Ciencia y Educación
(L-ISSN: 2790-8402 E-ISSN: 2707-3378)
Vol. 7 No. 10.1
Edición Especial X 2026

VALOR DIAGNOSTICO DEL DERRAME ARTICULAR Y FAT -PAD SIGN EN TRAUMA DE CODO PEDIATRICO: REVISIÓN SISTEMÁTICA

DIAGNOSTIC VALUE OF JOINT EFFUSION AND THE FAT-PAD SIGN IN PEDIATRIC ELBOW TRAUMA: A SYSTEMATIC REVIEW

Autores: [1]Teddy Jhosep Calero Chávez, [2]Jeanneth Elizabeth Sumba Lusero, [3]Emily Dayanara Preciado Díaz, [4]Alicia Nathaly Vargas Lozada y [5]Andrea María Zumba López.

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-1112-9053
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-1850-9648
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2647-5250
[4]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-9224-9908
[5]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-2813-4041
[1]E-mail de contacto: teddyjhosep@hotmail.com
[2]E-mail de contacto: jeanneth.sumba@iess.gob.ec
[3]E-mail de contacto: emipreciado0818@gmail.com
[4]E-mail de contacto: alisnatyvargas00@gmail.com
[5]E-mail de contacto: andreazumba4444@gmail.com
Afiliación: [1]*Centro de Salud Quinchicoto, (Ecuador) [2]*Hospital IESS Quito Sur, (Ecuador) [3]*Universidad Internacional de La Rioja (UNIR), (España) [4]*[5]*Investigadora Independiente, (Ecuador).
Articulo recibido: 08 de Septiembre del 2026
Articulo revisado: 18 de Septiembre del 2026
Articulo aprobado: 28 de Septiembre del 2026
[1]Médico general, egresado de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador). Con 1 año de experiencia laboral. Magíster en Salud Pública, egresado de la Universidad de las Américas, (Ecuador).
[2]Médica, egresada de la Universidad Católica de Cuenca, (Ecuador). Con 9 años de experiencia laboral.
[3]Médica, egresada de la Universidad Católica de Cuenca, (Ecuador). Con 1 año de experiencia laboral.
[4]Licenciada en enfermería, egresada de la Universidad Técnica de Ambato, (Ecuador). Con 2 años de experiencia laboral. Maestrante en Epidemiología y Salud Poblacional, Universidad Internacional de La Rioja, (España).
[5]Médica general, egresada de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador). Con 2 años de experiencia laboral. Maestrante en Seguridad y Salud en el Trabajo, Universidad Estatal de Milagro (Ecuador).

Resumen

El objetivo fue analizar la evidencia sobre el valor diagnóstico del derrame articular y del signo de la almohadilla grasa anterior y posterior para la identificación de fracturas, particularmente fracturas radiográficamente ocultas, en pacientes pediátricos con traumatismo agudo de codo, se realizó una revisión sistemática siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020. La búsqueda se efectuó en PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase y Cochrane Library. Se incluyeron estudios primarios de evaluación diagnóstica y publicaciones de síntesis que analizaron los signos estudiados mediante radiografía convencional o ecografía, tras el proceso de identificación, cribado y elegibilidad, se incluyeron 12 publicaciones en la síntesis cualitativa. Los resultados mostraron que la presencia de un signo de la almohadilla grasa positivo se asocia con una proporción relevante de fracturas ocultas, con predominio de lesiones supracondíleas del húmero, seguidas por fracturas del cúbito proximal, radio proximal y cóndilo humeral lateral. La almohadilla grasa posterior presentó mayor especificidad que la anterior como signo aislado, mientras que la evaluación ecográfica combinada del derrame, lipohemartrosis y alteraciones corticales mostró sensibilidades elevadas y altos valores predictivos negativos, se concluye que el derrame articular y el signo de la almohadilla grasa constituyen hallazgos indirectos relevantes para la sospecha de fractura oculta en el trauma de codo pediátrico. La ecografía representa una herramienta complementaria de utilidad diagnóstica, aunque la heterogeneidad de los criterios y métodos de confirmación limita la comparación directa entre estudios.

Palabras clave: Fracturas de codo, Lesiones de codo, Niño, Radiografía intervencional, Ultrasonografía.

Abstract

The objective was to analyze the evidence regarding the diagnostic value of joint effusion and the anterior and posterior fat pad signs for identifying fractures—particularly radiographically occult fractures—in pediatric patients with acute elbow trauma. A systematic review was conducted following the recommendations of the PRISMA 2020 statement. The search was conducted in PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, and the Cochrane Library. Primary diagnostic evaluation studies and synthesis publications that analyzed the signs under study using conventional radiography or ultrasound were included. Following the identification, screening, and eligibility process, 12 publications were included in the qualitative synthesis. The results showed that the presence of a positive fat pad sign is associated with a significant proportion of occult fractures, predominantly supracondylar humeral lesions, followed by fractures of the proximal ulna, proximal radius, and lateral humeral condyle. The posterior fat pad showed greater specificity than the anterior fat pad as an isolated sign, whilst the combined ultrasound assessment of effusion, lipohaemarthrosis and cortical abnormalities demonstrated high sensitivity and high negative predictive values. It is concluded that joint effusion and the fat pad sign constitute relevant indirect findings for suspecting an occult fracture in paediatric elbow trauma. Ultrasound is a useful complementary diagnostic tool, although the heterogeneity of confirmation criteria and methods limits direct comparison between studies.

Keywords: Elbow fractures, Elbow injuries, Child, Radiography interventional, Ultrasonography.

Sumário

O objetivo foi analisar a evidência sobre o valor diagnóstico do derrame articular e do sinal da almofada adiposa anterior e posterior para a identificação de fraturas, particularmente fraturas radiograficamente ocultas, em doentes pediátricos com traumatismo agudo do cotovelo. Foi realizada uma revisão sistemática seguindo as recomendações da declaração PRISMA 2020. A pesquisa foi efetuada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase e Cochrane Library. Foram incluídos estudos primários de avaliação diagnóstica e publicações de síntese que analisaram os sinais em questão através de radiografia convencional ou ecografia. Após o processo de identificação, triagem e elegibilidade, foram incluídas 12 publicações na síntese qualitativa. Os resultados revelaram que a presença de um sinal positivo da almofada adiposa está associada a uma proporção significativa de fraturas ocultas, com predominância de lesões supracondílias do úmero, seguidas por fraturas do cúbito proximal, do rádio proximal e do condilo lateral do úmero. A almofada gordurosa posterior apresentou maior especificidade do que a anterior como sinal isolado, enquanto que a avaliação ecográfica combinada do derrame, da lipo-hemartrose e das alterações corticais revelou sensibilidades elevadas e elevados valores preditivos negativos; conclui-se que o derrame articular e o sinal da almofada gordurosa constituem achados indiretos relevantes para a suspeita de fratura oculta no traumatismo pediátrico do cotovelo. A ecografia representa uma ferramenta complementar de utilidade diagnóstica, embora a heterogeneidade dos critérios e métodos de confirmação limite a comparação direta entre estudos.

Palavras-chave: Fraturas do cotobelo, Lesões no cotobelo, Criança, Radiografia intervencionista, Ultrassonografia.

Introducción

El traumatismo del miembro superior representa una de las causas más frecuentes de consulta en las unidades de urgencias pediátricas dentro del esqueleto apendicular, la articulación del codo constituye la segunda localización más afectada por fracturas, representando entre el 5% y el 10% de la

totalidad de fracturas en la infancia y alcanzando hasta un 15% de las lesiones evaluadas de forma aguda y hasta un 85% de las lesiones traumáticas pediátricas que requieren intervención quirúrgica, la distribución epidemiológica por edad varía en función del patrón de lesión donde las fracturas supracondíleas de húmero representan aproximadamente el 60% de las fracturas de codo y el 15% de todas las fracturas pediátricas, con un pico de incidencia entre los 5 y 7 años; las fracturas del cóndilo lateral representan entre el 15% y el 20%; las lesiones del radio proximal fundamentalmente del cuello radial constituyen del 5% al 10%, afectando con mayor frecuencia a niños de 9 a 10 años; las fracturas del olécranon y cúbito proximal representan entre el 4% y el 7% en pacientes de 9 a 11 años; mientras que las avulsiones del epicóndilo medial se observan entre los 9 y 14 años (Arachchige, A., et al. 2026).

