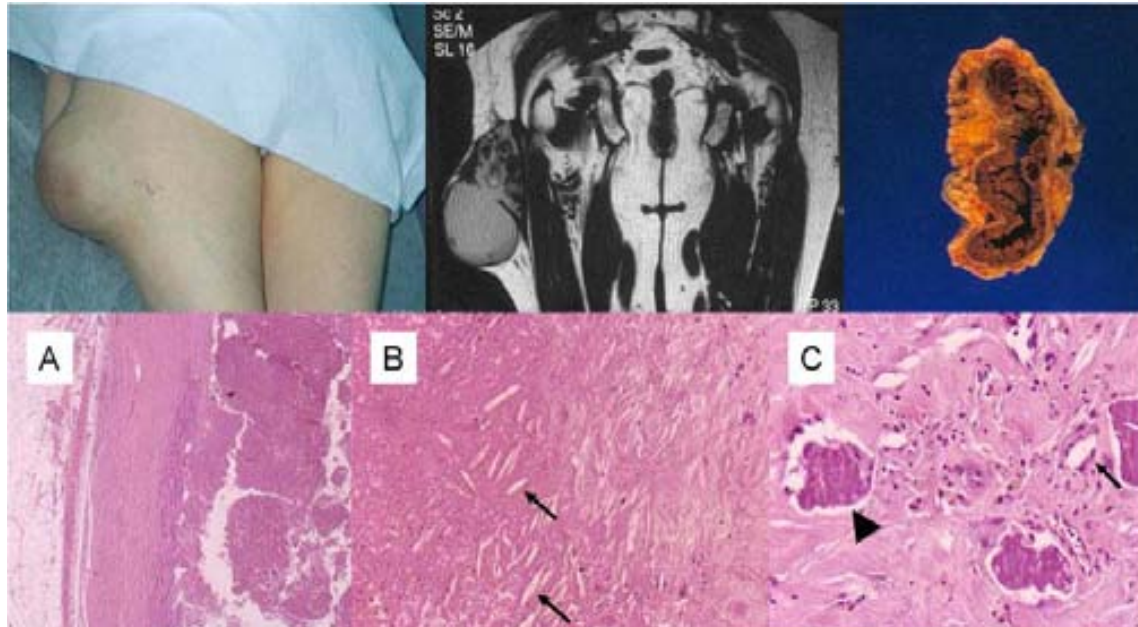


Figura 72. Hematoma crónico expansivo. Imagen clínica (superior, izquierda). Imagen coronal de RM potenciada en T1. Masa de partes blandas heterogénea que tiene una pared gruesa e irregular y una extensa área de alta señal que puede corresponder a sangre (superior, centro). Pieza macroscópica en la que se observa una pared gruesa e irregular (superior, derecha). Visión microscópica (inferior): gruesa pared fibrosa que separa el contenido hemático de la lesión de la grasa adyacente (A). Abundantes cristales de colesterol de forma típicamente ovalada (flechas) (B). Escasa inflamación crónica de tipo gigantomielocelular por cuerpo extraño frente a los cristales de colesterol (flecha) y depósitos de fibrina (punta de flecha) (C).

En otros tres casos el diagnóstico final ha sido osteomielitis crónica multifocal recurrente¹¹⁹. El resultado del cultivo de las muestras ha sido negativo y el estudio histológico ha demostrado alteraciones óseas inespecíficas pero compatibles (fig. 73).

En el resto de casos el diagnóstico final también se ha establecido en base a criterios clínico-radiológicos y al seguimiento evolutivo después de haber excluido la presencia de tumor o infección.

119. Khanna G, Sato TSP, Ferguson P. Imaging of chronic recurrent multifocal osteomyelitis. *Radiographics*. 2009; 29:1159–77.

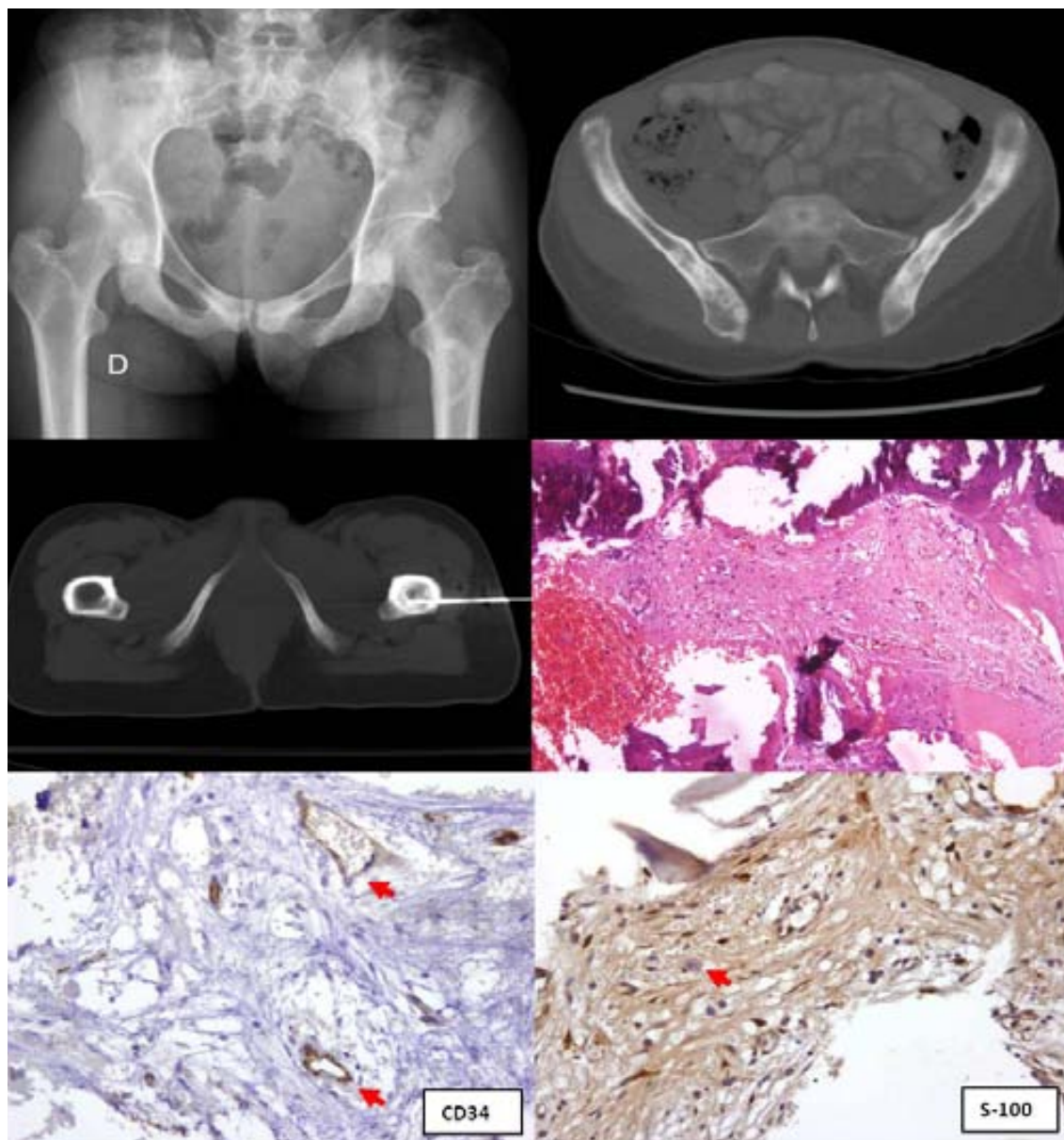


Figura 73. Osteomielitis crónica multifocal recurrente. Radiografía simple de pelvis. Múltiples lesiones blásticas en la pelvis. Lesión mixta en el tercio proximal de diáfisis femoral izquierda (superior izquierda). Imagen axial de TC de pelvis. Múltiples lesiones blásticas y mixtas en ambos ilíacos y sacro (superior derecha). Biopsia percutánea guiada por TC de una lesión ósea mixta femoral (centro, izquierda). Visión microscópica: Tejido fibroso en los espacios medulares con capilares ocasionales (centro derecha) resaltados en la tinción inmunohistoquímica para CD34 (flechas rojas) (inferior izquierda). No se identifican células de Langerhans (negatividad para la proteína S100) ni eosinófilos (inferior derecha) por lo que se descarta el diagnóstico de histiocitosis X en el material remitido.

