



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

EFFECTIVIDAD DE LA FISIOTERAPIA POST-APLICACIÓN DE
BIFOSFONATOS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON OSTEOGÉNESIS
IMPERFECTA: UNA REVISIÓN DE ALCANCE

EFFECTIVENESS OF PHYSICAL THERAPY FOLLOWING
BISPHOSPHONATE APPLICATION IN PEDIATRIC PATIENTS WITH
OSTEOGENESIS IMPERFECTA: A SCOPING REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA
Y REHABILITACIÓN

AUTORES

AXEL FERNANDO CUARESMA ROMERO

JENIFER JHESLYN RIOS ALVIS

ASESOR

JULIO ALCIBIADES RETO TORRES

CO- ASESOR

LUIS ALEXANDER ORREGO FERREYROS

LIMA – PERÚ

2025

JURADO

Presidente: MG. GIULIANA EMILIA CONDEZO CASASOLA

Vocal: DR. OSCAR PABLO SANTISTEBAN HUARINGA

Secretario: MG. EDITH SONIA MEJIA COTRINA

Fecha de Sustentación: 14 de julio de 2025

Calificación: Aprobado

ASESORES DE TESIS

ASESOR

MG JULIO ALCIBIADES RETO TORRES

Departamento Académico de Terapia Física y Rehabilitación

ORCID: 0000-0003-0560-7541

CO-ASESOR

DR. LUIS ALEXANDER ORREGO FERREYROS

Departamento Académico de Investigación de Medicina

ORCID: 0000-0003-3502- 2384

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, mi fuerza y mi luz constante en cada paso de este camino.

A mi padre Jonathan, por su amor incondicional y por apoyarme firmemente en esta carrera, siendo siempre ejemplo de lucha y compromiso. A mi madre Sara, por cuidarme desde pequeño con un corazón inmenso y enseñarme el verdadero significado del amor y la entrega. A mi hermana Atenea, mi angelito, y a mis hermanos, por su compañía y afecto incondicional. A toda mi familia, por ser ese lugar seguro donde pude crecer, desarrollarme y aprender a ser quien soy: una persona que da mucho de sí por ver a los demás felices y bien. Este logro también es de ustedes.

- Axel Fernando Cuaresma Romero –

A Dios, a mi mamita Cuba, por ser mi raíz, mi abrigo y mi mayor ejemplo de amor incondicional.

A mi hijo Derek, mi motor y mi mayor inspiración para seguir creciendo.

A mi esposo, por caminar a mi lado con paciencia, apoyo y amor verdadero.

Y a mis padres, por darme la vida, su esfuerzo y su fe en mí desde siempre.

Este logro es también de ustedes, con todo mi corazón.

- Jheslyn Rios Alvis –

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro sincero agradecimiento al Mg. Julio Alcibiades Reto Torres, asesor de este proyecto de tesis, por su constante apoyo, orientación y participación en cada etapa del proceso. Sus consejos, compromiso y presencia oportuna fueron fundamentales, especialmente cuando más lo necesitábamos.

Agradecemos al Dr. Luis Alexander Orrego Ferreyros por guiarnos con claridad en el desarrollo metodológico de esta investigación. Su enseñanza nos dio una verdadera cátedra sobre cómo hacer correctamente una tesis, y su disposición para resolver nuestras dudas y orientarnos en los detalles más técnicos fue invaluable.

Nuestro reconocimiento a la Universidad Peruana Cayetano Heredia, por brindarnos una formación académica de excelencia. Gracias a la calidad de sus docentes referentes nacionales en salud y fisioterapia hoy contamos con una base sólida para afrontar los desafíos del campo clínico y de la investigación, especialmente en el abordaje de enfermedades raras y problemas complejos de salud.

A nuestras familias, por ser nuestro refugio y mayor fuente de apoyo. Gracias por su amor, empatía y palabras de aliento que nos impulsaron a seguir. Ustedes nos dieron el espacio emocional y humano necesario para alcanzar esta meta.

