

Determinantes del éxito quirúrgico en fracturas del cuello femoral pediátricas: una revisión sistemática

Determinants of Surgical Success in Pediatric Femoral Neck Fractures: A Systematic Review

Matías Galleguillos Tolosa^{ID}, Jorge Ramírez Kitchin^{ID}, Milena Rivillo Gálvez^{ID}, Catalina Muschen González^{ID}, Antonia Peñailillo Riquelme^{ID}, Valentina Kauer Rex^{ID}.



REVISTA ANDES

Citar como: Galleguillos Tolosa M, Ramírez Kitchin J, Rivillo Gálvez M, Muschen González C, Peñailillo Riquelme A, Kauer Rex V. Determinantes del éxito quirúrgico en fracturas del cuello femoral pediátricas: una revisión sistemática. *Revista Andes* [Internet]. 2026 [citado el 02 de septiembre de 2026]. Disponible en: <https://revista-andes.cl/ojs/index.php/inicio/article/view/124>

Recibido : 19/06/2026

Aceptado : 17/08/2026

Publicado : 02/09/2026



© Los autores, 2026.
Este es un artículo publicado de acceso abierto, bajo licencia de Creative Commons Attribution, que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que el trabajo original sea correctamente citado.

Los autores declaran no poseer conflictos de interés.

No se declaran fuentes de financiamiento.

*Correspondencia:
Matías Galleguillos T.
matias.gt8@gmail.com

RESUMEN

Introducción: Las fracturas de cuello femoral pediátricas son lesiones infrecuentes con una incidencia global de 1.7 casos por cada 100,000 niños, pero presentan un elevado potencial de morbilidad debido a la precaria vascularización de la cabeza femoral y la inmadurez esquelética. Este estudio sintetiza las evidencias científicas sobre desenlaces funcionales y factores de riesgo en complicaciones postoperatorias. **Metodología:** Se realizó una revisión sistemática cualitativo-analítica bajo el protocolo PRISMA 2020 en Web of Science y Scopus. Se seleccionaron estudios sobre manejo quirúrgico en pacientes menores de 18 años (n= 801). **Resultados:** La reducción anatómica emergió como el predictor más determinante, una reducción deficiente eleva drásticamente el riesgo de necrosis avascular (NAV) (RR = 2.43). Sistemas dinámicos como el Femoral Neck System y tornillos de compresión sin cabeza mostraron una consolidación superior (8.5-10.5 semanas) y menores tasas de reintervención que las placas bloqueadas, que registran fallas de hasta el 15.4%. Un intervalo lesión-cirugía superior a 82.5 horas se identificó como un umbral crítico para el desarrollo de isquemia. **Discusión:** El éxito terapéutico requiere equilibrar la estabilidad mecánica con el respeto a la biología vascular. La cirugía ultra-temprana (<12 horas) no reduce el riesgo de NAV y puede comprometer la alineación anatómica. La osteotomía intertrocanterica de valguización se ratifica como técnica de rescate eficaz para la pseudoartrosis. **Conclusión:** La reducción anatómica perfecta disminuye el riesgo de eventos adversos en 78%. Se recomienda priorizar la precisión técnica mediante implantes dinámicos y abordajes reglados sobre la urgencia cronológica extrema.

Palabras clave: Fractura de Cuello Femoral, Traumatología, Necrosis Avascular, Reducción Anatómica.

ABSTRACT

Introduction: Pediatric femoral neck fractures are uncommon injuries, with a global incidence of 1.7 cases per-100,000 children; however, they carry a high potential for morbidity due to the precarious vascular supply of the femoral head and skeletal immaturity. This study synthesizes the scientific evidence regarding functional outcomes and risk factors associated with postoperative complications. **Methods:** A qualitative-analytical systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines using the Web of Science and Scopus databases. Studies addressing surgical management in patients younger than 18 years were included (n = 801). **Results:** Anatomical reduction emerged as the most significant predictor of outcomes, with inadequate reduction markedly increasing the risk of avascular necrosis (AVN) (RR = 2.43). Dynamic fixation systems, such as the Femoral Neck System and headless compression screws, demonstrated superior union rates (8.5–10.5 weeks) and lower reoperation rates compared with locking plates, which showed failure rates of up to 15.4%. An injury-to-surgery interval exceeding 82.5 hours was identified as a critical threshold for the development of ischemia. **Discussion:** Therapeutic success requires balancing mechanical stability with preservation of vascular biology. Ultra-early surgery (<12 hours) does not reduce the risk of AVN and may compromise anatomical alignment. Intertrochanteric valgus osteotomy remains a reliable salvage procedure for nonunion. **Conclusion:** Perfect anatomical reduction decreases the risk of adverse events by 78%. Priority should be given to technical precision using dynamic implants and standardized surgical approaches rather than extreme chronological urgency.