7.4. Lesión benigna o maligna

En el análisis bivalente realizado para comparar los resultados de la biopsia según el tipo de lesión benigna o maligna, se han detectado unas diferencias estadísticamente significativas y clínicamente relevantes (tabla 86).

Tabla 86. Diferencias según lesión benigna o maligna

Diferencias	Benigna	Maligna
Mediana de edad	54 años	60 años
Porcentaje de localización en hueso	68%	82%
Afectación de partes blandas axiales	39%	66%
Afectación de partes blandas apendiculares	61%	35%
Patrón radiológico lítico	43%	79%
Biopsia: muestras diagnósticas	75%	93%
Estudio citológico: muestras adecuadas	79%	92%
Estudio citológico: muestras diagnósticas	22%	78%
Estudio citológico: porcentaje de FN	52%	14%
Estudio histológico: muestras diagnósticas	64%	86%
Estudio histológico: porcentaje de FN	22%	11%

En la mayoría de los trabajos publicados el porcentaje de muestras diagnósticas es superior en caso de lesiones malignas^{87,120}. Sólo en un porcentaje minoritario se decanta hacia lesiones benignas¹⁰⁶.

Dollahite y cols.⁹⁷ consideran que las lesiones benignas son menos celulares y presentan pocos rasgos histológicos característicos en contraposición con las malignas, que suelen ser más celulares y exhiben características histológicas más diferenciadas del tejido normal adyacente. Estas diferencias justificarían el mayor porcentaje de muestras diagnósticas en casos de lesiones malignas. Wu y cols.³² sugieren que algunas lesiones benignas, solo pueden ser diagnosticadas de forma definitiva con el análisis de la totalidad de la lesión.

120. Yao L, Nelson SD, Seeger LL, Eckardt JJ, Eilber FR. Primary musculoskeletal neoplasms: Effectiveness of core-needle biopsy. *Radiology*. 1999; 212: 682–6.

Algunos autores deparan especial atención a los resultados obtenidos mediante biopsia percutánea en los tumores con contenido mixoide, que pueden ser de naturaleza benigna o maligna y advierten del mayor porcentaje de errores en la biopsia percutánea^{26,121}. Ogilvie y cols.¹²², en una serie de 120 biopsias percutáneas demuestran una utilidad diagnóstica del 11% en los tumores mixoides frente a un 80% en las lesiones sin componente mixoide. Peer y cols.¹²³, reconociendo esta problemática, se plantean si en los casos en los que el estudio por imagen demuestra un componente de características mixoides tiene sentido realizar biopsia percutánea o sería más razonable efectuar directamente la biopsia quirúrgica, sin que haya una evidencia científica que haya conseguido aclarar de forma definitiva esta cuestión.

En la variable *diagnóstico final* de esta tesis se ha establecido una categoría específica denominada *diagnóstico clínico-radiológico* para las lesiones en las que el diagnóstico concreto no puede alcanzarse mediante la biopsia percutánea pero el análisis citológico e histológico no evidencian malignidad y son compatibles con el diagnóstico final. Yang y cols.¹⁰⁵ destacan la utilidad clínica de los resultados histológicos descriptivos inespecíficos, que se correlacionan con la información clínica y radiológica, para la toma de decisiones en la práctica diaria.

El porcentaje de lesiones malignas en cada patrón radiológico sigue el siguiente orden decreciente: lítico (88,68%), mixto (60%), blástico (53,33%) y normal (46,43%). La osteólisis se suele producir en la mayoría de lesiones malignas, salvo en contadas excepciones como en las metástasis del cáncer de próstata. La calcificación de la matriz ósea se produce de forma más frecuente en procesos reparativos benignos o tumoraciones benignas poco agresivas.

121. Adams SC, Potter BK, Pitcher DJ, Temple HT. Office-based core needle biopsy of bone and soft tissue malignancies. Clin Orthop Relat Res. 2010; 468: 2774–80. Epub 2010, Jun 26.

122. Ogilvie CM, Torbert JT, Finstein JL, Fox EJ, Lackman RD. Clinical utility of percutaneous biopsies of musculoskeletal tumors. Clin Orthop Relat Res. 2006; 450: 95–100.

123. Peer S, Freus T, Liozides A, Gruber H. Ultrasound guided core needle biopsy of soft tissue tumors; a fool proof technique? Med Ultrason. 2011;13: 187-94.

En esta tesis, al igual que en otros trabajos publicados⁹⁵, el análisis combinado citohistológico ha ofrecido mejores resultados que el análisis individual para la detección de ambos tipos de lesiones y el estudio histológico ha sido mejor que el citológico, tanto en lesiones benignas como malignas. En un estudio prospectivo dirigido a determinar el valor de la punción aspirativa con aguja fina y la biopsia percutánea en tumores de partes blandas, Barth y cols.⁹⁸ demostraron mejores resultados para el estudio histológico, en ambos tipos de lesiones.

7.5. Patrón radiológico de las lesiones óseas

En esta serie no ha habido diferencias significativas en el porcentaje de muestras adecuadas en los distintos patrones radiológicos. El porcentaje de muestras diagnósticas ha seguido el siguiente patrón: lítico (91%), mixto (80%), blástico (73%) y normal (61%). No obstante, la exactitud diagnóstica expresada mediante el área bajo la curva ROC presenta unos valores similares en los distintos patrones: lítico (0,98), mixto (0,97), blástico (0,97) y normal (0,92).

En la literatura se ha descrito la relación entre el patrón radiológico y el rendimiento diagnóstico de la biopsia, destacando en la mayoría de trabajos un menor porcentaje de resultados diagnósticos cuanto mayor es el componente blástico^{124,125}. Las lesiones blásticas suelen tener una menor celularidad¹²⁶ y la detección de las células puede verse dificultada por la esclerosis reactiva alrededor de la lesión³². Además, la extracción de los cilindros óseos de estas lesiones requiere agujas gruesas y maniobras de extracción que pueden provocar artefactos por aplastamiento de las muestras histológicas obtenidas, lo cual puede disminuir el rendimiento diagnóstico³².

124. Fraser-Hill MA, Renfrew DL. Percutaneous needle biopsy of musculoskeletal lesions. 1. Effective accuracy and diagnostic utility. *AJR Am J Roentgenol.* 1992; 158: 809–12.

125. Hwang S, Lefkowitz RA, Landa J, Zheng J, Moskowitz CS, Maybody M et al. Percutaneous CT-guided bone biopsy: diagnosis of malignancy in lesions with initially indeterminate biopsy results and CT features associated with diagnostic or indeterminate results. *AJR Am J Roentgenol.* 2011; 197: 1417-25.

126. Berning W, Freyschmidt J, Ostertag H. Percutaneous bone biopsy, techniques and indications. *Eur Radiol.* 1996; 6: 875–81.

A pesar de estas dificultades, Leffler y Chew¹²⁷, en un estudio retrospectivo de 43 lesiones óseas blásticas obtuvieron una sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo del 82, 100, 100 y 89% respectivamente, similares a los aportados en esta tesis. En este tipo de lesiones es importante disponer de abundante material -varios cilindros obtenidos con agujas gruesas-, realizar la extracción sin efectuar maniobras que puedan afectar a la integridad del cilindro y seleccionar el componente lítico de la lesión, si existe.

En las lesiones líticas, el porcentaje de muestras diagnósticas suele ser más elevado. En los casos en los que la lesión lítica tenga un componente mayoritario quístico o necrótico, puede ser dificultoso obtener material adecuado³¹. Iaccarino y cols¹²⁸ han demostrado la utilidad del raspado intralesional en las lesiones quísticas del hueso al obtener una mayor exactitud diagnóstica combinándolo con la punción aspirativa.

El patrón radiológico normal es el que se ha asociado con menor frecuencia a la obtención de muestras diagnósticas y en el que más veces el resultado de la biopsia ha resultado verdadero negativo y falso negativo. La disminución de las muestras diagnósticas y el aumento de resultados verdaderos negativos pueden estar relacionados con el mayor porcentaje de diagnóstico final normal en este patrón radiológico. No existen en la literatura series con un elevado número de pacientes que permitan obtener conclusiones acerca del resultado de la biopsia con este patrón radiológico. La sensibilidad y especificidad que alcance el futuro desarrollo de la técnicas de imagen que detectan lesiones no visibles por TC, así como la posibilidad de realizar la biopsia mediante fusión de imágenes o directamente mediante la técnica de imagen que la ha detectado marcarán el futuro en el rendimiento diagnóstico de estas lesiones.