Finalmente, nos agradecemos a nosotros mismos, los autores, por no rendirnos, por ser perseverantes y por mantener vivas nuestras metas. Por estar siempre dispuestos a aprender, adaptarnos y dar lo mejor como futuros profesionales comprometidos con el avance del sistema de salud de nuestro país.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Esta revisión de alcance es autofinanciada por los revisores.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

EFFECTIVIDAD DE LA FISIOTERAPIA POST-APLICACIÓN DE
BIFOSFONATOS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON OSTEOGÉNESIS
IMPERFECTA: UNA REVISIÓN DE ALCANCE

EFFECTIVENESS OF PHYSICAL THERAPY FOLLOWING
BISPHOSPHONATE APPLICATION IN PEDIATRIC PATIENTS WITH
OSTEOGENESIS IMPERFECTA: A SCOPING REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA
Y REHABILITACIÓN

AUTORES

AXEL FERNANDO CUARESMA ROMERO

JENIFER JHESLYN RIOS ALVIS

ASESOR

JULIO ALCIBIADES RETO TORRES

CO-ASESOR

LUIS ALEXANDER ORREGO FERREYROS

LIMA - PERÚ

2025

16% Similitud Filtros

estándar

Fuentes Mostrar las fuentes solapadas

1	Internet	repositorio.upch.edu.pe	5%
21	bloques de texto	301	palabra que coinciden
2	Internet	oldri.ues.edu.sv	1%
6	bloques de texto	56	palabra que coinciden
3	Internet	www.scielo.br	<1%
5	bloques de texto	41	palabra que coinciden
4	Internet	www.researchgate.net	<1%
3	bloques de texto	30	palabra que coinciden

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
IV. RESULTADOS	11
V. DISCUSIÓN	15
VI. CONCLUSIONES	19
VII. RECOMENDACIONES.....	20
VIII. REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS	22
IX. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS	25
ANEXO 1. Enfoque PPC	53
ANEXO 2. Definición De Variables.....	54
ANEXO 3. Modelo De Gráfico PRISMA	62
ANEXO 4. Tabla De Ecuaciones De La Estrategia De Búsqueda	63

RESUMEN

Introducción: La Osteogénesis Imperfecta (OI) es un trastorno genético causado por mutaciones en los genes del colágeno tipo I, provocando fragilidad ósea, fracturas frecuentes y limitaciones funcionales en niños. Los bifosfonatos, como pamidronato y zoledronato, aumentan la densidad mineral ósea y reducen fracturas. La fisioterapia posterior optimiza la movilidad y fuerza muscular. Sin embargo, no existe consenso sobre protocolos fisioterapéuticos eficaces. **Objetivo:** Mapear la evidencia disponible sobre la efectividad de la fisioterapia en pacientes pediátricos con OI tras el uso de bifosfonatos, para identificar brechas de conocimiento y orientar futuras investigaciones. **Materiales y métodos:** Se realizó una revisión de alcance (scoping review) bajo el marco PCC. Se incluyeron estudios con niños de 1 a 14 años con OI tratados con bifosfonatos, evaluando el impacto funcional de la fisioterapia. El protocolo siguió la guía PRISMA-ScR y el Manual JBI. Las fuentes incluyeron PubMed, SCOPUS, LILACS y Embase desde 1980. **Resultados:** Se analizaron 13 estudios. Se evidenció una mejora en fuerza muscular (18–25%), movilidad articular (hasta 20°), densidad mineral ósea (6–18%) y calidad de vida (10–20%). También se reportó reducción del dolor musculoesquelético (hasta 42%) y de fracturas (hasta 35%). **Conclusión:** La fisioterapia post-bifosfonatos muestra sinergia terapéutica, mejorando parámetros clínicos clave. No obstante, la heterogeneidad metodológica y la escasa representación regional dificultan la estandarización. Se requieren más estudios con enfoque funcional, emocional y sociocultural para optimizar el abordaje terapéutico.

Palabras clave: Osteogénesis imperfecta, bifosfonatos, fisioterapia pediátrica.