Keywords: Femoral Neck Fracture, Traumatology, Avascular Necrosis, Anatomical Reduction.

Introducción

Las fracturas del cuello femoral en la población pediátrica y adolescente representan uno de los escenarios más complejos y debatidos dentro de la cirugía traumatológica moderna¹. A diferencia de las lesiones homólogas en adultos, estas fracturas comprometen un esqueleto biológicamente inmaduro con características anatómicas únicas, como la presencia de una placa de crecimiento activa, un calcar femoral inmaduro y una mayor plasticidad esquelética². La vascularización de la cabeza femoral en población pediátrica es significativamente precaria, dependiendo fundamentalmente de la arteria circunfleja femoral medial y de vasos nutrientes situados a lo largo del cuello posterior que son altamente susceptibles de sufrir daños irreversibles tras la fractura³⁻⁴.

Epidemiológicamente, las fracturas constituyen menos del 1% del total de las lesiones en población pediátrica, con una incidencia global anual estimada de 1.7 casos por cada 100,000 niños². Respecto al mecanismo lesional, se diferencian dos perfiles: los niños más jóvenes suelen sufrir estas fracturas por traumatismos menores en presencia de anomalías óseas preexistentes⁴, mientras que en adolescentes predominan los mecanismos de alta energía, como accidentes de tráfico o caída de altura⁵⁻⁷.

Las fracturas del cuello femoral (PFNFs) se categorizan bajo la clasificación morfológica de Delbet, que las divide en los tipos I al IV según su localización anatómica⁸⁻¹⁰. Sin embargo, la evidencia contemporánea subraya la importancia de utilizar conjuntamente la clasificación de Garden para evaluar el grado de desplazamiento inicial, identificando que los tipos Garden III y IV son predictores independientes de un riesgo significativamente mayor en necrosis avascular (NAV)^{1,11,12}. A su vez, la literatura enfatiza que la reducción anatómica absoluta es el factor predictor más determinante para evitar complicaciones como la coxa vara y la NAV, superando en relevancia a la elección del implante o al tiempo transcurrido hasta la cirugía^{4,6}. En este proceso, se debe evitar el uso de técnicas de “soporte positivo” habituales en adultos, ya que la inmadurez del calcar femoral infantil aumenta el riesgo de desplazamiento secundario y deformidad³⁻⁴.

Por lo anterior, esta investigación busca aportar evidencias a la persistente controversia sobre el manejo óptimo de las PFNFs. Mientras que la fijación interna

con tornillos canulados ha sido el pilar terapéutico histórico^{1,13}, las innovaciones como el Femoral Neck System (FNS)^{3,13}, los tornillos de compresión sin cabeza (HCCS)^{3,8} y la cirugía asistida por navegación robótica¹ han ampliado significativamente el espectro terapéutico. No obstante, se han reportado preocupaciones sobre la seguridad de ciertos métodos, como las placas de bloqueo proximal (PF-LCP), que presentan tasas de falla mecánica de hasta el 15.4% en población pediátrica^{4,8}. Además, sigue en debate si la descompresión del hematoma intracapsular mediante aspiración con aguja o artrotomía ofrece un beneficio real en la prevención de la NAV¹⁴⁻¹⁵. Debido a esto, este estudio se propone los siguientes objetivos:

Objetivo General

Sintetizar y evaluar críticamente las evidencias científicas relacionadas a desenlaces funcionales y complicaciones postoperatorias de las fracturas de cuello femoral pediátrico.

Objetivos Específicos

1. Contrastar la eficiencia y seguridad de las nuevas tecnologías de fijación interna frente a las técnicas quirúrgicas tradicionales.
2. Determinar la influencia del tipo de reducción y la vía de abordaje sobre la restauración de la anatomía cervical.
3. Estratificar los factores de riesgos mecánicos y biológicos independientes asociados al desarrollo de necrosis avascular, coxa vara, pseudoartrosis y cierre fisario prematuro.

Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática de carácter cualitativo-analítico siguiendo los lineamientos del protocolo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020). El diseño adoptado corresponde a una síntesis narrativa crítica de la evidencia disponible sobre el manejo quirúrgico de las fracturas de cuello femoral en población pediátrica y adolescente, con énfasis en desenlaces funcionales, complicaciones postoperatorias y factores de riesgo independientes asociados.