127. Leffler SG, Chew FS. CT-guided percutaneous biopsy of sclerotic bone lesions: diagnostic yield and accuracy. *AJR Am J Roentgenol.* 1999; 172: 1389-92.

128. Iaccarino V, Sadile F, Vetrani A, Fulciniti F, Troncone G, Riccio R et al. Percutaneous intralesional brushing of cystic lesions of bone: a technical improvement of diagnostic cytology. *Skeletal Radiol.* 1990; 19: 187-90.

7.6. Localización. Hueso, partes blandas, articulación

Ha habido un predominio de lesiones malignas tanto en el hueso como en las partes blandas; en el primer caso las más frecuentes han sido las metástasis y en el segundo los tumores mesenquimatosos malignos. En la articulación la patología más frecuente ha sido la infecciosa; al no haber habido casos de lesiones malignas, se compararán solo los resultados obtenidos en el hueso con los de partes blandas. En este sentido, no ha habido diferencias significativas en el porcentaje de muestras adecuadas, diagnósticas ni en la exactitud diagnóstica de la biopsia entre ambas localizaciones.

En la literatura no existe unanimidad en la comparación de los resultados de la biopsia percutánea en hueso y partes blandas. Algunos trabajos no presentan diferencias significativas^{32, 87, 94}, unos autores obtienen mejores resultados en el hueso^{90, 129} mientras que otros los obtienen en las partes blandas^{86, 105}. Estos últimos argumentan que los factores que contribuyen a ello serían el hecho de que las lesiones de partes blandas no requieran la penetración del hueso cortical, estén próximas a la superficie y sean más homogéneas en su estructura. En los artículos que obtienen mejores resultados en las biopsias óseas se esgrimen distintas hipótesis.

Omura y cols.⁹⁰ sugieren que las lesiones óseas tienen características radiológicas más específicas, lo que contribuye a confirmar el diagnóstico anatómopatológico, en contraposición con las lesiones de partes blandas, que presentan una semiología radiológica más inespecífica.

Sung y cols.¹³⁰ comentan que la mayoría de artículos en los que se obtienen mejores resultados en las biopsias óseas, contiene un porcentaje elevado de metástasis, que suelen tener mejores resultados que el resto de lesiones.

129. Mitsuyoshi G, Naito N, Kawai A, Kunisada T, Yoshida A, Yanai H et al. Accurate diagnosis of musculoskeletal lesions by core needle biopsy. *J Surg Oncol*. 2006; 94: 21–27.

130. Sung KS, Seo SW, Shon MS. The diagnostic value of needle biopsy for musculoskeletal lesions. *Int Orthop*. 2009; 33: 1701–6. Epub 2009, Aug 5.

Quizás una posible explicación sobre la disparidad en estos resultados consista en parte en los criterios de selección de los pacientes de cada trabajo, puesto que el diagnóstico final puede condicionar el resultado de la biopsia. Otro argumento podría basarse en factores técnicos, ya que la capacidad de obtener varios cilindros en determinadas localizaciones óseas puede ser más complejo que en las masas de partes blandas, especialmente si no se dispone de un sistema coaxial.

7.7. Localización axial o apendicular

Con respecto a la localización axial o apendicular se han diferenciado las biopsias óseas de las de partes blandas. En las articulaciones la mayoría de casos han sido axiales.

En las biopsias óseas no ha habido diferencias significativas en el diagnóstico final, porcentaje de muestras adecuadas o exactitud diagnóstica en función de la localización axial o apendicular, no obstante, el porcentaje de muestras diagnósticas en la localización axial ha sido menor y el porcentaje de coincidencia total con el resultado de la cirugía ha sido mayor en la localización apendicular de forma estadísticamente significativa.

En las partes blandas el porcentaje de lesiones malignas ha sido más elevado en localización axial de forma estadísticamente significativa, sin embargo, no ha habido diferencias significativas en el porcentaje de muestras adecuadas, diagnósticas ni en la exactitud diagnóstica.

Algunos trabajos publicados coinciden con los resultados de esta tesis y no obtienen diferencias significativas en la exactitud diagnóstica^{90,105,124,131}. No

131. Lack W, Donigan JA, Morcuende J, Buckwalter J, El-Khoury GY. Clinical utility of CT-guided biopsies in Orthopaedic Oncology. Iowa Orthop J. 2010; 30: 76–9.

obstante, la mayoría de las series que constatan diferencias significativas en los resultados son a favor de la localización apendicular^{86,94}. La explicación radicaría en una mayor dificultad técnica para obtener varias muestras de tejido en la columna y el consiguiente riesgo, en comparación con la localización apendicular.

Hwang y cols.¹²⁵ en una serie de 800 biopsias, obtuvieron un mayor porcentaje de muestras diagnósticas en localización axial (73%) que en apendicular (65%) y lo atribuyeron a que las metástasis óseas son preferentemente axiales.

En resumen, la dificultad técnica para obtener muestras de lesiones axiales se vería compensada por la preferencia por esta localización de las metástasis y el mieloma y por el contrario, la menor dificultad para obtenerlas de lesiones apendiculares favorecería el diagnóstico de los tumores primarios. La utilización sistemática del sistema coaxial en la columna y zonas profundas facilita la técnica de obtención de muestras y puede ayudar a mejorar los resultados.

7.8. Población pediátrica

En esta tesis se realizó un análisis descriptivo bivalente para conocer las características de esta población y compararlas con la adulta, de la que existe mayor experiencia. También se ha analizado el poder predictivo de la biopsia en ambas poblaciones.

El resultado del estudio comparativo ha demostrado diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la localización de las lesiones y el diagnóstico final. En ambas poblaciones predominan las lesiones axiales pero en la población adulta el porcentaje es estadísticamente más elevado. Ha habido un mayor porcentaje de lesiones benignas en la población pediátrica, no obstante el diagnóstico final más frecuente ha sido el tumor mesenquimatoso maligno (48%) mientras que en la población adulta la metástasis (44%).

A pesar de las distintas características que presentan ambas poblaciones, no ha habido diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de muestras adecuadas o diagnósticas, ni en el poder predictivo de la biopsia percutánea. No ha habido ninguna complicación.

Hay pocos trabajos dedicados a esta técnica en edad pediátrica. En el año 2007, Shin y cols.¹³² realizaron un estudio de 127 biopsias musculoesqueléticas percutáneas en 111 pacientes guiadas mediante ecografía, TC, TC-fluoroscopia, fluoroscopia o combinación de estas técnicas. El porcentaje de localización axial era del 66%, un 62% eran lesiones benignas y fueron diagnósticas un 76% de las muestras obtenidas. El rendimiento diagnóstico fue mayor en los casos de tumores mesenquimatosos malignos (92%) que en benignos (65%). En un 4,7% de los casos hubo complicaciones menores y fue necesario repetir siete biopsias de las cuales sólo dos fueron diagnósticas. Los autores destacan la diferencia del espectro de la patología infantil en relación a la del adulto, los mejores resultados obtenidos para las lesiones malignas, la importancia del sistema coaxial para poder obtener la cantidad adecuada de material y el bajo rendimiento de la repetición de la biopsia.

En el año 2011, Hryhorczuk y cols.¹³³ publicaron un trabajo sobre 63 biopsias musculoesqueléticas percutáneas realizadas a 61 pacientes. El porcentaje de localización axial fue bajo (41%) ya que no incluyó el cráneo o la columna. Las lesiones benignas representaron el 78% de los casos biopsiados. Los resultados de la biopsia demostraron un porcentaje de muestras diagnósticas, exactas y una utilidad diagnóstica del 78, 84 y 95%, respectivamente. La exactitud diagnóstica fue mayor para las lesiones malignas (93%) que las benignas (82%) y no hubo complicaciones.

132. Shin HJ, Amaral JG, Armstrong D, Chait PG, Temple MJ, John P et al. Image-guided percutaneous biopsy of musculoskeletal lesions in children. *Pediatr Radiol*. 2007; 37: 362–9. Epub 2007, Feb 14.