ABSTRACT

Introduction: Osteogenesis Imperfecta (OI) is a genetic disorder caused by mutations in type I collagen genes, leading to bone fragility, frequent fractures, and functional limitations in children. Bisphosphonates, such as pamidronate and zoledronate, increase bone mineral density and reduce fractures. Post-treatment physiotherapy optimizes mobility and muscle strength. However, there is no clinical consensus on the most effective physiotherapeutic protocols. **Objective:** To map the available evidence on the effectiveness of physiotherapy in pediatric patients with OI following bisphosphonate administration, in order to identify knowledge gaps and guide future research. **Materials and Methods:** A scoping review was conducted under the PCC framework (Population, Concept, Context). Studies involving children aged 1 to 14 years with OI treated with bisphosphonates were included, evaluating the functional impact of physiotherapy. The protocol followed PRISMA-ScR guidelines and the JBI Manual. Data sources included PubMed, SCOPUS, LILACS, and Embase from 1980 onward. **Results:** Thirteen studies were analyzed. Improvements were observed in muscle strength (18–25%), joint mobility (up to 20°), bone mineral density (6–18%), and quality of life (10–20%). Additionally, reductions were noted in musculoskeletal pain (up to 42%) and fracture incidence (up to 35%). **Conclusion:** Post-bisphosphonate physiotherapy demonstrates a therapeutic synergy, enhancing key clinical parameters. However, methodological heterogeneity and limited regional representation hinder standardization. Further studies with functional, emotional, and sociocultural approaches are needed to optimize therapeutic strategies.

Keywords: Osteogenesis imperfecta; bisphosphonates; pediatric physiotherap.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la osteogénesis imperfecta (OI), comúnmente denominada “enfermedad de los huesos de cristal”, es un desorden genético poco frecuente que surge principalmente debido a mutaciones en los genes responsables de la síntesis del colágeno tipo I, una proteína fundamental en la estructura de la matriz ósea. Esta patología, caracterizada por su naturaleza heterogénea y rara, presenta una amplia variedad de manifestaciones clínicas. Entre los signos distintivos se encuentra la extrema fragilidad ósea, deformidades esqueléticas, baja estatura, escleróticas de tonalidad azulada y complicaciones dentales, además de otras alteraciones multisistémicas. En los pacientes pediátricos, la OI se asocia con fracturas recurrentes que pueden ocurrir incluso ante traumas leves o de manera espontánea, comprometiendo significativamente su funcionalidad diaria y su calidad de vida (1).

En los últimos años, el abordaje terapéutico de la osteogénesis imperfecta (OI) ha experimentado importantes avances, destacándose el uso de bifosfonatos como tratamiento farmacológico principal. Medicamentos como el pamidronato y el zoledronato han demostrado ser inhibidores altamente eficaces en la densidad ósea medida por osteoclasto, lo que favorece un aumento en la densidad mineral ósea (DMO) y una reducción en la frecuencia de fracturas. En el caso de la población pediátrica, la terapia con bifosfonatos ha demostrado resultados prometedores al mejorar significativamente la densidad ósea y aliviar el dolor óseo crónico, contribuyendo así a una mayor independencia funcional y una participación más activa en las actividades diarias (2).

Hay estudios que demuestran mejorar la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes post aplicación de bifosfonatos. Puesto que, disminuyó el número de fracturas previo y posterior a la aplicación encontrándose relación con la mejora en la calidad de vida. Es por ello, que se debe considerar importante evaluar si el tratamiento realmente produce bienestar para los pacientes. El tratamiento fisioterapéutico debe ser individualizado para cada paciente que busca desarrollar estrategias para poder optimizar su independencia y movilidad. Esto se logra mediante programas de ejercicios personalizados que incluyen entrenamiento de resistencia, ejercicios para fortalecer los músculos que optimizan la movilidad articular sin lesionar los huesos (3).

Los mecanismos subyacentes que explican cómo la fisioterapia complementa el tratamiento con bifosfonatos se relacionan fundamentalmente con la modulación de cargas mecánicas que actúan sobre el esqueleto, un proceso esencial para la osteogénesis. Este fenómeno se comprende dentro del marco de la mecanotransducción, en el cual estímulos mecánicos externos, como la fuerza de flujo de fluidos, se transforman en respuestas celulares específicas que inducen la formación ósea. La fisioterapia, al incorporar ejercicios terapéuticos dirigidos, no solo promueve la densidad mineral ósea mediante estímulos mecánicos controlados, sino que también mejora la propiocepción, el equilibrio y la fuerza muscular, factores esenciales para reducir el riesgo de caídas y fracturas. En pacientes pediátricos cuyo esqueleto está en desarrollo, estos beneficios son especialmente relevantes, ya que el proceso de mecanotransducción es más eficiente en huesos en crecimiento. Por su parte, los bifosfonatos, como agentes antiresortivos, actúan inhibiendo la actividad de los osteoclastos y previniendo la pérdida de masa ósea,

creando un entorno óptimo para que los efectos de la fisioterapia sean más efectivos al potenciar la regeneración ósea y la estabilidad estructural. La combinación de ambos abordajes constituye una estrategia terapéutica sinergia que maximiza los resultados clínicos al abordar tanto la prevención ósea (4).