El mecanismo de lesión predominante en la gran mayoría de estas entidades es la caída sobre la mano extendida con el codo en extensión o valgo, aunque también ocurren traumatismos directos o fuerzas de tracción y rotación axial, la identificación oportuna de estas lesiones es crítica, dado que un diagnóstico diferido por más de tres semanas se asocia con elevadas tasas de complicaciones a largo plazo, tales como consolidación viciosa, pseudoartrosis, deformaidades angulares, contractura isquémica de Volkmann y compromiso neurovascular agudo del nervio mediano, radial o cubital (Bašković, M., et al. 2024).

El diagnóstico por imagen en el trauma de codo pediátrico plantea un desafío radiológico complejo derivado de las características anatómicas y fisiológicas del esqueleto inmaduro, la presencia de un cartílago epifisario no osificado de gran grosor y la aparición secuencial y temporal de seis centros de osificación secundaria descritos en la mnemotecnia CRITOE de 1-3 meses/1 año, cabeza del radio 5 años, epicóndilo medial 7 años, tróclea 9 años, olécranon 11 años y epicóndilo lateral 13 años los cuales condicionan variaciones anatómicas normales que pueden enmascarar rasgados fracturarios (Parambath, A., et al. 2025). Además, la evaluación de la continuidad cortical mediante radiografía convencional en proyecciones estándar anteroposterior (AP) y lateral a 90° de flexión presenta serias limitaciones ante la presencia de fracturas no desplazadas, subperiósticas en rodete o fracturas por compresión epifisaria, la mala colaboración del paciente pediátrico debido al dolor intenso y al temor dificulta la obtención de proyecciones radiográficas alineadas de forma rigurosa, aunque se emplean referencias alométricas sistemáticas como la línea humeral anterior que en niños mayores de 2 años debe bisecar el tercio medio del capitellum y la línea radiocapitelar que debe cruzar el centro del capitellum en cualquier proyección, estas relaciones pueden mantenerse conservadas en fracturas no desplazadas o mínimamente anguladas, como consecuencia, una radiografía inicial puede ser informada como carente de trazo fracturario evidente a pesar de existir una lesión estructural ósea (Girdhar, N., et al. 2026).

Ante la ausencia de una línea de fractura visible, la respuesta tisular intraarticular al traumatismo constituye el elemento clave para sospechar una lesión oculta, morfológicamente, la cápsula articular del codo alberga los cojinetes o almohadillas grasas en las fosas coronoidea y radial y en la fosa olecraniana, las cuales se posicionan en una localización intraarticular pero extrasinovial, tras un impacto traumático que genera una microdisrupción cortical o capsular, la extravasación hemática hacia la

cavidad articular genera una hemartrosis o un efusión intraarticular a tensión (Gendler, L., et al. 2024). Este incremento progresivo de la presión intracapsular desplaza periféricamente los cojinetes grasos fuera de sus fosas anatómicas y radiológicamente, el derrame articular es considerado el signo indirecto primario de traumatismo intraarticular, si bien su presencia denota distensión capsular y una alta probabilidad de fractura no desplazada, su especificidad aislada puede verse limitada, dado que contusiones ligamentosas puras, sinovitis traumática o lesiones capsulares no asociadas a ruptura ósea pueden originar derrames de volumen variable (Khameneh, S., et al. 2023).

El fat-pad sign o signo de la almohadilla grasa se evalúa en la proyección radiográfica lateral con el codo en flexión a 90°, en condiciones fisiológicas, la almohadilla grasa anterior se visualiza como una delgada radio lucidez paralela a la corteza humeral anterior, mientras que el desplazamiento anterior y superior provocado por el derrame genera una opacidad radiolúcida triangular convexa conocida como la vela de barco o sail sign (Ashoobi, M., et al. 2023) Por el contrario, la almohadilla grasa posterior se aloja en la fosa olecraniana y permanece invisible en un codo sano; por ende, la visualización de una almohadilla grasa posterior es siempre un hallazgo patológico e indicador inequívoco de distensión articular. Recientemente, Poppelaars, M., et al. (2022) establecieron una definición objetiva y cuantitativa del signo mediante la medición angular del anterior fat-pad sign (AFP), demostrando que un ángulo $\alpha \geq 16°$ respecto a la línea humeral anterior presenta un rendimiento diagnóstico óptimo con una sensibilidad del 100%, especificidad del 87% y precisión del 99%, tamnxiste un consenso clínico en que la presencia de un posterior fat-pad sign ostenta un valor predictivo positivo superior para fractura oculta en comparación con el hallazgo aislado de un anterior fat-pad sign prominente (Tsou, P., et al. 2020).

Se define como fractura oculta del codo pediátrico a aquella lesión traumática ósea que no es detectable en las proyecciones radiográficas convencionales iniciales, pero cuya presencia es confirmada mediante estudios de seguimiento o modalidades de imagen avanzadas, la relevancia clínica de este fenómeno fue sintetizada en un metaanálisis seminal de 10 estudios con 250 niños que presentaban fat-pad sign positivo y radiografía inicial negativa, identificándose una prevalencia global de fractura oculta del 44,6% (IC 95%: 30,4%–59,7%), respecto a la distribución topográfica de las fracturas ocultas, los tipos más prevalentes corresponden al húmero supracondíleo (43%), seguido del cúbito proximal (19%), el radio proximal/cuello radial (17%) y el cóndilo humeral lateral (14%). Para su confirmación diagnóstica, la práctica clínica recurre a radiografías de control diferidas a la primera o segunda semana, la resonancia magnética (RM), la tomografía computarizada (TC) y, de forma creciente, la ecografía a pie de cama, la cual ha demostrado una sensibilidad de hasta el 88% a 95% y alta especificidad mediante la identificación de abombamiento cortical e interrupción de la superficie ósea junto a la visualización directa de lipohemartrosis y elevación del cojinete posterior (Kappelhof, B., et al. 2022).

A pesar de la extensa utilización del derrame articular y del fat-pad sign como marcadores indirectos de sospecha en el trauma de codo pediátrico, existe una notable heterogeneidad en la literatura científica respecto a sus criterios de definición radiográfica, la variabilidad interobservador en su interpretación y la tasa real de conversión a fracturas verdaderamente ocultas, esta falta de estandarización se traduce

en conductas clínicas disímiles que van desde el sobretratamiento mediante inmovilizaciones innecesarias con yeso con los consecuentes costos sanitarios, atrofia muscular y desmineralización ósea hasta la omisión diagnóstica de fracturas inestables que requieren manejo quirúrgico temprano (Lacerda, S., et al. 2026). Además, los métodos empleados como prueba de referencia (gold standard) para confirmar la presencia de fractura varían entre los estudios disponibles, abarcando desde el seguimiento clínico-radiográfico simple hasta la RM o la ecografía, por ende se justifica la realización de una revisión sistemática actualizada que evalúe y sintetice el valor diagnóstico del derrame articular y del fat-pad sign anterior y posterior para la identificación de fracturas ocultas en la población pediátrica y para dar respuesta a la problemática planteada se estructuró la pregunta de investigación bajo el formato PIRD:

- *P (Población):* Pacientes pediátricos que acuden con traumatismo agudo de codo y sospecha clínica de lesión ósea.
- *I (Prueba Índice):* Presencia de derrame articular o fat-pad sign identificado en la radiografía convencional inicial o en la evaluación ecográfica.
- *R (Prueba de referencia):* Confirmación mediante radiografía, resonancia magnética, tomografía computarizada o ecografía de alta resolución.
- *D (Diagnóstico de interés):* Presencia de fractura articular o periarticular del codo, con especial énfasis en la identificación de fracturas radiográficamente ocultas.