133. Hryhorczuk AL, Strouse PJ, Biermann JS. Accuracy of CT-guided percutaneous core needle biopsy for assessment of pediatric musculoskeletal lesions. *Pediatr Radiol*. 2011; 41: 848-57. Epub 2011, Jan 18.

7.9. Biopsias no diagnósticas

Las biopsias con resultado no diagnóstico suponen un reto para el equipo médico, puesto que plantean la cuestión de cuál es la mejor actitud diagnóstica a adoptar, implican un retraso en el diagnóstico y el tratamiento y aumentan la ansiedad del paciente. En esta tesis se ha profundizado en este aspecto con el fin de determinar las variables que han influido en el resultado no diagnóstico y conocer la magnitud y la dirección de esta influencia.

La única variable relacionada ha sido el diagnóstico final, de tal manera que la probabilidad de obtener una biopsia no diagnóstica ha sido nueve veces mayor en lesiones benignas frente a malignas. En las lesiones óseas la probabilidad ha sido cinco veces mayor en lesiones de patrón radiológico normal frente al lítico, benignas frente a malignas y de localización axial frente a la apendicular.

En la literatura el porcentaje de resultados no diagnósticos oscila entre el 3 y el 33% y no hay un consenso sobre cuáles son los factores relacionados. Yang y cols.¹⁰⁵, en un estudio retrospectivo de 508 biopsias obtuvieron un mayor porcentaje de resultados no diagnósticos en las lesiones no neoplásicas en relación a las neoplásicas, en las óseas respecto a las de partes blandas y en caso de linfoma, osteomielitis e histiocitosis X.

Dupuy y cols.⁹⁴, en un estudio de 221 casos constataron que la localización en la columna y el linfoma o algunos tumores de partes blandas de naturaleza mixoide o con un elevado componente necrótico influían en el porcentaje de biopsias no diagnósticas.

Altuntas y cols.⁸⁷ sugieren que el uso de la TC como técnica de imagen guía puede reducir este porcentaje al determinar con gran precisión la posición de la aguja de biopsia en relación con la lesión.

Wu y cols.³², en un estudio retrospectivo de 151 biopsias obtuvieron 35 que no fueron diagnósticas, de las cuales 33 correspondían a lesiones benignas al igual que ocurre en esta tesis.

7.10. Repetición de la biopsia percutánea

Existe controversia acerca de la actitud más adecuada en los casos en los que el resultado de la biopsia percutánea no es diagnóstico. Puede optarse por repetir la biopsia percutánea, realizar biopsia quirúrgica o efectuar seguimiento clínico-radiológico. Otras causas que motivan la repetición son la obtención de una muestra inadecuada, discordancia con la valoración clínico-radiológica o para perfilar el diagnóstico, como el grado o subtipo histológico de un tumor.

En esta tesis se ha repetido la biopsia percutánea en 14 casos (2,72%), en 12 de los cuales se trataba de una lesión ósea axial. El sacro ha sido el hueso que la ha requerido con mayor frecuencia (8%) y el patrón radiológico lítico ha sido el más frecuente de esta serie (76%). El diagnóstico final ha correspondido de forma mayoritaria a una lesión maligna (86%), especialmente el linfoma, en el que se ha repetido en 6 ocasiones, lo que representa un 43% de las repeticiones y un 21% de los linfomas biopsiados.

En la literatura el rango de porcentajes de repetición es amplio (3-25%)¹⁰⁵ y hay mucha disparidad en cuanto a la selección de pacientes y metodología empleada, además de un escaso número de casos. Todo ello hace que sea difícil extraer conclusiones sobre la validez de la repetición de la prueba.

Tehranzadeh y cols.¹³⁴, en un estudio de 120 biopsias, tuvieron que repetirla en 9 casos (8%), de los cuales obtuvieron cinco resultados verdaderos positivos (56%) correspondientes a lesiones malignas, tres falsos negativos (33%) y un verdadero negativo (11%).

Yang y cols.¹⁰⁵, en una serie de 508 biopsias, la repitieron en 71 casos (14%). Al igual que en esta tesis, fue más probable en caso de lesiones óseas (18%) que de partes blandas (9%), especialmente el linfoma en 10 casos (38% de las repeticiones).

134. Tehranzadeh J, Freiburger RH, Gehlman B. Closed skeletal needle biopsy: review of 120 cases. *AJR Am J Roentgenol.* 1983; 140: 113-5.

Molina Granados y cols.¹³⁵, en un trabajo publicado sobre ocho tumores sacros a los que se realizó una biopsia percutánea, obtuvieron una eficacia diagnóstica de sólo un 36%, en consonancia con los resultados de esta tesis en los que el sacro ha sido el hueso en que se ha repetido más veces la biopsia.

Puri y cols.⁸⁸, en un estudio prospectivo de 128 casos, repitieron la biopsia en siete (6%) y solo en dos casos (29%) obtuvieron una muestra diagnóstica. Los autores abogan en estos casos por la biopsia quirúrgica.

En esta tesis el prototipo de lesión biopsiada por segunda vez con mayor frecuencia ha sido ósea, axial y con sospecha clínica de linfoma. El porcentaje de resultados diagnósticos de la segunda biopsia percutánea ha sido notable y puede estar propiciado por dos factores principales: en primer lugar, en este grupo de biopsias, existe una mayoría de lesiones óseas líticas, que se asocian a un porcentaje elevado de muestras diagnósticas y en segundo lugar, se ha practicado un estudio histológico con mayor frecuencia (71%) que en el global de en el global de la serie (57,5%), el cual ofrece mejores resultados que el citológico.

Por ello, la repetición de la biopsia percutánea es una opción válida para llegar al diagnóstico, sobre todo en casos de lesiones osteolíticas y combinando el análisis citohistológico. No obstante, deberían realizarse estudios prospectivos con un mayor número de casos, para determinar los criterios de selección de los pacientes y una metodología preestablecida para poder extraer conclusiones definitivas.

135. Molina Granados JF, Oteros Fernández R, López Ruiz D, Delgado Acosta F, Cano Sánchez A. Biopsia guiada por TC de tumores sacros agresivos. ¿Es siempre diagnóstica?. Radiología. 2010; 52: 321-6.

8. Limitaciones y perspectivas

La naturaleza retrospectiva de esta tesis ha propiciado que no se dispusiera en todos los casos de información complementaria, como el número, grosor y longitud de los cilindros de tejido obtenidos o volumen del material aspirado. Esta circunstancia es una característica común en la mayoría de trabajos retrospectivos publicados. En los casos en los que se disponía de esta información, la mayoría cumplía las recomendaciones de Wu y cols³², al considerar que la obtención de tres cilindros de hueso o cuatro de tejidos blandos, así como la longitud del cilindro igual o mayor a 1 cm. optimiza el rendimiento diagnóstico de la biopsia. Al no disponer de esta información no se ha planteado como objetivo de estudio.

La selección de los pacientes se ha realizado mediante la inclusión de las biopsias percutáneas practicadas de forma consecutiva en el servicio de radiodiagnóstico, donde se realizan todas las biopsias percutáneas musculoesqueléticas del hospital, así como de pacientes derivados como centro de referencia. Puede haber un sesgo de selección de los pacientes por su complejidad; no obstante la muestra es amplia y abarca todo el espectro de lesiones sin limitación por la localización o la edad del paciente, por lo que constituye una muestra representativa de toda la patología musculoesquelética.

El patrón de referencia utilizado para comprobar su validez ha sido el diagnóstico final, establecido por el equipo médico en base a datos anatomopatológicos, clínicos y radiológicos y confirmados por un seguimiento mínimo de un año. Metodológicamente, este planteamiento induce un sesgo de incorporación¹³⁶ ya que el patrón de referencia incluye de forma total o parcial, los resultados de la prueba evaluada. Esta incorrección metodológica ocurre en la mayoría de trabajos publicados de biopsia musculoesquelética percutánea.

136. González de Dios J. Valoración de la metodología en los estudios sobre pruebas diagnósticas en "Anales Españoles de Pediatría". An Esp Pediatr. 1999; 51: 461-8.

El motivo de asumir este sesgo radica en que no parece ético practicar una prueba agresiva como una biopsia quirúrgica cuando el tipo de lesión no lo requiere. Por otra parte, el diagnóstico final establecido por el equipo médico con la integración de la información clínica, las pruebas complementarias y un seguimiento adecuado está aceptado por la comunidad científica como patrón de referencia válido.