Es imperativo subrayar que las intervenciones fisioterapéuticas en pacientes con osteogénesis imperfecta (OI) deben ser meticulosamente monitorizadas y adaptadas en función del estado clínico individual. La presencia de fracturas previas y deformidades esqueléticas genera alteraciones significativas en la biomecánica, lo que requiere que el fisioterapeuta cuente con un alto nivel de especialización en la evaluación del sistema musculoesquelético de estos pacientes. Estas alteraciones pueden modificar las fuerzas mecánicas aplicadas durante los ejercicios terapéuticos, afectando tanto mecánicas aplicadas durante los ejercicios afectando tanto su efectividad como la seguridad del tratamiento. Asimismo, la fatiga muscular y el dolor son factores limitantes prominentes en la OI, no solo impactan la capacidad funcional, sino que también representan barreras importantes para la adherencia sostenida a los programas de rehabilitación (5).

Los pacientes con OI reciben tratamiento desde el momento en que se detecta la enfermedad. Este tratamiento se basa principalmente farmacológico y fisioterapéutico, es el recomendado para el tratamiento de estos pacientes, especialmente para casos moderados a severos. Como resultado, la incidencia de fracturas disminuye, la densidad ósea aumenta, el dolor disminuye y la altura aumenta significativamente. El mayor beneficio de este tratamiento se observa tres o cuatro años después del inicio del tratamiento, aunque existe mucha controversia ya que los bifosfonatos se almacenan en los huesos durante muchos años, lo que ha

llevado a discusiones sobre su seguridad para el uso a largo plazo en niños. Antes de comenzar el tratamiento de rehabilitación se debe realizar una evaluación inicial para comprender la condición del paciente y evaluar el dolor, el rango de movimiento, la fuerza muscular y las habilidades motoras gruesas (6).

Fundamentalmente, el tratamiento fisioterapéutico en la OI integra programas de ejercicio físico, fortalecimiento muscular, educación postural, hidroterapia, y vibraciones. Por esta razón, la presente revisión de alcance tiene como objetivo mapear la evidencia existente sobre la efectividad de la fisioterapia post aplicación de bifosfonatos en pacientes pediátricos con OI, ofreciendo un detallado de las intervenciones evaluadas, sus resultados clínicos y las áreas donde aún persisten vacíos de conocimiento (7).

Dado el impacto que la OI ejerce sobre la calidad de vida de los pacientes pediátricos y las limitaciones de las terapias actuales, esta revisión de alcance tiene como objetivo responder a la pregunta crítica de ¿Qué evidencia científica existe sobre la efectividad de la fisioterapia posterior a la aplicación de bifosfonatos en pacientes pediátricos de 1 a 14 años con osteogénesis imperfecta? Se llevarán a cabo un análisis de estudios que evalúen intervenciones fisioterapéuticas personalizadas y sus efectos en la fuerza muscular, densidad ósea, capacidad funcional, y la reducción del riesgo de fracturas recurrentes. Además, se explorarán los factores que pueden influir en la efectividad de la fisioterapia, tales como la edad del paciente, el tipo de bifosfonato administrado y la gravedad de la OI (8).

En conclusión, se espera que los hallazgos de esta revisión proporcionen una guía valiosa para el desarrollo de protocolos clínicos más eficaces y una mejor

comprensión de las sinergias entre la farmacoterapia y la fisioterapia en el manejo integral de la OI pediátrica.

Justificación:

La osteogénesis imperfecta (OI) tiene un impacto social considerable especialmente en la infancia donde las limitaciones causadas por la fragilidad ósea afectan de forma sustancial la calidad de vida, la autonomía y las habilidades motoras de los niños. Esto subraya la necesidad de implementar estrategias efectivas que favorezcan su desarrollo físico e independiente. Las investigaciones centradas en combinar tratamientos farmacológicos como los bifosfonatos con enfoques terapéuticos complementarios, como la fisioterapia, son esenciales para optimizar los resultados funcionales en esta población particularmente vulnerable (9).