Generando la siguiente pregunta: ¿Cuál es el valor diagnóstico del derrame articular y del fat-pad sign en la radiografía inicial para la identificación de fracturas, particularmente fracturas ocultas, en pacientes pediátricos con trauma agudo de codo en comparación con las pruebas de referencia estándar?

Materiales y Métodos

Se realizó una revisión sistemática orientada a identificar y sintetizar la evidencia sobre el valor diagnóstico del derrame articular y del fat-pad sign en pacientes pediátricos con traumatismo agudo de codo, con especial interés en su utilidad para la identificación de fracturas radiográficamente ocultas, la elaboración se estructuró siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020, debido a la heterogeneidad de la evidencia disponible y con el propósito de obtener una visión integral del comportamiento diagnóstico de estos signos, se consideraron tanto estudios primarios de evaluación diagnóstica como fuentes de síntesis de evidencia que analizaran el derrame articular, el fat-pad sign anterior o posterior, la lipohemartrosis o su identificación mediante radiografía convencional y ecografía en el punto de atención.

La pregunta de investigación se estructuró mediante el formato PIRD donde la población (P) estuvo constituida por pacientes pediátricos con traumatismo agudo de codo y sospecha clínica de lesión ósea; la prueba índice (I) correspondió a la identificación del derrame articular, fat-pad sign anterior o posterior y otros hallazgos intraarticulares asociados, evaluados principalmente mediante radiografía convencional o ecografía; la prueba de referencia (R) comprendió radiografía inicial o de seguimiento, tomografía computarizada, resonancia magnética, ecografía de alta resolución o seguimiento clínico-traumatológico, según lo establecido en cada estudio; y el diagnóstico de interés (D) correspondió a la presencia de fractura del codo, con especial énfasis en las fracturas inicialmente ocultas en la radiografía

convencional, a partir de estos componentes se formuló la siguiente pregunta: ¿Cuál es el valor diagnóstico del derrame articular y del fat-pad sign para la identificación de fracturas, particularmente fracturas ocultas, en pacientes pediátricos con trauma agudo de codo en comparación con los métodos diagnósticos de referencia utilizados en la literatura?

La búsqueda se estructuró en las principales bases de datos biomédicas y multidisciplinarias, incluyendo PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase y Cochrane Library, la estrategia combinó términos controlados y palabras clave relacionados con la población pediátrica, el traumatismo de codo, los signos radiológicos indirectos de fractura y las diferentes modalidades de diagnóstico por imagen.

Los términos principales empleados incluyeron: “child”, “children”, “pediatric”, “paediatric”, “adolescent”, “elbow”, “elbow trauma”, “elbow injury”, “fat pad sign”, “posterior fat pad”, “anterior fat pad”, “sail sign”, “joint effusion”, “elbow effusion”, “hemarthrosis”, “lipohemarthrosis”, “fracture”, “occult fracture”, “elbow fracture”, “radiography”, “X-ray”, “ultrasound”, “ultrasonography”, “point-of-care ultrasound”, “POCUS”, “MRI” y “CT”, combinados mediante los operadores booleanos AND y OR y adaptados a las características de cada base de datos como estructura central de búsqueda se utilizó la siguiente combinación: ("child" OR "children" OR "pediatric" OR "paediatric" OR "adolescent") AND ("elbow trauma" OR "elbow injury") AND ("fat pad sign" OR "posterior fat pad" OR "anterior fat pad" OR "joint effusion" OR "elbow effusion" OR "lipohemarthrosis") AND ("fracture" OR "occult fracture" OR "elbow fracture").

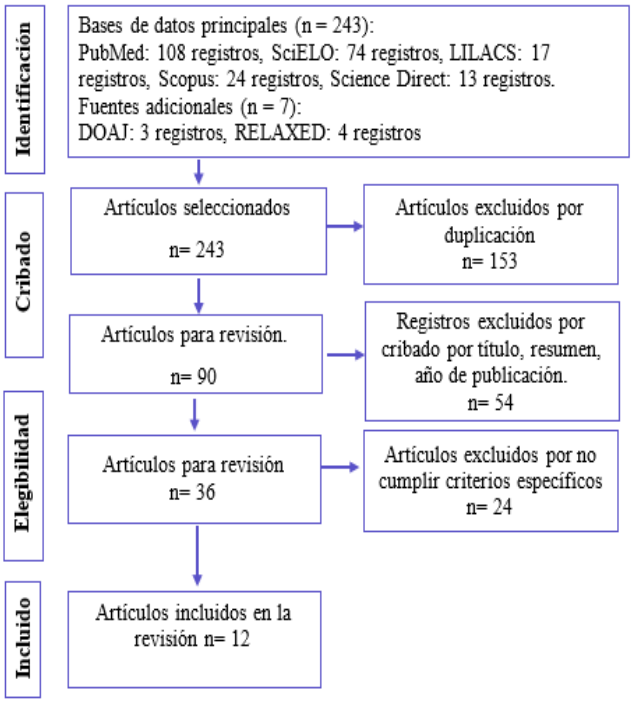
Se consideraron elegibles las publicaciones que abordaran población pediátrica con traumatismo de codo y que proporcionaran información relacionada con el valor diagnóstico del derrame articular, fat-pad sign anterior o posterior, lipohemartrosis u otros hallazgos ecográficos o radiográficos relacionados con estos signos, debido al carácter clínico-diagnóstico de la pregunta y a la heterogeneidad, se incluyeron estudios observacionales prospectivos, estudios de cohortes, estudios de precisión diagnóstica, estudios morfométricos, series de casos y reportes clínicos que aportaran información relevante sobre fracturas inicialmente ocultas.

Asimismo, se incluyeron revisiones sistemáticas, metaanálisis y síntesis de evidencia clínica cuando proporcionaron estimaciones agrupadas del rendimiento diagnóstico o información directamente relacionada con la frecuencia y distribución de las fracturas ocultas asociadas con los signos estudiados. Se incluyeron investigaciones que utilizaran como métodos de referencia la radiografía convencional inicial o de seguimiento, tomografía computarizada, resonancia magnética, ecografía, seguimiento clínico por traumatología pediátrica o combinaciones de estos métodos y se excluyeron publicaciones centradas en población adulta; investigaciones en las que los resultados pediátricos no pudieran diferenciarse de los correspondientes a adultos; trabajos sin relación con el traumatismo de codo; estudios que no evaluaran el derrame articular, fat-pad sign o hallazgos relacionados; publicaciones sin información diagnóstica relevante; duplicados y documentos cuyo contenido completo no permitiera extraer información suficiente para los objetivos de la revisión. Los registros recuperados fueron sometidos inicialmente a un proceso de identificación y eliminación de duplicados, posteriormente se efectuó una primera fase de cribado mediante la evaluación de títulos y resúmenes, seguida de la revisión a

texto completo de las publicaciones potencialmente elegibles. La selección se realizó considerando la correspondencia de cada publicación con la pregunta PIRD y los criterios de elegibilidad previamente establecidos, las discrepancias surgidas durante el proceso fueron resueltas mediante discusión y consenso entre los investigadores.

Después de completar las fases de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión, 12 publicaciones cumplieron los criterios establecidos y fueron incorporadas en la síntesis cualitativa final cuya información fue extraída de manera sistemática mediante una matriz estandarizada elaborada para esta revisión, para cada publicación se registraron las siguientes variables: autor y año de publicación, diseño y tamaño de la muestra, edad de la población estudiada, signo diagnóstico evaluado, método utilizado para la confirmación diagnóstica, frecuencia o proporción de fracturas ocultas y principales hallazgos relacionados con el rendimiento diagnóstico y cuando los estudios proporcionaron medidas de exactitud diagnóstica, se recopilaron la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN), razón de verosimilitud positiva (LR+), razón de verosimilitud negativa (LR−), exactitud diagnóstica, diagnostic odds ratio (DOR), área bajo la curva (AUC) e intervalos de confianza del 95%, según su disponibilidad. También se extrajeron datos referentes a la frecuencia y localización anatómica de las fracturas ocultas, especialmente fracturas supracondíleas, del cóndilo humeral lateral, radio proximal, cuello radial, cúbito proximal y olécranon, cuando esta información estuvo disponible, los datos ausentes no fueron imputados ni estimados artificialmente y cuando una variable de interés no estuvo disponible en la publicación correspondiente, se registró como "no reportado" (NR).