Se han excluido nueve casos por no disponer de un seguimiento adecuado y otros cuatro por no haber alcanzado un diagnóstico final con el patrón de referencia. Este criterio supone un sesgo por exclusión de resultados indeterminados¹³⁷, lo que puede sobrestimar la validez de la prueba. Parece más correcto no haber incluido en el análisis estadístico los casos sin diagnóstico final que impidieran validar de forma correcta el resultado, teniendo en cuenta que sólo suponían un 2% del total y su exclusión no afecta de forma estadísticamente significativa a los resultados ni a las conclusiones del estudio.

Por último en algunos subgrupos estudiados, como el patrón radiológico normal, pacientes en edad pediátrica o repetición de la biopsia percutánea, el número de casos es bajo y por tanto las conclusiones deben ser consideradas como preliminares hasta incluir un mayor número de pacientes que permita obtener conclusiones definitivas.

Perspectivas

Algunos aspectos de esta técnica merecen ser objeto de estudios posteriores para mejorar su comprensión y conocimiento. La principal dificultad diagnóstica es en caso de linfoma y espondilodiscitis infecciosa. En la discusión se han comentado estas dificultades y se han expuesto recomendaciones recientes para mejorar el rendimiento diagnóstico en estos casos. Sería aconsejable

137. Ochoa C, Orejas G. Epidemiología y metodología científica aplicada a la pediatría (IV): Pruebas diagnósticas. *An Esp Pediatr.* 1999; 50: 301-14.

diseñar estudios prospectivos adecuando la técnica de la biopsia a estas recomendaciones y comprobar si es posible mejorar los resultados.

Cada vez es más frecuente la práctica de biopsias de lesiones detectadas por técnicas muy sensibles como la RM, la PET-TC o la SPECT-TC, que no son visibles en la TC. En estos casos no existe suficiente experiencia respecto a su indicación ni al poder predictivo por lo que estudios sobre este aspecto contribuirían a su mejor conocimiento.

Los estudios preliminares sugieren que, a pesar de que la población pediátrica difiere de la adulta en cuanto al tipo de patología, los resultados de la biopsia pueden ser similares. La realización de estudios prospectivos con mayor número de pacientes para confirmar esta impresión.

Una biopsia con resultado no diagnóstico plantea un problema en cuanto la actitud a seguir; afortunadamente este resultado es infrecuente en la mayoría de trabajos publicados. Por este motivo sería aconsejable disponer de estudios con un mayor número de casos para tener un mejor conocimiento de los factores que influyen en la obtención de estos resultados.

Cuando la primera biopsia no es diagnóstica, no siempre se practica una segunda biopsia percutánea, sino que se puede optar por una biopsia quirúrgica o por un seguimiento clínico-radiológico, lo que implica que el número de repeticiones sea bajo. Además, en los trabajos publicados esta información no está expresada de forma constante ni explícita. Nuevos estudios prospectivos, explicando la selección de pacientes y la metodología empleada con un número adecuado de biopsias, podrían contribuir a adoptar la decisión más adecuada en esta situación.

9. Conclusiones

1. La biopsia musculoesquelética percutánea guiada por TC es una técnica válida, ya que permite obtener un elevado número de muestras adecuadas, diagnósticas y exactas, con una baja tasa de complicaciones.
2. El análisis combinado citohistológico es estadísticamente mejor que ambos estudios por separado y el histológico mejor que el citológico.
3. El rendimiento diagnóstico es mayor en los casos de mieloma y metástasis y menor en caso de linfoma o infección.
4. A pesar de que el porcentaje de muestras diagnósticas es inferior en las lesiones benignas de forma estadísticamente significativa, no hay diferencias en la exactitud diagnóstica.
5. Cuando la biopsia no es diagnóstica, en caso de patrón radiológico lítico el resultado más frecuente es un falso negativo, mientras que en el resto de patrones es un verdadero negativo.
6. No hay diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de muestras adecuadas, diagnósticas y exactas entre las lesiones óseas, de partes blandas o articulares.
7. El porcentaje de muestras adecuadas y exactas no presenta diferencias estadísticamente significativas según localización axial o apendicular, pero es más probable llegar al diagnóstico de una muestra obtenida de una lesión ósea apendicular.
8. No hay diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de muestras adecuadas, diagnósticas y exactas entre la población pediátrica y la adulta.

9. El factor que se ha relacionado con un resultado no diagnóstico ha sido benignidad y, en caso de lesiones óseas, localización axial, benignidad y patrón radiológico normal.

10. El prototipo de lesión biopsiada por segunda vez con mayor frecuencia ha sido ósea, lítica, axial y con sospecha clínica de linfoma.

10. Referencias bibliográficas

1. Lodwick G. A probabilistic approach to the diagnosis of bone tumors. *Radiol Clin North Am.* 1965; 3 (3): 487–97.
2. Sartoris DJ, Resnick D. Plain film radiography: routine and specialized techniques and projections. En: Resnick D, editor. *Diagnosis of bone and joint disorders.* Philadelphia: Saunders; 1995. p. 3-40.
3. Erlemann R, Reiser MF, Peters PE, Vasallo P, Nommensen B, Kusnierz GC et al. Musculoskeletal neoplasm: static and dynamic Gd-DTPA-enhanced MR imaging. *Radiology.* 1989; 171: 767-73.
4. Arenal F, Johnston JO, Lang P. RM de los tumores musculoesqueléticos, estado actual y últimos avances. *Radiología.* 2000; 42: 1-11.
5. Barceló J, Vilanova JC, Riera E, Balliu E, Peláez I, Martí J, et al. Resonancia magnética de todo el cuerpo con técnica de difusión (PET virtual) para el cribado de las metástasis óseas. *Radiología.* 2007; 49: 407-15.
6. Balliu E, Vilanova JC, Peláez I, Puig J, Remollo S, Barceló C, et al. Diagnostic value of apparent diffusion coefficients to differentiate benign from malignant vertebral bone marrow lesions. *Eur J Radiol.* 2009; 69: 560-6. Epub 2008, Feb 13.
7. Khoo MM, Tyler PA, Saifuddin A, Padhani A. Diffusion-weighted imaging (DWI) in musculoskeletal MRI: a critical review. *Skeletal Radiol.* 2011; 40: 665-81. Epub 2011, Feb 12.
8. García Figueiras R, Padhani A, Vilanova JC, Goh V, Villalba Martín C. Imagen funcional tumoral. Parte 2. *Radiología.* 2010; 52: 208-20. Epub 2010, Mar 20.
9. Kwock L, Smith JK, Castillo M, Ewend MG, Collichio F, Morris DE, et al. Clinical role of proton magnetic resonance spectroscopy in oncology: Brain, breast, and prostate cancer. *Lancet Oncol.* 2006; 7: 859-68.
10. Evelhoch J, Garwood M, Vigneron D, Knopp M, Sullivan D, Menkens A et al. Expanding the use of magnetic resonance in the assessment of tumor response to therapy: workshop report. *Cancer Res.* 2005; 65: 7041-4.
11. Newman PG, Rozycki GS. The history of ultrasound. *Surg Clin North Am.* 1998; 78: 179–95.
12. Subramanian G, McAfee JG, Blair RJ, Mehter A, Connor T. ^{99m}Tc-EHDP: A potential radiopharmaceutical for skeletal imaging. *J Nucl Med.* 1972; 13: 947–50.