En la última década, ha aumentado considerablemente la evidencia científica sobre la eficacia de los bifosfonatos en la mejora de la densidad ósea en pacientes con osteogénesis imperfecta. Sin embargo, el impacto de las intervenciones fisioterapéuticas como complemento de este tratamiento farmacológico en el desarrollo de habilidades motoras gruesas sigue siendo un ámbito poco explorado. Esta revisión busca abordar esa brecha de conocimiento, proporcionando un análisis integral de cómo la fisioterapia podría potenciar los beneficios clínicos de los bifosfonatos y contribuir a mejorar de manera sustancial la calidad de vida de esta población (10).

La investigación es viable, ya que el acceso a estudios sobre el uso de bifosfonatos y fisioterapia en OI se encuentra disponible en bases de datos

relevantes como PubMed y MEDLINE. Además, esta revisión es original porque pocas investigaciones han abordado esta combinación de tratamientos en un enfoque pediátrico específico, haciendo de esta una contribución innovadora para el ámbito de la fisioterapia y la rehabilitación pediátrica.

Los resultados de esta revisión de alcance podrían guiar el desarrollo de protocolos clínicos en fisioterapia para pacientes pediátricos con OI, mejorando la efectividad de los tratamientos y la recuperación funcional. También contribuirán a la creación de pautas basadas en evidencia para los profesionales de la salud, facilitando intervenciones integradas que aborden tanto la densidad ósea como el desarrollo motor.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Mapear la evidencia disponible sobre la efectividad de la fisioterapia en pacientes pediátricos con Osteogénesis Imperfecta después de la administración de bifosfonatos, a fin de identificar brechas en el conocimiento y orientar futuras investigaciones.

Objetivo específico:

Identificar estudios que examinen el efecto de la fisioterapia en la función ósea y muscular en pacientes pediátricos con Osteogénesis Imperfecta post administración de bifosfonatos.

Analizar la evidencia sobre el efecto de la fisioterapia en la reducción del dolor y la mejora de las capacidades motoras tras la administración de bifosfonatos en pacientes pediátricos con Osteogénesis Imperfecta.

Identificar vacíos en la literatura científica respecto a la aplicación de estrategias fisioterapéuticas en el manejo de pacientes pediátricos con Osteogénesis Imperfecta.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de estudio:

Estudio secundario de tipo revisión de alcance (scoping review). El tratamiento de la pregunta de investigación se realizó con el acrónimo PCC:

ANEXO 1.

Protocolo y registro:

El presente estudio será desarrollado conforme a la versión 01.00/06-05-2024 de la normativa institucional de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, titulada “Normas y procedimientos para la elaboración, desarrollo, presentación, evaluación y publicación de trabajos de investigación y tesis”. La investigación adoptará un enfoque metodológico basado en el diseño de revisión de alcance (scoping review), guiado por los lineamientos establecidos en el Manual de Joanna Briggs para Revisiones Sistemáticas, complementado con los estándares de la declaración PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analyses extension for scoping review).

El protocolo correspondiente será sometido a un proceso de revisión exhaustiva por parte del equipo de investigación y, una vez finalizado será formalmente registrado en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI), dependiente de la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología

Criterios de legibilidad

Criterios de Inclusión

Estudios de ECA y EC no aleatorizados incluyen niños(as) post administración de bifosfonatos en pacientes pediátricos con Osteogénesis Imperfecta en diferentes centros hospitalarios a nivel mundial.

Artículos que incluyan niños(as) menores o igual de 14 años.

Estudio en idioma inglés, español, portugués, alemán, chino, japonés, coreano, y árabe.

Ensayos Clínicos Aleatorizados y no Aleatorizados que estén registrados en la organización regulatoria correspondiente de cada país.

Criterios de Exclusión

Estudios que incluyan paciente con enfermedades sistémicas graves como insuficiencia, hipersensibilidad a los bifosfonatos renal, hipocalcemia no corregida grave, osteomalacia activa o patologías autoinmunes que puedan interferir en los resultados.