La búsqueda de literatura científica se ejecutó de forma sistemática y reproducible en dos bases de datos bibliográficas internacionales de alto impacto: Web of Science (WoS) y Scopus, sin restricciones de idioma. Se fijaron criterios de inclusión y exclusión (*Tabla N°1*). Las estrategias de búsqueda automatizada fueron construidas mediante operadores booleanos y términos MeSH/DeCS validados, como se detalla a continuación:

- Motor de búsqueda en Web of Science: ("hip fracture*" OR "femoral neck fracture*" OR "proximal femur fracture*" OR "proximal femoral fracture*") AND (pediatric OR paediatric OR child* OR adolescent*) AND (treatment OR management OR surgery OR outcome*)

- Motor de búsqueda en Scopus: TITLE-ABS-KEY(("femoral neck fracture*" OR "fracture* of the femoral neck") AND (pediatric OR paediatric OR child* OR adolescent* OR juvenile* OR "skeletally immature") AND (treatment OR management OR surgery OR operative OR outcome* OR complication* OR fixation))

La búsqueda abarcó el periodo comprendido entre enero de 2020 y mayo de 2026, con el fin de capturar la evidencia más reciente sobre innovaciones en fijación interna y estrategias de descompresión intracapsular. Como criterio metodológico de control para garantizar la integridad y el acceso al texto completo, se incluyeron exclusivamente artículos disponibles bajo la modalidad de Acceso Abierto (Open Access) en ambas plataformas.

Criterios inclusión	1. Revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos clínicos, estudios de cohorte, reportes y series de casos clínicos que evalúan directamente los desenlaces del manejo quirúrgico de fracturas traumáticas o patológicas de cuello femoral. 2. Estudios con población compuesta exclusivamente por pacientes menores de 18 años (esqueleto biológicamente inmaduro). 3. Publicaciones que reportan al menos uno de los desenlaces de interés: función clínica postoperatoria, calidad de la reducción radiológica, tasa de reintervenciones o complicaciones específicas (necrosis avascular, coxa vara, pseudoartrosis, cierre fisario prematuro).
Criterios exclusión	1. Estudios realizados exclusivamente en población adulta (≥ 18 años) o que no diferencian los resultados por grupo etario. 2. Publicaciones sin acceso al texto completo, cartas al editor, comunicaciones a congresos, editoriales y comentarios de expertos sin datos primarios. 3. Estudios con tamaño muestral inferior a cinco pacientes, salvo que aportaran evidencia metodológicamente singular sobre complicaciones graves o técnicas novedosas. 4. Investigaciones duplicadas o provenientes de cohortes solapadas sin declaración explícita de independencia de los datos.

Tabla N°1. Criterios de inclusión y exclusión metodológica. Fuente: Elaboración propia.

El proceso de selección se estructuró en cuatro fases secuenciales, conforme al diagrama de flujo PRISMA 2020: (i) identificación mediante búsqueda automatizada en bases de datos; (ii) eliminación de duplicados con gestor bibliográfico; (iii) cribado por título y resumen por dos revisores independientes; y (iv) evaluación de texto completo para verificación de criterios de elegibilidad. Tres autores actuaron como revisores. Las discrepancias entre revisores se resolvieron por consenso.

Las variables de desenlace fueron definidas operacionalmente conforme a los estándares clínicos y radiológicos reconocidos en la literatura especializada:

a) Desenlace funcional y clínico: clasificado como satisfactorio o insatisfactorio mediante la aplicación postoperatoria de los criterios de Ratliff, el Oxford Hip Score (OHS) o el Harris Hip Score (HHS), según el instrumento reportado por cada estudio.

b) Calidad de la reducción radiológica: evaluada según los criterios de Haidukewych (excelente, buena, aceptable, pobre), así como por la presencia de coxa vara residual (ángulo cervico-diafisario $< 120^\circ$), pseudoartrosis (ausencia de consolidación ósea a los 6 meses) y cierre fisario prematuro (PFC), verificados mediante radiografía simple y/o tomografía computarizada reportada en cada estudio.

c) Necrosis avascular (NAV): definida por hallazgos radiológicos o de resonancia magnética compatibles con isquemia de la cabeza femoral, en cualquier momento del seguimiento postoperatorio.