13. Genant HK, Bautovich GJ, Singh M, Lathrop KA, Harper PV. Bone-seeking radio nuclides: an in vivo study of factors affecting skeletal uptake. *Radiology*. 1974; 113: 373–82.
14. Love C, Din AS, Tomas MB, Kalapparambath TP, Palestro CJ. Radionuclide bone imaging: an illustrative review. *Radiographics*. 2003; 23: 341–58.
15. Collier BD Jr, Hellman RS, Krasnow AZ. Bone SPECT. *Sem Nucl Med*. 1987; 17: 247–66.
16. Anger HO. Scintillation and positron cameras. *U Cal Res Lab*. 1959; 96: 40.
17. Palestro C, Love C, Schneider R. The evolution of nuclear medicine and the musculoskeletal system. *Radiol Clin N Am*. 2009; 47: 505–32.
18. Love C, Tomas MB, Tronco G, Palestro CJ. FDG PET of infection and inflammation. *Radiographics*. 2005; 25: 1357–68.
19. Dasgeb B, Mulligan MH, Kim CK. The current status of bone scintigraphy in malignant diseases. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2007; 11: 301–11.
20. Aoki J, Watanabe H, Shinozaki T, Takagishi K, Ishijima H, Oya N et al. FDG PET of primary benign and malignant bone tumors: standardized uptake value in 52 lesions. *Radiology*. 2001; 219: 774–7.
21. Römer W, Nömayr A, Uder M, Bautz W, Kubert T. SPECT-guided CT for evaluating foci of increased bone metabolism classified as indeterminate on SPECT in cancer patients. *J Nucl Med*. 2006; 47: 1102–6.
22. Subedi N, Scarsbrook A, Darby M, Korde K, Mc Shane P, Muers M. The clinical impact of integrated FDG PET-CT on management decisions in patients with lung cancer. *Lung Cancer*. 2009; 64: 301–7.
23. Zantinga AR, Coppes MJ. James Ewing (1866–1943): “the chief”. *Med Pediatr Oncol*. 1993; 21: 505–10.
24. Stoker DJ. Bone Biopsy. En: Resnick D, Pettersson H, editors. *NICER series on diagnostic imaging. Skeletal radiology*. Merit Communications; 1992. p. 81–92.
25. Springfield DS, Rosenberg A. Biopsy: complicated and risky. *J. Bone Joint Surg Am*. 1996; 78: 639–43.
26. Skrzynski MC, Biermann JS, Montag A, Simon MA. Diagnostic accuracy and charge-savings of outpatient core needle biopsy compared with open biopsy of musculoskeletal tumors. *J Bone Joint Surg Am*. 1996; 78: 644–9.
27. Mankin HJ, Lange TA, Spanier SS. The hazards of biopsy in patients with malignant primary bone and soft-tissue tumors. *J Bone and Joint Surg Am*. 1982; 64: 1121–7.

28. Fraser-Hill MA, Renfrew DL, Hilsenrath PE. Percutaneous needle biopsy of musculoskeletal lesions. 2. Cost-effectiveness. *AJR Am J Roentgenol*. 1992; 158: 813-8.
29. Gogna A, Peh WC, Munk PL. Image-guided musculoskeletal biopsy. *Radiol Clin N Am*. 2008; 46: 455-473.
30. Huang AJ, Kattapuram SV. Musculoskeletal neoplasms: biopsy and intervention. *Radiol Clin N Am*. 2011; 49: 1287-305.
31. Kattapuram SV, Rosenthal DI. Percutaneous biopsy of skeletal lesions. *AJR Am J Roentgenol*. 1991; 157: 935-42.
32. Wu JS, Goldsmith JD, Horwich PJ, Shetty SK, Hochman M. Bone and soft-tissue lesions: what factors affect diagnostic yield of image-guided core-needle biopsy?. *Radiology*. 2008; 248: 962-70.
33. Parapia LA. Trepanning or trephines: a history of bone marrow biopsy. *Br J Haematol*. 2007; 139:14-9.
34. Martin HE, Ellis EB: Biopsy by needle puncture and aspiration. *Ann Surg*. 1930; 92: 169-181.
35. Turkel H, Bethell F. Biopsy of bone marrow performed by a new and simple instrument. *J Lab Clin Med*. 1943; 28: 1246-51.
36. Ellis F. Needle biopsy in the clinical diagnosis of tumors. *Br J Surg*. 1947; 34: 240-61.
37. Snyder RE, Coley B. Further studies on the diagnosis of bone tumors by aspiration biopsy. *Surg Gynecol Obstet*. 1945; 80: 517-22.
38. Lalli A. Roentgen-guided aspiration biopsies of skeletal lesions. *J Can Assoc Radiol*. 1970; 21: 71-3.
39. Haaga JR, Alfidi RJ. Precise biopsy localization by computed tomography. *Radio-logy*. 1976; 118: 603-7.
40. Adapon BD, Legada BD Jr, Lim EV, Silao JV Jr, Dalmacio-Cruz A. CT-guided closed biopsy of the spine. *J Comput Assist Tomogr*. 1981; 5: 73-8.
41. Rubens DJ, Fultz PJ, Gottlieb RH, Rubin S. Effective ultrasonographically guided intervention for diagnosis of musculoskeletal lesions. *J Ultrasound Med*. 1997; 16: 831-42.
42. Carrasco CH, Charnsangavej C, Richi WR, Wallace S. Bone biopsy. En: Don- delinger RF, Rossi P, Kurdziel JC, Wallace S, editors. *Interventional Radiology*. New York: Thieme Medical Publishers; 1990. p. 58-63.
43. Laredo JD, Lakhdari K, Bellaïche L, Hamze B, Jankiewicz P, Tubiana JM. Acute vertebral collapse: CT findings in benign and malignant nontraumatic cases. *Radiology*. 1995; 194: 41-8.

44. Shih TT, Huang KM, Li Y. Solitary vertebral collapse: distinction between benign and malignant causes using MR patterns. *J Magn Reson Imaging*. 1999; 9: 635-42.
45. Baur-Melnyk A. Malignant versus benign vertebral collapse: are new imaging techniques useful? *Cancer Imaging*. 2009; 9: S49-51.
46. Datir A, Pechon P, Saifuddin A. Image-guided percutaneous biopsy of pathologic fractures: a retrospective analysis of 129 cases. *AJR Am J Roentgenol*. 2009; 193: 504-8.
47. Ghelman B. Biopsies of the musculoskeletal system. *Radiol Clin North Am*. 1998; 36: 567-80.
48. Velásquez-Forero FH. Histomorfometría de la biopsia ósea previo marcaje y procesada sin descalcificar. *Patología Revista Latinoamericana*. 2009; 47: 108-17.
49. Helms CA. *Fundamentals of skeletal Radiology*. 1st ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1989.
50. Yochum TR, Rowe LJ. *Essentials of skeletal Radiology*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
51. Morgan H, Damron T, Cohen H, Allen M. Pseudotumor deltoideus: a previously undescribed anatomic variant at the deltoid insertion site. *Skeletal Radiol*. 2001; 30: 512-8.
52. Darouiche RO, Wall MJ Jr, Itani K, Otterson MF, Webb AL, Carrick M et al. Chlorhexidine–Alcohol versus Povidone–Iodine for Surgical-Site Antisepsis. *N Engl J Med*. 2010; 362: 18-26.
53. Anderson MW, Temple HT, Dussault RG, Kaplan PA. Compartmental anatomy: relevance to staging and biopsy of musculoskeletal tumors. *AJR Am J Roentgenol*. 1999; 173: 1663-71.
54. Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. Current concepts review. The surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *J Bone Joint Surg Am*. 1980; 62: 1027–30.
55. Enneking WF. Staging of musculoskeletal neoplasms. *Skeletal Radiol*. 1985; 13: 183-94.
56. Espinosa LA, Jamadar DA, Jacobson JA, DeMaeseneer MO, Ebrahim FS, Sabb BJ et al. CT-guided biopsy of bone: a radiologist's perspective. *AJR Am J Roentgenol*. 2008; 190: W283–9.
57. Toomayan GA, Robertson F, Major NM, Brigman BE. Upper extremity compartmental anatomy: clinical relevance to radiologists. *Skeletal Radiol*. 2006; 35: 195–201. Epub 2006, Feb 18.