Figura 1: *Diagrama Prisma*



Fuente: *Elaboración propia*

La calidad metodológica de la evidencia diagnóstica se valoró tomando como referencia los dominios propuestos por la herramienta QUADAS-2: selección de pacientes, prueba índice, estándar de referencia y flujo y tiempos donde se prestó especial atención al riesgo de sesgo relacionado con la selección de los participantes, la interpretación de la prueba índice, las diferencias entre los métodos empleados como estándar de referencia y la posibilidad de sesgo de verificación la cual se interpretó considerando las características propias del diseño de cada publicación, debido a que la revisión incorporó diferentes tipos de evidencia, incluyendo estudios primarios y publicaciones de síntesis, la evaluación de calidad fue utilizada para contextualizar la solidez y aplicabilidad de los resultados y no como criterio aislado de exclusión.

Se realizó una síntesis cualitativa y narrativa donde los resultados de las 12 publicaciones fueron organizados en una tabla comparativa de acuerdo con las variables previamente establecidas: autor y año, diseño y muestra, edad, signo evaluado, método confirmatorio, frecuencia de fractura oculta y principales hallazgos diagnósticos.

Se analizaron tres componentes: la frecuencia de fracturas ocultas en presencia de derrame articular o fat-pad sign positivo; el comportamiento diagnóstico del fat-pad sign anterior y posterior y de la lipohemartrosis; y el rendimiento de la ecografía POCUS para la identificación de estos signos y de lesiones óseas no evidentes en la radiografía inicial, cuando estuvieron disponibles, se describieron las medidas de sensibilidad, especificidad, VPP, VPN, LR+, LR− y otras estimaciones de exactitud diagnóstica informadas por los autores. Los resultados de metaanálisis incluidos fueron considerados como estimaciones de síntesis previamente publicadas y se mantuvieron diferenciados conceptualmente de los resultados procedentes de estudios primarios, con el propósito de evitar interpretarlos como observaciones independientes equivalentes por ello debido a la heterogeneidad clínica y metodológica entre las publicaciones, particularmente en relación con el diseño de los estudios, definición del fat-pad sign, modalidad de imagen utilizada, características de la población pediátrica y pruebas empleadas como referencia diagnóstica, no se realizó un nuevo metaanálisis de los datos. En consecuencia, los hallazgos fueron integrados mediante síntesis narrativa, destacando la dirección, magnitud y consistencia de las asociaciones diagnósticas reportadas.

Resultados

La presente revisión sistemática incluyó un cuerpo de evidencia compuesto por 12 publicaciones seleccionadas minuciosamente, las cuales evalúan el valor diagnóstico del derrame articular, el fat-pad sign (anterior y posterior) y la ecografía a pie de cama (point-of-care ultrasound o POCUS) en el trauma de codo pediátrico, considerando los estudios primarios observacionales, series de casos, encuestas internacionales y síntesis cuantitativas analizadas se abarca a más de 2.880 pacientes e imágenes pediátricas evaluadas, la edad de los pacientes comprendió desde etapas lactantes hasta la adolescencia con una media de edad predominantemente concentrada entre los 6 a 7 años, coincidiendo con la ventana epidemiológica de mayor riesgo para fracturas de codo.

Los estudios incluidos provienen de una amplia diversidad geográfica internacional, abarcando Europa, Medio Oriente y Norteamérica donde la muestra incluyó 4 estudios observacionales prospectivos de cohortes/precisión diagnóstica, 1 serie de casos prospectiva, 2 reportes de casos representativos de práctica clínica, 1 estudio morfométrico internacional, 3 revisiones con metaanálisis y 1 síntesis de evidencia clínica donde se examinaron la presencia de derrame articular intraarticular, la elevación de la almohadilla grasa anterior, la visibilidad de la almohadilla grasa posterior, la presencia de lipohemartrosis y la interrupción o escalón de la corteza ósea mediante radiografía convencional y POCUS, la presencia o ausencia de fractura fue confirmada mediante radiografías de seguimiento diferidas, TC, RM, ecografía de alta resolución y seguimiento clínico riguroso por traumatología pediátrica (Tabla 1).

Tabla 1. *Resultados obtenidos*

Autor, año	Diseño/muestra	Edad	Signo evaluado	Método confirmatorio	Fractura oculta n (%)	Hallazgos
Varga, M et al., 2020	Prospectivo observacional n=365	1 a 14 años	FPS dorsal ecográfico y 5 planos corticales	Rx inicial + Rx control a 4 semanas si Rx inicial (−) US (+)	7 donde el 3.5% del total de Rx iniciales estuvieron negativas; 100% asociadas a LH ecográfica	Evaluaron de forma prospectiva a 365 niños entre 1 y 14 años con traumatismo cerrado de codo utilizando un protocolo ecográfico estandarizado de cinco planos longitudinales, al analizar la presencia del fat-pad sign dorsal como único parámetro diagnóstico para la detección de fracturas, los autores reportaron una sensibilidad del 97% (0.97), una especificidad del 97% (0.97), un valor predictivo positivo del 97% (0.97) y un valor predictivo negativo del 97% (0.97), cuando se evaluó la capacidad de los cuatro planos corticales de forma aislada, la sensibilidad alcanzó el 85% (0.85), la especificidad el 96% (0.96), el VPP el 95% (0.95) y el VPN el 87% (0.87). Al combinar los cinco planos ecográficos integrados, el rendimiento diagnóstico global alcanzó una sensibilidad del 100% (1.0), una especificidad del 97% (0.97), un VPP del 97% (0.97) y un VPN del 100% (1.0), el acuerdo interobservador fue elevado, obteniéndose un índice Kappa de Cohen de 0.79 a 0.81 para la detección de anomalías corticales y de 0.82 a 0.86 para la diferenciación entre elevated fat pad sign y lipohemartrosis de los 12 pacientes con radiografía inicial negativa y FPS positivo en la ecografía, 7 desarrollaron formación de callo óseo a las 4 semanas confirmando una fractura oculta, mientras que los 5 casos restantes correspondieron a EFPS sin lesión ósea estructural.
Azizkhani, R., et al., 2021	Prospectivo observacional n=75	2 a 14 años	Elevación de PFP, lipohemartrosis e interrupción cortical en POCUS	Rx inicial, TC seguimiento y control clínico a ≥15 días	4 donde el 8.0% de la cohorte total; 14.3% de las fracturas confirmadas	Condujeron un estudio prospectivo observacional en 75 pacientes pediátricos evaluando la precisión de la ecografía en el punto de atención en comparación con las radiografías convencionales y la tomografía computarizada, en la evaluación de POCUS para la identificación de fracturas de codo, la prueba demostró una sensibilidad del 92.9% (IC 95%: 76.5%–99.1%), una especificidad del 89.4% (IC 95%: 76.9%–96.5%), una exactitud diagnóstica del 90.7% (IC 95%: 81.7%–96.2%), un VPP del 83.9% (IC 95%: 69.3%–92.3%), un VPN del 95.5% (IC 95%: 84.6%–98.8%), una razón de verosimilitud positiva (LR+) de 8.7 (IC 95%: 3.8–20.1) y una razón de verosimilitud negativa (LR−) de 0.08 (IC 95%: 0.02–0.31), al analizar el posterior fat-pad sign de forma aislada, este signo alcanzó una sensibilidad del 67.9% (IC 95%: 47.6%–84.1%), una especificidad del 93.6% (IC 95%: 82.5%–98.7%), un VPP del 86.4%, un VPN del 83.0%, un LR+ de 10.6 y una exactitud del 84.0%. Por su parte, la presencia aislada de lipohemartrosis exhibió una sensibilidad del 71.4% (IC 95%: 51.3%–86.8%), una especificidad del 95.8% (IC 95%: 85.5%–99.5%), un VPP del 91.0%, un VPN del 85.0%, un LR+ de 16.8 y una exactitud del 86.7%. Las radiografías iniciales mostraron sensibilidad del 85.7% y una especificidad del 97.9%, entre los 50 niños con radiografías iniciales negativas, POCUS y el seguimiento posterior con TC identificaron 4 fracturas ocultas adicionales, correspondiendo a tres fracturas supracondíleas y una fractura del epicóndilo medial.
Poppelaars, M., et al., 2022	Encuesta internacional (n=133) y estudio ROC (20Rx)	7 a 16 años	AFP (ángulo α) y PFP radiológicos; definición objetiva mediante ROC	Consenso de expertos acuerdo ≥60% en 20 radiografías	Estimación esperada por cirujanos=73.3 %	Llevaron a cabo una encuesta internacional a 133 cirujanos ortopédicos y un análisis morfológico mediante mediciones angulares y proporciones en 20 radiografías pediátricas para establecer una definición objetiva del fat-pad sign mediante curvas ROC donde determinaron que la medición del ángulo entre la almohadilla grasa anterior y la línea humeral anterior (ángulo α) presentó la mayor fiabilidad test-retest e interobservador, con un coeficiente de correlación intraclase de 0.95 (IC 95%: 0.88–0.98 y 0.91–0.98, respectivamente), al aplicar un punto de corte angular de $\alpha \geq 16°$ para definir un anterior fat-pad sign positivo (sail sign), la prueba obtuvo una sensibilidad de 1.00 (100%), una especificidad de 0.87 (87%), una exactitud global del 99% y un área bajo la curva ROC (AUC) de 0.99 (IC 95%: 0.96–1.00), para el posterior fat-pad sign, cualquier visibilidad de la almohadilla posterior (ángulo $\pi > 0°$) se definió como patológica, alcanzando una sensibilidad de 1.00 (100%), una especificidad de 1.00 (100%) y un AUC de 1.00 (IC 95%: 1.00–1.00). Asimismo, la encuesta reveló que los especialistas estiman una probabilidad preprueba subjetiva del 73.3% (DE 18.2%) de que exista una fractura oculta ante la presencia de un fat-pad sign positivo.