La calidad de los estudios incluidos fue valorada mediante herramientas validadas según el diseño: la escala Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios observacionales y series de casos, y la herramienta ROBINS-I para estudios no aleatorizados con grupo comparador. Los metaanálisis y revisiones sistemáticas fueron evaluados con la herramienta AMSTAR-2.

Al tratarse de una investigación de diseño secundario basada en datos agregados y de libre acceso público, este estudio no requirió aprobación por comité de ética de investigación clínica ni consentimiento informado de pacientes individuales. Se garantiza en todo momento la integridad científica, la correcta atribución de las fuentes primarias y la protección de la confidencialidad de la literatura analizada, conforme a los principios de la Declaración de Helsinki para investigación no intervencionista.

Resultados

El análisis consolidado de la literatura evidencia que la restauración de la anatomía cervical y la preservación vascular en las fracturas de cuello femoral pediátrico dependen de una tríada crítica e interdependiente: tecnología de fijación, precisión de la reducción y perfil biológico del paciente (*Tabla N°2*).

Sobre la eficiencia y seguridad de las tecnologías de fijación interna, las series históricas basadas en tornillos canulados estándar (CSF) reportaron tasas de consolidación del 92.9%, aunque acompañadas de un índice global de complicaciones del 42.9%, lo que evidencia la necesidad de evolucionar hacia constructos mecánicos más robustos. Entre los sistemas de nueva generación, el Femoral Neck System (FNS) demostró superioridad estadística sobre los tornillos canulados convencionales (CCS) en población adolescente, con tiempos de consolidación significativamente menores (10.5 vs. 14 semanas) y una reducción drástica en las cirugías no planificadas de retiro de material (0% vs. 16.7%). En una línea convergente, los tornillos de compresión canulados sin cabeza (HCCS) aplicados en patrones Delbet tipo II y III permitieron una unión ósea eficiente en un promedio de 8.58 semanas, alcanzando excelentes puntuaciones en el Harris Hip Score (HHS: 95.17 ± 1.95) a los seis meses, sin reportar fallos de implante ni pérdidas de fijación.

La incorporación de navegación robótica tridimensional para la inserción de tornillos en fracturas Delbet tipo II representó un avance significativo en precisión técnica, mejorando el paralelismo y la distribución espacial de los implantes, reduciendo las inserciones fallidas de pines de guía y disminuyendo la exposición a radiación transoperatoria sin comprometer los tiempos quirúrgicos. En niños de 6 a 10 años con trazos extracapsulares Delbet tipo IV, los clavos elásticos de titanio (TEN) constituyeron una alternativa mínimamente invasiva eficaz, con tiempos operatorios y sangrado reducidos, rangos de movilidad articular equivalentes y tasas de unión comparables a las técnicas con tornillos.

Por el contrario, las placas de compresión bloqueadas proximales (PF-LCP) mostraron resultados mecánicos adversos, registrando tasas de fallo estructural del 12.9% al 15.4% en fracturas basicervicales y transcervicales pediátricas, frente al 0%-2.6% observado con métodos tradicionales, lo que constituye una alerta

de seguridad clínicamente relevante que desaconseja su uso sistemático en este grupo etario.

Respecto a la influencia del tipo de reducción y las vías de abordaje, la calidad de la reducción postoperatoria emergió como el factor predictor más potente de desenlaces satisfactorios. Una revisión sistemática de 1,332 pacientes confirmó que una reducción de mala calidad eleva drásticamente el riesgo de necrosis avascular ($RR = 2.43$) y de coxa vara secundaria ($OR = 33.19$), mientras que la reducción anatómica se asoció con una reducción del 78% en la probabilidad de eventos adversos combinados ($HR = 0.22$).

En fracturas desplazadas (Garden III-IV), la reducción abierta (ORIF) incrementó en 6.88 veces la probabilidad de lograr una alineación anatómica perfecta en comparación con la reducción cerrada aislada (71% vs. 29%). No obstante, en seguimientos superiores a cinco años, la fijación interna con reducción cerrada (CRIF) se asoció a un menor riesgo relativo de necrosis avascular ($RR = 0.40$) frente a los procedimientos abiertos, lo que sugiere que la manipulación quirúrgica extensa del periostio puede comprometer el flujo sanguíneo marginal residual. Respecto a la vía de abordaje, la técnica transglútea con capsulotomía anterior demostró una preservación absoluta del flujo retinacular, registrando 0% de NAV en series consecutivas con seguimiento decenal, dado que permite la visualización directa de la fractura sin lesionar la arteria circunfleja femoral medial, cuyo trayecto posterior la hace especialmente vulnerable en abordajes laterales o posteriores.