-
58. Toomayan GA, Robertson F, Major NM. Lower extremity compartmental anatomy: clinical relevance to radiologists. *Skeletal Radiol.* 2005; 34: 307–13. Epub 2005, Apr 16.
 59. Liu PT, Valadez SD, Chivers FS, Roberts CC, Beauchamp C. Anatomically based guidelines for core needle biopsy of bone tumors: implications for limb-sparing surgery. *Radiographics.* 2007; 27: 189–205.
 60. Czervionke LF, Fenton DS. Percutaneous spine biopsy. En: Fenton DS, Czervionke LF, editors. *Image-guided spine interventions*. 1st ed. Philadelphia: Saunders; 2003. p. 141-86.
 61. Rajeswaran G, Malik Q, Saifuddin A. Image-guided percutaneous spinal biopsy. *Skeletal Radiol.* 2013; 42: 3-18. Epub 2012, Jun 4.
 62. Reddy AS, Dinobile D, Orgeta J, Peri N. Transoral approach to CT-guided C2 interventions. *Pain Physician.* 2009; 12: 253-8.
 63. Del Cura JL, Zabala R, Corta I. Intervencionismo guiado por ecografía: lo que todo radiólogo debe conocer. *Radiología* 2012; 52: 198-207. Epub 2010, Mar 26.
 64. Kattapuram SV, Rosenthal DI. Percutaneous biopsy of skeletal lesions. *AJR Am J Roentgenol.* 1991; 157: 935-42.
 65. Tehranzadeh J, Tao C, Browning CA. Percutaneous needle biopsy of the spine. *Acta Radiol.* 2007; 8: 860-8.
 66. López JI, Del Cura JL, Zabala R, Bilbao FJ. Usefulness and limitations of ultrasound-guided core biopsy in the diagnosis of musculoskeletal tumors. *APMIS.* 2005; 113: 353-60.
 67. Kandarpa K, Aruny JE. *Handbook of interventional radiologic procedures*. 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002. p. 765.
 68. Saifuddin A, Burnett SJ, Mitchell R. Pictorial review: ultrasonography of primary bone tumors. *Clin Radiol.* 1998; 53: 239–46.
 69. Ahrar K, Himmerich JU, Herzog CE, Raymond AK, Wallace MJ, Gupta S, et al. Percutaneous ultrasound-guided biopsy in the definitive diagnosis of osteosarcoma. *J Vasc Interv Radiol.* 2004; 15:1329–33.
 70. Frager DH, Goldman MJ, Seimon LP, Elkin CM, Cynamon J, Schreiber K, et al. Computed tomography guidance for skeletal biopsy. *Skeletal Radiol.* 1987; 16: 644-6.
 71. Katada K, Anno H, Ogura Y, Kato R, Koga S, Ida Y et al. Early clinical experience with real-time CT fluoroscopy. *Nippon Acta Radiol.* 1994; 54: 1172–4.

72. Nawfel RD, Judy PF, Silverman SG, Hooton S, Tuncali K, Adams DF. Patient and personnel exposure during CT fluoroscopy-guided interventional procedures. *Radiology*. 2000; 216:180–4.
73. Paulson EK, Sheafor DH, Enterline DS, McAdams HP, Yoshizumi T. CT fluoroscopy-guided interventional procedures: techniques and radiation dose to radio- radiologists. *Radiology*. 2001; 220:161-7.
74. Genant JW, Vandevenne JE, Bergman AG, Beaulieu CF, Kee ST, Norbash A et al. Interventional musculoskeletal procedures performed by using MR Imaging guidance with a vertically open MR unit: assessment of techniques and applicability. *Radiology*. 2002; 223:127–36.
75. Salomonowitz E. MR imaging-guided biopsy and therapeutic intervention in a closed-configuration magnet: single-center series of 361 punctures. *AJR Am J Roentgenol*. 2001; 177: 159-63.
76. Alanen J, Keski-Nisula L, Blanco-Sequeiros R, Tervonen O. Cost comparison analysis of low-field (0.23 T) MRI- and CT-guided bone biopsies. *Eur Radiol*. 2004; 14: 123–8. Epub 2003, Jun 25.
77. Wu HT, Chang CY, Chang H, Yen CC, Cheng H, Chen P, et al. Magnetic resonance imaging guided biopsy of musculoskeletal lesions. *J Chin Med Assoc*. 2012; 75: 160-6. Epub 2012, Apr 5.
78. Carrino JA, Khurana B, Ready JE, Silverman S, Winalski C. Magnetic resonance imaging-guided percutaneous biopsy of musculoskeletal lesions. *J Bone Joint Surg Am*. 2007; 89: 2179-87.
79. Klaeser B, Mueller M, Schmid R, Guevara C, Krause T, Wiskirchen J. PET-CT-guided interventions in the management of FDG-positive lesions in patients suffering from solid malignancies: initial experiences. *Eur Radiol*. 2009; 19: 1780-5. Epub 2009, Feb 24.
80. Klaeser B, Wiskirchen J, Wartenberg J, Weitzel T, Schmid RA, Mueller M et al. PET/CT-guided biopsies of metabolically active bone lesions: applications and clinical impact. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010; 37: 2027–2036.
81. Bickels J, Jelinek JS, Shmookler BM, Neff RS, Malawer M. Biopsy of musculoskeletal tumors. Current concepts. *Clin Orthop Relat Res*. 1999; 368: 212-9.
82. Zhou XH, Obuchowski NA, McClish D. *Statistical Methods in Diagnostic Medicine*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons Inc; 2011.
83. Pepe MS. *The statistical evaluation of medical tests for classification and prediction*. New York: Oxford University Press; 2003.
84. Burgueño MJ, García-Bastos JL, González-Buitrago J. Las curvas ROC en la evaluación de las pruebas diagnósticas. *Med Clin (Barc)*. 1995; 104: 661-70.

85. Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied Logistic Regression*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons Inc; 2000.
86. Hau A, Kim I, Kattapuram S, Hornicek FJ, Rosenberg AE, Gebhardt M et al. Accuracy of CT-guided biopsies in 359 patients with musculoskeletal lesions. *Skeletal Radiol*. 2002; 31: 349–53. Epub 2002, Mar 7.
87. Altuntas AO, Slavin J, Smith PJ, Schlicht SM, Powell GJ, Ngan S et al. Accuracy of computed tomography guided core needle biopsy of musculoskeletal tumours. *ANZ J Surg*. 2005; 75: 187–91.
88. Puri A, Shingade VU, Agarwal MG, Anchan C, Juvekar S, Desai S et al. CT-guided percutaneous core needle biopsy in deep seated musculoskeletal lesions: a prospective study of 128 cases. *Skeletal Radiol*. 2006; 35:138–43. Epub 2005, Dec 9.
89. Tsukushi S, Nishida Y, Yamada Y, Yoshida M, Ishiguro N. CT-guided needle biopsy for musculoskeletal lesions. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010; 130: 699–703. Epub 2009, Dec 24.
90. Omura MC, Motamedi K, UyBico S, Nelson SD, Seeger L. Revisiting CT-guided percutaneous core needle biopsy of musculoskeletal lesions: contributors to biopsy success. *AJR Am J Roentgenol*. 2011; 197: 457–61.
91. Heslin MJ, Lewis JJ, Woodruff JM, Brennan M. Core needle biopsy for diagnosis of extremity soft-tissue sarcoma. *Ann Surg Oncol*. 1997; 4: 425–31.
92. Welker JA, Henshaw RM, Jelinek J, Shmookler BM, Malawer MM. The percutaneous needle biopsy is safe and recommended in the diagnosis of musculoskeletal masses. *Cancer*. 2000; 89: 2677–86.
93. Mankin HJ, Mankin CJ, Simon M. The hazards of the biopsy, revisited. Members of the Musculoskeletal Tumor Society. *J Bone Joint Surg Am*. 1996; 78: 656–63.
94. Dupuy DE, Rosenberg AE, Punyaratabandhu T, Tan MH, Mankin H. Accuracy of CT-guided needle biopsy of musculoskeletal neoplasms. *AJR Am J Roentgenol*. 1998; 171: 759–62.
95. Schweitzer ME, Gannon FH, Deely DM, O'Hara BJ, Juneja V. Percutaneous skeletal aspiration and core biopsy: complementary techniques. *AJR Am J Roentgenol*. 1996; 166: 415–8.
96. Koscick RL, Petersilge CA, Makley JT, Abdul-Karim FW. CT-guided fine needle aspiration and needle core biopsy of skeletal lesions. Complementary diagnostic techniques. *Acta Cytol*. 1998; 42: 697–702.
97. Dollahite HA, Tatum L, Moinuddin SM, Carnesale P. Aspiration biopsy of primary neoplasm of bone. *J. Bone and Joint Surg Am*. 1989; 71: 1166–9.