Kappelhof, B., et al., 2022	Metaanálisis n=250	Población pediátrica	*Fat-pad sign* positivo en Rx lateral inicial	Radiografía diferida de seguimiento, RM o TC	104 donde el 44.6%, IC 95%: 30.4%-59.7%	Desarrollaron un metaanálisis sintetizando los datos de 10 estudios primarios que incluyeron un total de 250 pacientes pediátricos con fat-pad sign positivo en la radiografía lateral inicial, pero sin línea de fractura visible, los autores determinaron una tasa combinada de fractura oculta del 44.6% (IC 95%: 30.4%–59.7%), confirmada mediante estudios de seguimiento como radiografías diferidas, resonancia magnética o tomografía computarizada, el análisis topográfico de las 104 fracturas ocultas confirmadas demostró que la localización más frecuente correspondió al húmero supracondíleo con un 43%, seguida por el cúbito proximal en un 19%, el radio proximal en un 17% y el cóndilo humeral lateral en un 14%. La investigación subrayó una notable heterogeneidad metodológica en la literatura respecto a la falta de definiciones radiográficas estandarizadas para el signo de la almohadilla grasa y la variabilidad de las pruebas de referencia utilizadas para la confirmación diagnóstica.
Scheier, E., et al., 2023	Serie de casos prospectiva observacional n=4	Población pediátrica	Lipohemartrosis y PFP posterior elevado en POCUS	Radiografía de seguimiento control por ortopeda	4 donde el 100% de los casos seleccionados con Rx inicial normal	Presentaron una serie de casos prospectiva en cuatro niños con traumatismo agudo de codo que acudieron al servicio de urgencias pediátricas con radiografías laterales clasificadas como normales tras la revisión por parte de un radiólogo pediátrico certificado, la evaluación ecográfica POCUS realizada en la cabecera del paciente identificó en el 100% de los casos (4/4) una elevación de la almohadilla grasa posterior y la presencia de lipohemartrosis en el plano sagital y transversal del húmero distal. El seguimiento posterior mediante radiografías de control y la evaluación clínica por traumatología pediátrica confirmaron la presencia de fracturas ocultas en la totalidad de los pacientes. Los resultados demostraron la alta capacidad de POCUS para detectar signos indirectos intraarticulares que pasan inadvertidos en la radiografía inicial, permitiendo una inmovilización preventiva oportuna y evitando complicaciones por diagnóstico tardío.
Korgan, M., et al., 2023	Prospectivo observacional unicéntrico n=122	Menores de 18 años	PFP ecográfico y evaluación de 7 puntos corticales en POCUS	Radiografía directa y diagnóstico final en urgencias/traumatología	39 fracturas confirmadas es decir el 32.0% del total	Evaluaron a 122 pacientes pediátricos que consultaron por traumatismo de codo para determinar la eficacia diagnóstica de POCUS mediante la combinación de la almohadilla grasa posterior y el examen cortical en 7 puntos, la prevalencia final de fractura confirmada en la cohorte fue del 32.0%, el examen ecográfico demostró una elevada sensibilidad del 94.9% y un alto valor predictivo negativo, situándose como una prueba precisa para descartar fracturas en niños de bajo riesgo. Los autores concluyeron que la integración del fat-pad sign ecográfico junto a la exploración de la superficie cortical ósea incrementa el rendimiento diagnóstico global de la ecografía y permite reducir el uso de radiografías convencionales e inmovilizaciones innecesarias.
Khamen, S., eh et al., 2023	Metaanálisis n=1000	Menores de 18 años	Ecografía de codo (PFP, LH, discontinuidad cortical)	Radiografía convencional, TC o RM	NR	Condujeron 14 estudios primarios abarcando una muestra acumulada de 1,000 pacientes pediátricos menores de 18 años con sospecha de fractura de codo, la estimación combinada de la precisión diagnóstica de la ecografía reveló una sensibilidad del 95% (IC 95%: 93%–97%) y una especificidad combinada del 87% (IC 95%: 84%–90%). Las razones de verosimilitud agrupadas fueron de 6.71 (IC 95%: 3.86–11.67) para la razón de verosimilitud positiva y de 0.09 (IC 95%: 0.03–0.22) para la razón de verosimilitud negativa, lo que arrojó una diagnostic odds ratio de 89.85 (IC 95%: 31.56–255.8), el área bajo la curva SROC alcanzó un valor de 0.93. El análisis de la prueba de Spearman no identificó efecto de umbral (coeficiente = -0.39, p = 0.16), confirmando que la ecografía constituye un método diagnóstico competente tanto para confirmar como para descartar fracturas de codo en la infancia.
Makki, K., 2024	Reporte de caso n=1	6 años	PFP posterior elevado y lipohemartrosis en POCUS	Radiografía y seguimiento por ortopedia pediátrica	1 (100% de la muestra)	Reportaron el manejo clínico de un paciente pediátrico de 6 años evaluado en urgencias por trauma agudo de codo con impotencia funcional e inflamación articular severa donde la aplicación inmediata de ecografía a pie de cama sobre la fosa olecraniana identificó un desplazamiento marcado del posterior fat-pad sign y la presencia de lipohemartrosis intraarticular. El estudio demostró el valor de POCUS como un método de cribado ultra-rápido en la cabecera del paciente, permitiendo confirmar una fractura supracondílea humeral no desplazada que no presentaba deformidad ni compromiso neurovascular, guiando la colocación inmediata de una férula de inmovilización y optimizando la atención sin demoras de radiología.