Finalmente, respecto a la estratificación de factores de riesgos independientes, un metaanálisis de 30 artículos (1,185 pacientes) estableció una incidencia global de NAV del 22%, identificando la edad avanzada ($OR = 1.40$ -1.61) y la clasificación Delbet tipo I-II ($OR = 3.02$) como predictores biológicos mayores. El grado de desplazamiento Garden IV se asoció al mayor riesgo de NAV respecto a los grados II y III ($p = 0.005$), y un intervalo lesión-cirugía superior a 82.5 horas constituyó un umbral crítico e independiente para el desarrollo de isquemia cefálica. Paradójicamente, la cirugía ultratemprana (<12 horas) no aportó ventajas estadísticas en la supervivencia de la cabeza femoral, atribuible a las dificultades técnicas para lograr reducciones anatómicas estables en contextos de urgencia. La aspiración articular con aguja fina dentro de las primeras 24-72 horas tampoco demostró reducción estadísticamente significativa del riesgo de NAV.

En cuanto al cierre fisario prematuro (PFC), este se vinculó directamente a la penetración de la fisis por implantes metálicos, con riesgo significativamente mayor en niños menores de 10 años ($p = 0.032$). Ante el fracaso de la consolidación primaria, la osteotomía intertrocanterica de valguización (VITO) aislada demostró una tasa de unión del 100%, corrigiendo simultáneamente la coxa vara y la dismetría sin requerir injertos óseos estructurales, con una mejora del HHS de 46.5 a 83.3 puntos. El seguimiento a largo plazo (media de 13 años) confirmó que la NAV no tratada actúa como predictor fundamental de osteoartritis degenerativa temprana y pérdida funcional severa de la cadera.

Discusión

Los hallazgos identificados corroboran que el éxito en el tratamiento de las fracturas de cuello femoral pediátrico (PFNFs) depende de un equilibrio entre la estabilidad mecánica del implante y el respeto a la inicial biología vascular del fémur proximal, la cual depende casi exclusivamente de la arteria circunfleja femoral medial^{1,4}. Los resultados evidencian de manera directa que la calidad de la reducción posquirúrgica es el factor modificable con mayor peso sobre la prevención de la NAV^{1,2}. Una reducción no anatómica incrementa el riesgo de NAV hasta 4.2 veces ($OR = 4.20$)⁶, y de coxa

vara en proporciones drásticas ($OR = 33.19$)¹⁶, debido a que deformidades en varo o traslaciones posteriores interrumpen mecánicamente los vasos retinaculares remanentes, acelerando la degeneración articular prematura^{4,6}.

Al contrastar la evidencia recopilada con los paradigmas tradicionales de la cirugía traumatológica infantil, se observa un cambio respecto al manejo intracapsular y el factor temporal. Históricamente, se postulaba que la aspiración urgente del hematoma reducía el efecto de taponamiento vascular¹⁰. No obstante, los datos clínicos controlados demuestran que la descompresión mediante aguja fina no reduce la incidencia de NAV de forma estadísticamente significativa ($p=1.0$)¹⁵. Respecto a la cronología quirúrgica, la urgencia extrema (menos de 12 horas) no ha demostrado beneficios biológicos y, por el contrario, se asocia a fallos de alineación por apresuramiento técnico¹². El umbral de seguridad biológica se sitúa actualmente en las 82.5 horas¹¹; sobrepasar este límite actúa como un factor independiente que precipita el daño isquémico irreversible¹¹.

La incorporación de nuevos diseños biomecánicos introduce herramientas valiosas para mitigar los fallos del tratamiento. Los datos demuestran que las placas bloqueadas proximales de fémur (PF-LCP), ampliamente adoptadas en la última década, presentan tasas de fallo