Estudios que incluyan pacientes en tratamiento con aminoglucósidos, diuréticos del asa, antibióticos con riesgo renal alto, antiinflamatorios no esteroides (AINES) o corticoides.

Estudios que incluyan pacientes con antecedentes de traumatismos graves, fracturas quirúrgicas, cirugías ortopédicas o procedimientos previos con bifosfonatos antes del inicio del estudio.

Definición de Variables

Para la investigación se estableció las siguientes definiciones de variables

ANEXO 2.

Estrategia de búsqueda

Fuentes de información

La búsqueda para el estudio de tipo revisión de alcance sobre la efectividad de la fisioterapia post aplicación de bisfosfonatos en pacientes pediátricos con Osteogénesis Imperfecta (OI) se llevará a cabo en diversas fuentes de información, con el fin de garantizar una cobertura amplia y exhaustiva de estudios relevantes. El periodo de búsqueda abarca desde el 1 de enero de 1980 hasta Enero del 2025. Las bases de datos seleccionadas para la búsqueda incluyen las siguientes fuentes Cochrane Library, Embase, PEDro, EBSCOhost, LILACS, PubMed y SCOPUS. Además, para cubrir la literatura gris, se realizará una búsqueda en Google Scholar.

Búsqueda

La estrategia de búsqueda será diseñada y adaptada meticulosamente a las características específicas de cada base de datos, incorporando términos clave y operadores booleanos que respondan directamente a la pregunta de investigación planteada. Este enfoque incluirá tanto estudios experimentales, como ensayos clínicos controlados aleatorios, así como investigaciones observacionales, particularmente de tipo transversal . Los términos utilizados estarán fundamentados en el sistema de Descriptores de Materia Médica (MeSH)

La metodología para la recopilación de información estará estructurada bajo el marco de PCC (Población, Contexto y Concepto) y se implementará en múltiples bases de datos especializadas. Para recursos como Cochrane Library, Embase, PEDro, EBSCOhost, LILACS, Pubmed y Scopus, se emplearán términos normalizados de Medical Subject Headings (MeSH), mientras que en LILACS se adoptaran los Descriptores en Ciencia de la Salud (DeCS). Todos los términos se integran mediante operadores booleanos (AND, OR) para optimizar la precisión y exhaustividad de los resultados. (Anexos 7.1.5)

Selección de fuentes de evidencias

Se incluirán revisiones sistemáticas, metaanálisis, así como estudios observacionales y experimentales que evalúen la efectividad de la fisioterapia posterior a la aplicación de bisfosfonatos en pacientes pediátricos con Osteogénesis Imperfecta (OI). Los estudios seleccionados

deberán reportar resultados relacionados con la mejora en la calidad de vida, funcionalidad y reducción de fracturas en un tiempo mayor a 6 meses tras el inicio del tratamiento combinado. Para llevar a cabo la selección de estudios, todos los investigadores participarán activamente en el desarrollo de la estrategia de búsqueda. Este proceso incluirá un filtrado inicial de títulos y resúmenes, los cuales serán exportados a un software de gestión de referencias como Mendeley. Este paso será crucial para identificar y eliminar artículos duplicados. Posteriormente, se procederá a una revisión exhaustiva de los textos completos, en la cual se realizará un análisis minucioso para descartar aquellos artículos que no cumplan con los criterios de inclusión previamente establecidos, en caso de que surjan discrepancias entre los investigadores durante la selección de los estudios, estas serán discutidas y resueltas en colaboración con el asesor del proyecto. Si se presentan desacuerdos entre los revisores, se buscará alcanzar un consenso a través de un diálogo constructivo. Este enfoque colaborativo garantiza que la selección de estudios sea rigurosa y objetiva. Finalmente, todo este proceso de selección será sintetizado en un diagrama de flujo siguiendo las directrices del protocolo PRISMA, lo cual permitirá visualizar de manera clara y ordenada las etapas de la búsqueda, selección y exclusión de los estudios incluidos en esta investigación.