Ashoobi, M., et al., 2023	Metaanálisis n=880	Media 6 a 8 años	Ecografía global, PFP ecográfico aislado y lipohemartrosis aislada	Radiografía convencional, TC o RM	NR/Prevalencia de fractura en la muestra = 45.3%	Publicaron un metaanálisis sobre 8 estudios prospectivos que incluyeron un total de 880 pacientes pediátricos para evaluar el valor diagnóstico y de cada hallazgo ecográfico individual, la ecografía POCUS global alcanzó una sensibilidad combinada del 97% (IC 95%: 91%–99%), una especificidad combinada del 90% (IC 95%: 80%–95%), una razón de verosimilitud positiva (LR+) de 9.82 (IC 95%: 4.59–20.97) y una razón de verosimilitud negativa (LR−) de 0.03 (IC 95%: 0.01–0.10). Al evaluar el posterior fat-pad sign ecográfico como único signo diagnóstico, se obtuvo una sensibilidad del 80% (IC 95%: 70%–88%), una especificidad del 97% (IC 95%: 87%–99%), un LR+ de 28.8 (IC 95%: 6.0–139.3) y un LR− de 0.20 (IC 95%: 0.13–0.31), de manera idéntica, la presencia aislada de lipohemartrosis ecográfica demostró una sensibilidad del 80% (IC 95%: 70%–88%), una especificidad del 97% (IC 95%: 87%–99%), un LR+ de 28.8 (IC 95%: 6.0–139.3) y un LR− de 0.20 (IC 95%: 0.13–0.31), los autores destacaron que un LR− menor a 0.10 convierte a la ecografía en una herramienta ideal para la exclusión rápida y segura de fracturas sin exposición a radiación ionizante.
Barrena, T., et al., 2025	Cohorte prospectiva observacional / n = 91	1.2–13.9 años (media 7.8 ± 3.3)	Elevación de PFP y lipohemartrosis en POCUS (vista longitudinal)	Radiografía estándar de 2 proyecciones y seguimiento clínico	28 fracturas confirmadas (30.8%); 1 falso negativo (cabeza radial)	Desarrollaron un estudio prospectivo de cohorte en 91 niños evaluando el rendimiento de POCUS mediante un plano longitudinal posterior sobre la fosa olecraniana para detectar elevación de la almohadilla grasa o lipohemartrosis, la prueba ecográfica demostró una sensibilidad del 96.4% (IC 95%: 81.7%–99.9%), una especificidad del 84.1% (IC 95%: 72.7%–92.1%), un valor predictivo positivo (VPP) del 74.0% (IC 95%: 61.6%–83.4%) y un valor predictivo negativo (VPN) del 98.1% (IC 95%: 88.0%–99.7%) donde el tiempo medio empleado para ejecutar el examen ecográfico fue de tan solo 14.2 ± 5.2 segundos. La concordancia interobservador entre residentes de primer año y un evaluador experto fue casi perfecta, con un coeficiente Kappa de Cohen k = 0.89, se confirmaron 28 fracturas: supracondíleas (46.4%), cóndilo lateral (25.0%), cabeza radial (14.3%), olécranon (3.6%) y combinación de cabeza radial más olécranon (10.7%), registrándose un único falso negativo (fractura de cabeza radial).
Rogers-Shepp, I., et al., 2025	Reporte de caso n=1	11 años	Desplazamiento del PFP y lipohemartrosis en POCUS	Rx inicial (derrame sin fractura) → POCUS (+) → Rx control a 1 semana	1 (100% de la muestra; fractura oculta inicial)	Documentaron el caso de un paciente masculino de 11 años con trauma agudo de codo derecho secundario a una caída en fútbol, cuya radiografía inicial mostró un derrame articular moderado, pero sin evidencia de trazo fracturario, la ecografía POCUS efectuada en flexión a 90° evidenció un desplazamiento posterior y superior de la almohadilla grasa sobre la línea humeral distal y un nivel líquido-líquido correspondiente a lipohemartrosis. POCUS alcanzó una precisión del 100% en la detección de la lesión oculta, guiando la colocación inmediata de una férula posterior, las radiografías de control a los 7 días confirmaron una fractura de avulsión oculta del capitellum, respaldando que POCUS ofrece una sensibilidad del 96% y especificidad del 90% para detectar signos indirectos que guían el tratamiento oportuno antes de la aparición del callo óseo.
Arachchige, A., 2026	Artículo de revisión de síntesis clínica	1 a 17 años	Derrame articular, *fat-pad sign* y lipohemartrosis en trauma de codo	Radiografía confirmatoria/seguimiento clínico	NR	Se sintetizó la evidencia proveniente de 9 estudios primarios abarcando un total de 1,444 pacientes pediátricos evaluados en unidades de urgencias con sospecha de fractura de codo donde la ecografía a pie de cama demostró una sensibilidad combinada del 92.7% (IC 95%: 87.9%–95.8%) y una especificidad combinada del 84.5% (IC 95%: 75.4%–90.7%), la evaluación de calidad mediante QUADAS-2 evidenció que los estudios incluidos presentaron un bajo nivel de heterogeneidad ajustada y una sólida calidad metodológica. Los resultados reafirmaron que POCUS posee un alto rendimiento diagnóstico para descartar fracturas de codo en la infancia de forma rápida e inofensiva, recomendando el uso de radiografías de control o pruebas de confirmación ante hallazgos ecográficos dudosos o positivos.

Fuente: Elaboración propia. ***Abreviaturas:*** *AFP: anterior fat-pad sign; PFP: posterior fat-pad sign; FPS: fat-pad sign; LH: lipohemartrosis; EFPS: elevated fat-pad sign; RM: resonancia magnética; TC: tomografía computarizada; Rx: radiografía convencional; POCUS: ecografía en el punto de atención (point-of-care ultrasound); VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; LR+: razón de verosimilitud positiva; LR−: razón de verosimilitud negativa; DOR: diagnostic odds ratio; AUC: área bajo la curva; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; NR: no reportado.*

Discusión

La presente revisión sistemática analizó 12 estudios que evaluaron el valor diagnóstico del derrame articular 0 at-pad sign en pacientes pediátricos con trauma de codo con el propósito de responder a la pregunta sobre su precisión y su capacidad para identificar fracturas radiographically ocultas, los principales resultados confirman que la presencia de un fat-pad sign positivo en la radiografía inicial se asocia con una tasa sustancial de fractura oculta cercana al 44,6% en niños traumatizados sin línea de fractura visible (Kappelhof, B., et al., 2022). Asimismo, la integración de la ecografía a pie de cama demuestra un rendimiento diagnóstico elevado en los servicios de urgencias, alcanzando una sensibilidad combinada del 92,7% y una especificidad del 84,5% para la detección y exclusión de lesiones óseas en el codo inmaduro (Arachchige, A., 2026), estos datos respaldan la premisa de que los signos indirectos de distensión capsular constituyen marcadores biológicos sensibles para guiar la conducta clínica inmediata y evitar la omisión de lesiones potencialmente inestables.

Desde una perspectiva conceptual, la evidencia demuestra que la presencia de un fat-pad sign positivo no equivale de forma matemática a una fractura demostrada, no obstante, cuando un fat-pad sign positivo se combina con un mecanismo traumático claro y hallazgos de dolor o limitación funcional, se produce un incremento en la probabilidad preprueba de fractura oculta, la evaluación de las almohadillas grasas requiere diferenciar entre el anterior fat-pad sign y el posterior fat-pad sign. El AFP puede observarse de forma fisiológica como una delgada banda radiolúcida paralela a la corteza humeral anterior, para superar la subjetividad en su interpretación, se ha establecido que un ángulo $\alpha \geq 16°$ entre la almohadilla grasa anterior y la línea humeral anterior define un hallazgo patológico, alcanzando una sensibilidad del 100% y una especificidad del 87% (Poppelaars, M., et al., 2022). Por el contrario, la almohadilla grasa posterior se sitúa en la fosa olecraniana profunda y su visibilidad radiográfica o ecográfica es siempre patológica como marcador único, el posterior fat-pad sign ecográfico y la lipohemartrosis exhiben una especificidad del 97% y una razón de verosimilitud positiva de 28,8, confirmando su alto valor predictivo positivo para la identificación de fracturas ocultas (Ashoobi, M., et al., 2023). La identificación de la elevación de la almohadilla posterior en la cabecera del paciente mediante POCUS en la fosa olecraniana permite guiar la inmovilización preventiva inmediata en casos con radiografías iniciales dudosas (Makki, K., 2024).