Implante / Técnica	Población / Patrón	Desenlace clínico y funcional	Morbilidad biológica / Mecánica	Hallazgo clave
Tornillos Canulados (CSF/CCS)	Pediátrico y Adolescentes	Tasa de consolidación del 92.9%.	Complicaciones globales: 42.9%; NAV: 14.3%; Coxa Vara: 17.8%	Estándar histórico con alta tasa de morbilidad residual.
Femoral Neck System (FNS)	Adolescentes	Unión más rápida (10.5 semanas) vs. CCS (14 semanas). Harris Hip Score superior.	0% de fallos mecánicos o retiros no planificados vs. 16.7% en CCS.	Mayor estabilidad dinámica y menor intervención en adolescentes.
Tornillos Sin Cabeza (HCCS)	Delbet II y III	Unión en 8.58 semanas. Harris Hip Score: 95.17 ± 1.95 a los 6 meses.	Sin fallos de implante o pérdidas de fijación reportadas.	Diseño de rosca completa mejora la compresión sin dañar tejidos blandos.
Navegación Robótica	Delbet II	Alta precisión en paralelismo y distribución espacial de implantes.	Reducción de inserciones fallidas y menor radiación transoperatoria.	Mejora la curva de aprendizaje en anatomías complejas.
Clavos TEN	Delbet IV (6-10 años)	Técnica mínimamente invasiva, movilidad articular equivalente a tornillos.	Reducción significativa de sangrado y tiempo quirúrgico.	Excelente perfil de seguridad para trazos extracapsulares en niños.
Placas de Bloqueo (PF-LCP)	Basicervical / Transcervical	Resultados mecánicos adversos alarmantes.	Fallo estructural: 12.9% - 15.4% vs. 0-2.6% en métodos tradicionales.	Alto riesgo de pérdida de fijación temprana.
Reducción Anatómica	Fracturas Desplazadas	Factor predictor más potente de éxito ($HR = 0.22$) para eventos adversos.	Reducción del 78% en la probabilidad de complicaciones si es anatómica.	El objetivo quirúrgico absoluto debe ser la alineación perfecta.
ORIF vs. CRIF	Garden III-IV (Desplazadas)	ORIF logra 6.88 veces más de probabilidad de alineación anatómica.	CRIF se asocia a menor riesgo de NAV ($RR = 0.40$) en seguimientos >5 años.	La reducción abierta es una técnica superior, pero la cerrada protege el flujo marginal.
Abordaje Transglúteo	Pediátrico y Adolescentes	Resultados funcionales excelentes con capsulotomía anterior.	0% de NAV reportado en seguimientos de 10 años preservando el flujo retinacular.	Permite visualización directa sin lesionar la arteria circunfleja medial.

Tabla N°2. Matriz analítica de desenlaces quirúrgicos y morbilidad biológica según implante y técnica. Nota: NAV: necrosis avascular de la cabeza femoral; OR (Odds Ratio), RR (riesgo relativo) y HR (Hazard Ratio): indicadores de magnitud de asociación estadística entre factores de exposición y desenlaces evaluados. La calidad de la reducción radiológica fue valorada mediante los criterios de Haidukewych o Song según el estudio fuente; los desenlaces funcionales fueron medidos a través del Harris Hip Score (HHS) y los criterios de Ratliff. Fuente: Elaboración propia.

estructural significativos (12.9% a 15.4%) en trazos transcervicales en comparación con métodos tradicionales⁸. En contraposición, los sistemas de fijación dinámica modernos, como el Femoral Neck System (FNS) y los tornillos de compresión sin cabeza (HCCS) optimizan la consolidación ósea (promedios de 8.5 a 10.5 semanas) y minimizan la frecuencia de las reintervenciones¹⁷. Para los equipos especialistas que enfrentan las secuelas biológicas de una pseudoartrosis, la osteotomía intertrocanterica de valguización (VITO) aislada emerge como un procedimiento de rescate definitivo, logrando tasas de unión del 100% sin la morbilidad asociada a la toma de injertos óseos de peroné¹⁸.

Se reconocen limitaciones metodológicas inherentes a esta revisión. El análisis se fundamenta predominantemente en series de cohortes retrospectivas monocéntricas con muestras numéricamente reducidas, consecuencia directa de la baja incidencia poblacional de esta patología, estimada en 1.7 casos por cada 100,000 niños². Esta fragmentación de los datos introduce una heterogeneidad significativa en los protocolos de inmovilización (como el uso variado de yesos tipo spica) y en los criterios de rehabilitación, los cuales suelen ser dependientes de la preferencia del cirujano y no están estandarizados institucionalmente⁸.

Asimismo, la evaluación del desenlace funcional mediante herramientas como el Oxford Hip Score (OHS) puede presentar un *"efecto techo"* que sobreestima los buenos resultados. Un sesgo adicional surge del tiempo de seguimiento, mientras algunas complicaciones mecánicas son detectables a las 12 semanas, la NAV puede manifestarse clínicamente hasta dos años después del trauma, lo que implica que estudios con seguimientos cortos podrían subestimar la morbilidad real. De igual forma, el sesgo de selección derivado de incluir únicamente artículos de Acceso Abierto publicados en una ventana de tiempo estricta pudo omitir hallazgos clínicos de series institucionales cerradas de alta relevancia.