98. Barth RJ, Merino MJ, Solomon D, Yang JC, Baker A. A prospective study of the value of core needle biopsy and fine needle aspiration in the diagnosis of soft tissue masses. *Surgery*. 1992; 112: 536-43.
99. Delaney TF. Diagnosis of Sarcoma by core biopsy. *J. Surg Oncol*. 2006; 94: 1-2.
100. Strauss DC, Qureshi YA, Hayes A, Thway K, Fisher C, Thomas J. The role of core needle biopsy in the diagnosis of suspected soft tissue tumours. *J. Surg Oncol*. 2010; 102: 523-9.
101. Wedin R, Bauer HC, Skoog L, Söderlund V, Tani E. Cytological diagnosis of skeletal lesions. Fine-needle aspiration biopsy in 100 tumours. *J. Bone Joint Surg Br*. 2000; 82: 673-8.
102. Ruhs SA, el-Khoury GY, Chrischilles EA. A cost minimization approach to the diagnosis of skeletal neoplasms. *Skeletal Radiol*. 1996; 25: 449-54.
103. Schweitzer ME, Deely DM. Percutaneous biopsy of osteolytic lesions: use of a biopsy gun. *Radiology*. 1993; 189: 615-6.
104. Söderlund V, Tani E, Skoog L, Bauer HC, Kreicbergs A. Diagnosis of skeletal lymphoma and myeloma by radiology and fine needle aspiration cytology. *Cytopathology*. 2001; 12: 157-67.
105. Yang J, Frassica FJ, Fayad L, Clark P, Weber KL. Analysis of nondiagnostic results after image-guided needle biopsy of musculoskeletal lesions. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468: 3103-11. Epub 2010, Apr 10.
106. Quinn SF, Sheley R, Nelson H, Demlow TA, Wienstein RE, Dunkley BL. The role of percutaneous needle biopsies in the original diagnosis of lymphoma: a prospective evaluation. *J Vasc Interv Radiol*. 1995; 6: 947-52.
107. Pappa VI, Hussain HK, Reznick RH, Whelan J, Norton AJ, Wilson AM, et al. Role of image-guided core-needle biopsy in the management of patients with lymphoma. *J Clin Oncol*. 1996; 14: 2427-30.
108. Amador Ortiz C, Chen L, Hassan A, Frater JL, Burack R, Nguyen TT et al. Combined core needle biopsy and fine-needle aspiration with ancillary studies correlate highly with traditional techniques in the diagnosis of nodal-based lymphoma. *Am J Clin Pathol*. 2011; 135: 516-24.
109. Chugh R, Tawbi H, Lucas DR, Biermann JS, Schuetze SM, Baker LH. Chordoma: The Nonsarcoma Primary Bone Tumor. *Oncologist*. 2007; 12: 1344-50.
110. Walcott BP, Nahed BV, Mohyeldin A, Coumans JV, Kahle KT, Ferreira MJ. Chordoma: current concepts, management, and future directions. *Lancet Oncol*. 2012; 13: e69-76.
111. Becker JC. Merkel cell carcinoma. *Ann Oncol*. 2010; 21 (Suppl 7): vii81-5.

112. Wu JS, Gorbachova T, Morrison WB, Haims AH. Imaging-guided bone biopsy for osteomyelitis: are there factors associated with positive or negative cultures? *AJR Am J Roentgenol.* 2007; 188: 1529-34.
113. Sehn JK, Gilula LA. Percutaneous needle biopsy in diagnosis and identification of causative organisms in cases of suspected vertebral osteomyelitis. *Eur J Radiol.* 2012; 81: 940-6. Epub 2011, Apr 1.
114. Cebrián JL, Saez-Arenillas A, Urda AL, Soler I, Agreda E, López Duran L. Management of infectious discitis. Outcome in one hundred and eight patients in a university hospital. *Int Orthop.* 2012; 36: 239-44. Epub 2012, Jan 4.
115. Chew FS, Kline MJ. Diagnostic yield of CT-guided percutaneous aspiration procedures in suspected spontaneous infectious diskitis. *Radiology.* 2001; 218: 211-4.
116. Cherasse A, Martin D, Tavernier C, Maillefert J. Are blood cultures performed after disco-vertebral biopsy useful in patients with pyogenic infective spondylitis? *Rheumatology (Oxford).* 2003; 42: 913.
117. Rivas A. Biopsia vertebral percutánea (B.V.P.). Análisis de resultados (tesis). Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Universitat Autònoma de Barcelona; 2004.
118. Cebesoy O, Tutar E, Arpacioğlu O. Spontaneous giant expanding thigh hematoma mimicking soft tissue neoplasm. *Joint Bone Spine.* 2008; 75: 64-6. Epub 2007, Aug 27.
119. Khanna G, Sato TSP, Ferguson P. Imaging of chronic recurrent multifocal osteomyelitis. *Radiographics.* 2009; 29: 1159-77.
120. Yao L, Nelson SD, Seeger LL, Eckardt J, Eilber F. Primary musculoskeletal neoplasms: Effectiveness of core-needle biopsy. *Radiology.* 1999; 212: 682-6.
121. Adams SC, Potter BK, Pitcher DJ, Temple HT. Office-based core needle biopsy of bone and soft tissue malignancies. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468: 2774-80. Epub 2010, Jun 26.
122. Ogilvie CM, Torbert JT, Finstein JL, Fox EJ, Lackman RD. Clinical utility of percutaneous biopsies of musculoskeletal tumors. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 450: 95-100.
123. Peer S, Freus T, Liozides A, Gruber H. Ultrasound guided core needle biopsy of soft tissue tumors; a fool proof technique? *Med Ultrason.* 2011; 13: 187-94.
124. Fraser-Hill MA, Renfrew DL. Percutaneous needle biopsy of musculoskeletal lesions. 1. Effective accuracy and diagnostic utility. *AJR Am J Roentgenol.* 1992; 158: 809-12.

125. Hwang S, Lefkowitz RA, Landa J, Zheng J, Moskowitz CS, Maybody M et al. Percutaneous CT-guided bone biopsy: diagnosis of malignancy in lesions with initially indeterminate biopsy results and CT features associated with diagnostic or indeterminate results. *AJR Am J Roentgenol*. 2011; 197: 1417-25.
126. Berning W, Freyschmidt J, Ostertag H. Percutaneous bone biopsy, techniques and indications. *Eur Radiol*. 1996; 6: 875–81.
127. Leffler SG, Chew F. CT-guided percutaneous biopsy of sclerotic bone lesions: diagnostic yield and accuracy. *AJR Am J Roentgenol*. 1999; 172: 1389-92.
128. Iaccarino V, Sadile F, Vetrani A, Fulciniti F, Troncone G, Riccio R et al. Percutaneous intralesional brushing of cystic lesions of bone: a technical improvement of diagnostic cytology. *Skeletal Radiol*. 1990; 19: 187-90.
129. Mitsuyoshi G, Naito N, Kawai A, Kunisada T, Yoshida A, Yanai H et al. Accurate diagnosis of musculoskeletal lesions by core needle biopsy. *J Surg Oncol*. 2006; 94: 21–27.
130. Sung KS, Seo SW, Shon MS. The diagnostic value of needle biopsy for musculoskeletal lesions. *Int Orthop*. 2009; 33: 1701-6. Epub 2009, Aug 5.
131. Lack W, Donigan JA, Morcuende J, Buckwalter J, El-Khoury GY. Clinical utility of CT-guided biopsies in Orthopaedic Oncology. *Iowa Orthop J*. 2010; 30: 76–9.
132. Shin HJ, Amaral JG, Armstrong D, Chait PG, Temple MJ, John P et al. Image-guided percutaneous biopsy of musculoskeletal lesions in children. *Pediatr Radiol*. 2007; 37: 362–9. Epub 2007, Feb 14.
133. Hryhorczuk AL, Strouse PJ, Biermann J. Accuracy of CT-guided percutaneous core needle biopsy for assessment of pediatric musculoskeletal lesions. *Pediatr Radiol*. 2011; 41: 848-57. Epub 2011, Jan 18.
134. Tehranzadeh J, Freiburger R, Gehlman B. Closed skeletal needle biopsy: review of 120 cases. *AJR Am J Roentgenol*. 1983; 140: 113-5.
135. Molina Granados JF, Oteros Fernández R, López Ruiz D, Delgado Acosta F, Cano Sánchez A. Biopsia guiada por TC de tumores sacros agresivos. ¿Es siempre diagnóstica?. *Radiología*. 2010; 52: 321-6.
136. González de Dios J. Valoración de la metodología en los estudios sobre pruebas diagnósticas en “Anales Españoles de Pediatría”. *An Esp Pediatr*. 1999; 51: 461-8.
137. Ochoa C, Orejas G. Epidemiología y metodología científica aplicada a la pediatría (IV): Pruebas diagnósticas. *An Esp Pediatr*. 1999; 50: 301-14.