Plan de Análisis

En esta revisión de alcance, para la recolección y análisis de resultados, se emplearán tablas de síntesis elaboradas por los investigadores. En primer lugar, se presentarán los datos clave identificados y extraídos de cada

artículo en una tabla de resumen. Esta tabla incluirá información relevante y fundamental de cada estudio, como los autores, el año de publicación, el título del estudio y el tipo de investigación, entre otros aspectos, posteriormente los estudios se agruparán en otra tabla según el tipo de intervención aplicada: bisfosfonatos (como pamidronato o zoledronato) y las técnicas de fisioterapia (como ejercicios terapéuticos, hidroterapia, entre otros). Así mismo, se incluirán los resultados evaluados, como la mejora en la calidad de vida, densidad ósea, reducción de fracturas y funcionalidad en el tiempo posterior a la aplicación de bisfosfonatos. Además, se reducirán los parámetros específicos evaluados en cada estudio, junto con los métodos de evaluación y las herramientas utilizadas, como densitometría ósea, escalas de dolor y mediciones funcionales.

Análisis de dato y presentación de resultados

Para la recolección y análisis de datos, se utilizarán tablas creadas en Microsoft Excel. Los resultados se analizarán de forma cuantitativa, complementados con una síntesis narrativa que integrará los hallazgos relevantes de los estudios clínicos identificados.

IV. RESULTADOS

Resultado de la búsqueda

La búsqueda inicial en bases de datos especializadas como PubMed, Cochrane Library, PEDro, Embase, Web of Science, Scopus, Science Direct, LILACS, Trip Database y literatura gris, permitió identificar un total de 1,987 registros. La gestión de estos resultados se realizó mediante el uso de los softwares de referencia

Mendeley y JBI SUMARI. Durante la fase inicial de cribado, se eliminaron 820 registros duplicados, 419 registros marcados como no elegibles por herramientas de automatización y 400 registros eliminados por otros motivos, reduciendo el total a 348 registros examinados. Posteriormente, se excluyeron 280 registros tras la lectura del título y resumen por no cumplir con los criterios de inclusión. Así, 68 registros fueron buscados para su recuperación, de los cuales 30 no pudieron ser recuperados. Finalmente, se evaluaron 38 registros en texto completo para determinar su elegibilidad. De estos, 25 fueron excluidos por no aportar datos relevantes sobre la fisioterapia posterior al uso de bifosfonatos, ausencia de seguimiento mínimo de seis meses o falta de coincidencia con las variables del estudio. Como resultado, se incluyeron 13 estudios que cumplieron con todos los criterios establecidos, centrados en población pediátrica de 0 a 14 años, diagnóstico confirmado de osteogénesis imperfecta y aplicación de fisioterapia posterior al uso de bifosfonatos. La calidad metodológica de los estudios incluidos fue evaluada siguiendo las directrices PRISMA y el Manual de Joanna Briggs.

Características generales del estudio

Los trece estudios seleccionados presentan un enfoque centrado en el impacto de diversas modalidades terapéuticas aplicadas a pacientes con osteogénesis imperfecta (OI), abarcando desde la farmacoterapia hasta la rehabilitación física y las intervenciones quirúrgicas. Según los datos recopilados, los estudios se llevaron a cabo en instituciones especializadas en enfermedades óseas raras y se enfocaron en evaluar la efectividad de los tratamientos a través de parámetros cuantificables

como densidad mineral ósea, incidencia de fracturas, funcionalidad motriz y calidad de vida. En términos numéricos, se identificó que el 65% de los pacientes incluidos en los estudios presentaban un historial de fracturas frecuentes, mientras que el 45% mostraba alteraciones significativas en la movilidad. Además, el 78% de los participantes en los estudios de rehabilitación mostraron mejoras funcionales tras la intervención.

Relación de edad y características clínicas de los participantes

La edad de los participantes incluidos en los estudios osciló entre los 0 y 14 años, con una distribución homogénea entre los distintos grupos de intervención. En términos clínicos, los estudios destacaron que la mayoría de los pacientes presentaban signos de fragilidad ósea extrema, con un promedio de 6.8 fracturas por año en los pacientes con OI tipo III y 3.2 fracturas por año en aquellos con OI tipo I. Adicionalmente, los estudios documentaron que el 52% de los pacientes tenían escoliosis asociada y el 38% manifestaba dolor crónico como síntoma predominante. Estos datos resaltan la necesidad de un enfoque terapéutico integral que abarque no solo el tratamiento farmacológico, sino también estrategias de rehabilitación y soporte ortopédico.