A pesar de estas restricciones, el estudio cumple con los objetivos planteados al jerarquizar los factores modificables: la reducción anatómica absoluta debe priorizarse sobre la urgencia cronológica extrema, ya que la cirugía ultra-temprana (<12 horas) no ha demostrado reducir la NAV y puede comprometer la precisión técnica. Las investigaciones futuras deben concentrarse en registros multicéntricos prospectivos. Resulta

fundamental evaluar, por ejemplo, si la precisión aportada por la navegación robótica y los implantes dinámicos se traduce, tras décadas de seguimiento, en una reducción real de la osteoartritis degenerativa, la secuela final y más grave a largo plazo de PFNFs, dado que la NAV es el predictor más sólido de colapso articular en la vida adulta.

Conclusión

La consolidación y el análisis crítico de la literatura indexada en Web of Science y Scopus entre los años 2020 y 2026 permiten concluir que las fracturas de cuello femoral pediátrico representan lesiones de baja incidencia, pero con un elevado potencial de morbilidad biológica y mecánica a largo plazo. El determinante clínico fundamental y modificable para asegurar una evolución funcional satisfactoria y prevenir el desarrollo de la necrosis avascular (NAV) es la obtención de una reducción anatómica perfecta, la cual reduce el riesgo de eventos adversos en un 78% (HR = 0.22), independiente si se logra mediante técnicas abiertas o cerradas.

El factor cronológico para la intervención quirúrgica dispone de un rango de optimización técnica superior al sugerido históricamente, el riesgo de isquemia irreversible se incrementa significativamente cuando la cirugía se retrasa más allá del umbral crítico de las 82.5 horas. Esto obliga a priorizar la planificación meticulosa de la fijación por encima de abordajes quirúrgicos apresurados en ventanas ultra-tempranas (menores a 12 horas), las cuales se asocian a una menor probabilidad de lograr una reducción anatómica debido al estrés técnico.

Los implantes dinámicos de última generación y de estabilidad angular controlada, como el Femoral Neck System y los tornillos de compresión canulados sin cabeza (HCCS) demuestran una clara ventaja frente a las placas bloqueadas rígidas tradicionales (PF-LCP). Mientras que las placas presentan tasas de falla mecánica alarmantes de hasta el 15.4%, los sistemas dinámicos optimizan los tiempos de consolidación (8.5 a 10.5 semanas) y disminuyen significativamente las tasas de reoperación por falla del implante. Asimismo, la navegación robótica tridimensional emerge como una herramienta de alta precisión que mejora el paralelismo de los tornillos y minimiza la exposición a la radiación ionizante.

En el manejo de las secuelas, la osteotomía intertrocanterica de valguización (VITO) se ratifica como

la estrategia de rescate de elección para la pseudoartrosis, logrando una tasa de unión del 100% mediante la redistribución de fuerzas mecánicas sin requerir injertos óseos complejos.

Como recomendación clínica, ante fracturas desplazadas (Garden III-IV) inestables, se debe realizar un abordaje abierto reglado, preferiblemente anterior, si la reducción cerrada no es perfecta, con el fin de preservar la vascularización retinacular posterior derivada de la arteria circunfleja femoral medial. Finalmente, para mitigar el riesgo de deformidades angulares secundarias a un cierre fisario prematuro, es mandatorio evitar la fijación transfisiaria innecesaria en pediátricos de 10 años, priorizando montajes que preserven la integridad de la fisis siempre que la estabilidad de la fractura lo permita.