El derrame articular secundario a un traumatismo de codo ocurre por la extravasación hemática hacia la cavidad articular, generando distensión de la cápsula y el consecuente desplazamiento periférico de los cojinetes grasos intraarticulares pero extrasinoviales, en la evaluación por imagen es fundamental diferenciar entre un derrame seroso o sinovial simple y la presencia de lipohemartrosis, la cual se caracteriza por un nivel grasa-sangre derivado de la extravasación de lípidos de la médula ósea a través de una solución de continuidad cortical, al diferenciar ecográficamente la simple elevación del cojinete graso de la lipohemartrosis, esta última se comporta como un indicador directo de fractura oculta, estando presente en el 100% de los casos que desarrollaron callo cortical diferido (Varga, M et al., 2020). Por otra parte, la presencia aislada de un derrame articular seroso no asociado a lipohemartrosis ni a discontinuidad cortical presenta mayores

limitaciones diagnósticas, pudiendo ser secundario a contusiones capsulares o sinovitis traumática sin lesión ósea subyacente, no obstante, la POCUS permite detectar derrames mínimos de 1 a 3 mL en la fosa posterior que pasan inadvertidos en la radiografía lateral convencional, logrando identificar lipohemartrosis en niños cuyas radiografías fueron clasificadas como normales por radiólogos pediátricos (Scheier, E., et al., 2023).

La caracterización anatómica de las fracturas ocultas confirmadas en niños con fat-pad sign positivo demuestra un predominio de las fracturas supracondíleas de húmero, seguidas de las lesiones del cóndilo humeral lateral del radio proximal o cuello radial y del cúbito proximal u olécranon, este hallazgo posee una relevancia clínica crítica, dado que demuestra que una radiografía inicial aparentemente negativa no excluye la presencia de una lesión estructural en el esqueleto inmaduro. En el contexto del trauma pediátrico de codo, la cohorte evaluada mediante POCUS confirmó que las fracturas supracondíleas representan el patrón más prevalente (46,4%), seguido de las lesiones del cóndilo humeral lateral (25,0%) y de la cabeza o cuello radial (14,3%) (Barrena, T., et al., 2025). El reconocimiento oportuno de las fracturas ocultas del compartimento lateral es de especial trascendencia, dado que la falta de inmovilización precoz en fracturas del cóndilo lateral o avulsiones del capitellum puede derivar en desplazamiento secundario, pseudoartrosis y deformidades angulares progresivas en valgo (Rogers-Shepp, I., et al., 2025). La comparación de los estándares de referencia empleados entre los estudios primarios revela marcadas diferencias operativas, la radiografía de seguimiento realizada entre la primera y cuarta semana constituye el método más accesible y extendido en la práctica clínica habitual, aunque requiere diferir el diagnóstico definitivo hasta la visualización del callo óseo. La ecografía a pie de cama ofrece un examen rápido, dinámico e inocuo que evita la radiación ionizante, mostrando alta sensibilidad para detectar derrames, lipohemartrosis y discontinuidades corticales a pesar de mantener cierta dependencia del operador. Por su parte, la resonancia magnética representa el estándar de oro para evidenciar edema óseo y lesiones fiseales sin radiación, aunque enfrenta limitaciones de disponibilidad y costo en la urgencia, mientras que la tomografía computarizada brinda una definición anatómica ósea tridimensional superior a expensas de radiación ionizante. Al comparar estas pruebas, el seguimiento estructurado mediante radiografía y tomografía computarizada en pacientes con radiografía inicial negativa demostró la detección de un 8,0% adicional de fracturas ocultas que requirieron manejo ortopédico (Azizkhani, R., et al., 2021). Asimismo, la combinación de la evaluación de la almohadilla grasa posterior con la exploración sistemática de la corteza ósea en 7 puntos ecográficos permitió alcanzar una sensibilidad del 94,9% y un elevado valor predictivo negativo para descartar fracturas de codo, reduciendo la necesidad de radiografías repetidas e inmovilizaciones innecesarias en pacientes de bajo riesgo (Korgan, M., et al., 2023).

El análisis de heterogeneidad metodológica explica las variaciones en las métricas de precisión diagnóstica reportadas por los diferentes autores, en primer lugar, existieron divergencias entre las evaluaciones cualitativas subjetivas del fat-pad sign y la aplicación de criterios objetivos como el ángulo $\alpha \geq 16°$ para el signo anterior o la visibilidad estricta de la almohadilla posterior. En segundo lugar, los protocolos ecográficos variaron desde

exploraciones de un único plano sagital posterior sobre la fosa olecraniana hasta protocolos sistemáticos de cinco planos longitudinales integrados. Además, la inclusión de estudios prospectivos frente a series retrospectivas, la variabilidad en los rangos de edad, los diferentes tamaños muestrales y la presencia de sesgos de verificación donde las pruebas avanzadas se aplicaron preferentemente a niños con fat-pad sign positivo influyeron en los estimadores puntuales, el análisis de calidad mediante la herramienta QUADAS-2 evidenció que la heterogeneidad entre las investigaciones primarias obedece principalmente a estas variaciones en las definiciones de los umbrales diagnósticos y al empleo de diferentes estándares de referencia, resaltando la necesidad de estandarizar los protocolos de exploración en el trauma pediátrico (Khamen, S., eh et al., 2023).

Al interpretar los hallazgos deben considerarse diversas limitaciones metodológicas inherentes a la evidencia disponible, en primer lugar, existe un número relativamente limitado de estudios primarios enfocados en la precisión del fat-pad sign en la población pediátrica, observándose una notable heterogeneidad en los estándares de referencia empleados que abarcan desde radiografías de control diferidas hasta tomografía computarizada y resonancia magnética. Asimismo, la falta de criterios uniformes para definir el fat-pad sign positivo y la preponderancia de estudios con diseños retrospectivos o muestras de tamaño moderado condicionan la aplicabilidad de los resultados, a esto se suma la dependencia del operador en la ejecución de la ecografía a pie de cama, el posible sesgo de verificación presente en cohortes donde la confirmación diagnóstica se aplicó a pacientes de alto riesgo, las restricciones lingüísticas o la variabilidad en el reporte de métricas completas de sensibilidad y especificidad en algunas publicaciones primarias.

Conclusiones

La evidencia confirma que el derrame articular y el fat-pad sign constituyen marcadores indirectos de elevada utilidad clínica para la evaluación del traumatismo agudo de codo en la población pediátrica ante la ausencia de un trazo de fractura cortical manifiesto en las proyecciones radiográficas convencionales iniciales, la identificación de la distensión capsular y el desplazamiento de los cojinetes grasos reflejan la presencia de un hemartrosis secundario a una microdisrupción ósea o cartilaginosa, incrementando la probabilidad preprueba de una fractura radiográficamente oculta, existe una clara divergencia en la significación y precisión diagnóstica entre la almohadilla grasa anterior y la posterior. Mientras que la elevación de la almohadilla grasa anterior presenta una alta sensibilidad para detectar derrame articular requiriendo criterios cuantitativos objetivos como el sail sign para optimizar su especificidad, el posterior fat-pad sign se comporta como un indicador patológico inequívoco de mayor especificidad y valor predictivo positivo, su visualización, ya sea mediante radiografía convencional o ecografía a pie de cama (point-of-care ultrasound), se asocia con la presencia de fracturas periarticulares no desplazadas, particularmente del húmero supracondíleo, del cúbito proximal, de la cabeza/cuello radial y del cóndilo humeral lateral.