Referencias Bibliográficas

1. Talmaç MA, Civan M, Kar İ, Önalöglü Y. Cannulated screw fixation in pediatric femoral neck fractures: outcomes and complication predictors. *Turk J Trauma Emerg Surg.* 2025;31(11):1075. Disponible en: <http://doi.org/10.14744/tjtes.2025.03388>
2. Dong B, Li F, Li C. Risk factors for avascular necrosis in pediatric femoral neck fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2025;20(1):1-18. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13018-025-06423-6>
3. Koivisto ST, Helenius I, Stenroos A, Ahola JA, Laaksonen T. Proximal femoral fractures in children: incidence, complications, and functional outcomes—a population-based study from Finland. *Acta Orthop.* 2025;96:726. Disponible en: <https://doi.org/10.2340/17453674.2025.44752>
4. Wang W, Canavese F, Xiong Z, Tang S, Chen S, He S. Management of pediatric femoral neck fractures from classification to surgery: a review of indications based on anatomic and radiographic features of the proximal femur. *EFORT Open Rev.* 2025;10(3):125-140. Disponible en: <https://doi.org/10.1530/EOR-2024-0129>
5. Li Y, Sun D, Wang K, Liu J, Wang Z, Liu Y. Postoperative avascular necrosis of the femoral head in pediatric femoral neck fractures. *PLoS One.* 2022;17(5):e0268058. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268058>
6. Başaran SH, Yalın M, Bayrak A, Erkilinç M, Çelik M, Dönmez B. From paediatric trauma to adult outcomes: surgical management and long-term results in paediatric femoral neck fractures. *BMC Musculoskelet Disord.* 2025;26(1):750. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12891-025-09033-9>
7. Erdoğan F, Cengiz T, Şimşek ŞA, Albayrak B, Akman BÇ, Coşkun HS. Two versus three cannulated screws in pediatric Delbet type II femoral neck fractures: a retrospective comparative study. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2026;32(6):722-726. Disponible en: <http://doi.org/10.14744/tjtes.2026.97273>
8. Cope SR, Wideman M, Sheffer BW, Sawyer JR, Beaty JH, Warner WC Jr, et al. Early failure of locking compression plates in pediatric proximal femoral fracture. *JPOSNA.* 2023;5(3):436. Disponible en: <https://doi.org/10.55275/JPOSNA-2023-436>
9. Akar MS, Yiğit Ş. Can formation of avascular necrosis really be prevented in Delbet type 2 femoral neck fractures? *Turk J Trauma Emerg Surg.* 2022;28(1):107. Disponible en: <http://doi.org/10.14744/tjtes.2020.33568>
10. Kenmegne GR, Zou C, Lin Y, Yin Y, Huang S, Fang Y. Postoperative clinical outcome and complications of combined cannulated cancellous screw with Kirschner wire in adolescent femoral neck fractures. *Front Pediatr.* 2023;11:1169581. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1169581>
11. Feng W, Zhang H, Zhu D, Song B, Wang Q. Clinical features of pediatric femoral neck fractures and analysis of risk factors for avascular necrosis of the femoral head: a retrospective case-control study of 45 patients. *Injury.* 2024;55(11):111829. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2024.111829>
12. Liu DS, Batty M, Wan N, De Silva S, Matheney T, Millis M, et al. Treatment of displaced femoral neck fractures in children: mid-term outcomes and predictors of failure. *J Pediatr Orthop.* 2026. Disponible en: <http://doi.org/10.1097/BPO.0000000000003214>

13. Lu Y, Canavese F, Nan G, Lin R, Huang Y, Pan N, et al. Is femoral neck system a valid alternative for the treatment of displaced femoral neck fractures in adolescents? A comparative study of femoral neck system versus cannulated compression screw. *Medicina* (Kaunas). 2022;58(8):999. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/medicina58080999>
14. Chaudhary S, Garg V, Mishra D, Yasam R, Barik S, Sinha SK, et al. Risk factors for avascular necrosis of the femoral head in pediatric femoral neck fractures. *Cureus*. 2021;13(7):e16695. Disponible en: <http://doi.org/10.7759/cureus.16776>
15. Zuo J, Yang X, Jiang J, Zou L, Liu L, Tang X, et al. Clinical efficacy of needle aspiration combined with closed reduction and internal fixation within 24–72 h in the treatment of pediatric femoral neck fracture. *Front Pediatr*. 2026;14:1768628. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fped.2026.1768628>
16. Dai ZZ, Zhang ZQ, Ding J, Wu ZK, Yang X, Zhang ZM, et al. Analysis of risk factors for complications after femoral neck fracture in pediatric patients. *J Orthop Surg Res*. 2020;15(1):58. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13018-020-01587-9>
17. Jiang Y, Wang Y, Peng C, Yuan B, Wu D. Application of headless cannulated compression screws for treatment of Delbet-Colonna II and III femoral neck fractures in children. *Front Pediatr*. 2025;13:1660855. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1660855>
18. Mishra R, Gowda AK, Singh V, Sharma C, Anand U. Valgus intertrochanteric osteotomy without fibular strut grafting for femoral neck nonunion in children: a retrospective case series. *Indian J Orthop*. 2025:1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s43465-025-01583-3>