Desde el punto de vista clínico, el hallazgo de un fat-pad sign positivo en un niño con traumatismo de codo, dolor e impotencia funcional no debe interpretarse de forma dogmática como una confirmación matemática de fractura, pero sí justifica asumir la lesión

bajo sospecha de fractura oculta, esta consideración fundamenta la aplicación de una conducta clínica prudente basada en la inmovilización preventiva mediante férula y la programación de un seguimiento diferido a la primera o segunda semana, o bien la evaluación complementaria con ecografía a pie de cama, evitando tanto el sobretratamiento prolongado con inmovilizaciones innecesarias como la omisión diagnóstica de lesiones inestables que podrían derivar en deformidades angulares o pseudoartrosis por lo que las conclusiones se encuentran supeditadas a las limitaciones metodológicas identificadas en la literatura, la cual exhibe una heterogeneidad considerable respecto a las definiciones de umbral radiográfico para el fat-pad sign, la variabilidad interobservador y la diversidad en las pruebas de referencia utilizadas para la confirmación diagnóstica, abarcando desde radiografías de control diferidas hasta tomografía computarizada y resonancia magnética. Estas discrepancias, sumadas a la presencia de sesgos de verificación en cohortes donde la confirmación avanzada se reservó a pacientes de alto riesgo, explican la variabilidad observada en las estimaciones de sensibilidad y especificidad entre los estudios por ello se recomienda la conducción de futuras investigaciones prospectivas y multicéntricas que empleen criterios radiológicos cuantitativos unificados para la definición del fat-pad sign y apliquen estándares de referencia uniformes para la confirmación de la lesión ósea. Asimismo, resulta prioritario evaluar el impacto de la incorporación de protocolos estandarizados de ecografía en los servicios de urgencias pediátricas, lo que permitirá perfeccionar las guías de práctica clínica, reducir la exposición innecesaria a radiación ionizante y optimizar los resultados funcionales en los pacientes pediátricos con trauma de codo.

Referencias Bibliográficas

Arachchige, A., Schmiliver, B., & Patel, H. (2026). Imaging of pediatric musculoskeletal trauma: Age-specific considerations and challenges. World Journal of Clinical Pediatrics, 15(2), 113603. https://doi.org/10.5409/wjcp.v15.i2.113603

Ashoobi, M., Rad, E., & Rahimi, R. (2023). The diagnostic value of sonographic findings in pediatric elbow fractures: A systematic review and meta-analysis. The American Journal of Emergency Medicine, 77, 121–131. https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.12.02

Ashoobi, M., Rad, E., & Rahimi, R. (2023). The diagnostic value of sonographic findings in pediatric elbow fractures: A systematic review and meta-analysis. The American Journal of Emergency Medicine, 77, 121–131. https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.12.021

Azizkhani, R., Yazdi, Z. H., & Heydari, F. (2021). Diagnostic accuracy of ultrasonography for diagnosis of elbow fractures in children. European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 48(5), 3777–3784. https://doi.org/10.1007/s00068-021-01648-6

Barrena, T., De Mendivil Bernal, E., Gonzalez, I., Gordoa, E., Lorente, A., & Samson, F. (2025). Utility of point-of-care ultrasound for the diagnosis of elbow fractures in the pediatric emergency department. JSES International, 9(3), 907–911. https://doi.org/10.1016/j.jseint.2025.01.016

Bašković, M., Pešorda, D., Zaninović, L., Hasandić, D., Vuga, K., & Pogorelić, Z. (2024). Management of pediatric elbow fractures and dislocations. Children, 11(8), 906. https://doi.org/10.3390/children11080906

Gendler, L., Alizai, H., Zoga, A., & Nguyen, J. (2024). Imaging assessment of the pediatric elbow: developmental variants and common pathologies. Seminars in Musculoskeletal Radiology, 28(04), 396–407. https://doi.org/10.1055/s-0044-1787121

Girdhar, N., McCreary, D., Chan, N., Nedyalkova, A., & Rees, J. (2026). How

accurate is Point-of-Care ultrasound for detecting pediatric elbow fractures presenting to the emergency department? Pediatric Emergency Care. https://doi.org/10.1097/pec.0000000000003653

Kappelhof, B., Roorda, B., Poppelaars, M., Eygendaal, D., Mulder, P., & Van Bergen, C. (2022). Occult Fractures in Children with a Radiographic Fat Pad Sign of the Elbow. JBJS Reviews, 10(10). https://doi.org/10.2106/jbjs.rvw.22.00114

Khameneh, S., Amani-Beni, R., Ahadiat, S., Kahrizi, M., Jafari, S., Seyedinnavade, S., Manzelat, A., Mashatan, N., Beheshtiparvar, D., Fard, A., Lotfi, H., Arhami, H., Barati, R., Hasanvand, R., Boorboor, S., Khodaei, E., Dadashzadehasl, D., Zamani, F., Khorram, R., Farrokhi, M. (2023). Diagnostic Accuracy of ultrasonography for identification of elbow fractures in children; A systematic review and meta-analysis. PubMed, 11(1), e62. https://doi.org/10.22037/aaem.v11i1.2078

Korgan, M., Altunci, Y., Uz, İ., Akarca, F. (2023). Effectiveness of ultrasonography performed at the emergency department for pediatric elbow trauma cases. Injury, 54(11), 111005. https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.111005

Lacerda, S., Perry, D. (2026). Paediatric elbow injuries including the SCIENCE study. Surgery (Oxford), 44(8), 574–580. https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2026.07.002

Makki, K., Dahan, N. (2024). Point-of-Care ultrasound screening for an elbow fracture in the Pediatric Emergency Department. Clinical Pediatrics, 63(10), 1477–1480. https://doi.org/10.1177/00099228231225936

Parambath, A., Batchelor, T. (2025). The role of point-of-care ultrasound in detecting an occult pediatric elbow fracture missed on plain film: A case report. Radiology Case Reports, 20(10), 5239-5242. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1930043325006375

Poppelaars, M., Eygendaal, D., Bertram, Van Oost, I., & Van Bergen, C. (2022). Diagnosis and Treatment of Children with a Radiological Fat Pad Sign without Visible Elbow Fracture Vary Widely: An International Online Survey and Development of an Objective Definition. Children, 9(7), 950. https://doi.org/10.3390/children9070950

Rogers-Shepp, I., Parambath, A., & Batchelor, T. (2025). The role of point-of-care ultrasound in detecting an occult pediatric elbow fracture missed on plain film: A case report. Radiology Case Reports, 20(10), 5239–5242. https://doi.org/10.1016/j.radcr.2025.06.087

Scheier, E., Fuchs, L., Taragin, B., Balla, U., & Shavit, I. (2023). Children with elbow injuries and sonographic elevated posterior fat pad but no identifiable posterior fat pad on lateral radiographs: a case series. Journal of Ultrasound in Medicine, 42(7), 1617–1624. https://doi.org/10.1002/jum.16173

Tsou, P., Ma, Y., Wang, Y., Gillon, J., Rafael, J., & Deanehan, J. (2020). Diagnostic accuracy of ultrasound for upper extremity fractures in children: A systematic review and meta-analysis. The American Journal of Emergency Medicine, 44, 383–394. https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.04.071

Varga, M., Papp, S., Kassai, T., Bodzay, T., Gáti, N., & Pintér, S. (2020). Standardized sonographic examination of pediatric elbow injuries is an effective screening method and improves diagnostic efficiency. Injury, 52, S25–S30. https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.02.056

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Teddy Jhosep Calero Chávez, Jeanneth Elizabeth Sumba Lusero, Emily Dayanara Preciado Díaz, Alicia Nathaly Vargas Lozada y Andrea María Zumba López.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo

Contribución de los autores (Taxonomía CRediT)

Teddy Jhosep Calero Chávez: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Jeanneth Elizabeth Sumba Lusero, Emily Dayanara Preciado Díaz, Alicia Nathaly Vargas Lozada: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos, provisión de recursos académicos y materiales para el desarrollo del estudio, apoyo en la administración del proyecto investigativo y revisión editorial del manuscrito antes de su publicación.

Andrea María Zumba López: provisión de recursos académicos y materiales para el desarrollo del estudio, apoyo en la administración del proyecto investigativo y revisión editorial del manuscrito antes de su publicación.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.

Declaración de financiamiento

La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.

Declaración del editor

El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.

Declaración de los revisores

Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.

Declaración ética de la investigación

Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.

Disponibilidad de datos

Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.