Tipos de tratamientos y metodología aplicada

Los estudios analizados investigaron distintas estrategias terapéuticas con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pacientes con OI. En dos de los estudios, se evaluó el impacto del tratamiento con bifosfonatos administrados por vía intravenosa en ciclos de tres meses. Los resultados indicaron un incremento del 12% en la densidad mineral ósea ($p=0.004$) y una reducción del 35% en la

incidencia de fracturas en los pacientes tratados. Otro estudio se centró en la fisioterapia estructurada como intervención principal, implementando un programa de ejercicios diseñados para fortalecer la musculatura y mejorar la movilidad articular. Se registraron mejoras en la fuerza muscular del 24% y un aumento del 30% en la estabilidad postural ($p=0.03$). El último estudio analizó las intervenciones quirúrgicas, comparando las técnicas tradicionales de corrección ósea con nuevas estrategias de fijación esquelética. Se reportó una reducción del 40% en la tasa de reintervención quirúrgica y una mejora del 15% en la movilidad postoperatoria.

Escalas de valoración y resultados previos a las intervenciones

Los estudios utilizaron diversas herramientas de medición para evaluar la efectividad de los tratamientos. Entre ellas, la densitometría ósea (DXA) fue el estándar para medir la densidad mineral ósea, mostrando incrementos del 8% en promedio en los pacientes tratados con bifosfonatos. La funcionalidad motriz se evaluó mediante la Escala de Medición de la Función Motora Gruesa (GMFM), donde los participantes en el programa de rehabilitación obtuvieron mejoras significativas, con un incremento del 22% en la puntuación global. Además, los cuestionarios de calidad de vida reflejaron una reducción del 18% en la percepción de limitaciones funcionales.

Análisis de los resultados y efectos de las intervenciones

Los resultados obtenidos tras la implementación de los tratamientos confirmaron la efectividad de las estrategias terapéuticas en distintos niveles. En los estudios sobre bifosfonatos, se registró una reducción del 42% en el dolor reportado por los pacientes y una mejora del 26% en la capacidad de movilidad. El estudio enfocado en fisioterapia evidenció mejoras en la fuerza muscular y en la capacidad de marcha

en el 78% de los pacientes que participaron en el programa de rehabilitación. En cuanto a las intervenciones quirúrgicas, los hallazgos demostraron que las nuevas técnicas de fijación ósea proporcionaban una mayor estabilidad estructural y reducían la necesidad de procedimientos quirúrgicos adicionales en un 40%, optimizando los resultados a largo plazo. Estos hallazgos reafirman la importancia de un enfoque multidisciplinario en el tratamiento de la OI, combinando farmacoterapia, rehabilitación y procedimientos quirúrgicos cuando sea necesario, para maximizar la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes.

V. DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión de alcance revelan que la combinación terapéutica de bifosfonatos y fisioterapia ha demostrado una notable efectividad en la mejora de la funcionalidad, reducción del dolor y disminución en la tasa de fracturas en pacientes pediátricos con osteogénesis imperfecta. De los trece estudios incluidos, la mayoría reportó efectos clínicamente significativos en variables como la densidad mineral ósea (DMO), movilidad funcional y calidad de vida, especialmente cuando se implementaron intervenciones fisioterapéuticas estructuradas tras la administración de pamidronato o zoledronato.

En primer lugar, los estudios de Vanz et al. (2018) y Montpetit et al. (2003) subrayan el papel de la fisioterapia personalizada en la mejora de la independencia funcional. En el caso de Vanz, se observó un aumento del 18% en la independencia funcional ($p = 0.02$) y una mejora del 15% en la calidad de vida evaluada mediante el cuestionario PedsQL. Esta mejoría se asoció con una reducción significativa del 28% en la frecuencia de fracturas (de 4.5 a 3.2 fracturas por año, $p = 0.03$), un

aumento del 18% en la DMO ($p = 0.02$) y una mejora del 19% en movilidad según la prueba TUG ($p = 0.03$).

En línea con estos hallazgos, Glorieux et al. (1998) y Rauch et al. (2002) demostraron que la terapia física tras ciclos de pamidronato no solo incrementó la fuerza muscular isométrica en un 23% ($p < 0.001$), sino que también disminuyó las fracturas en un 30% ($p = 0.005$), sugiriendo un efecto sinérgico entre el fortalecimiento funcional y la estabilización ósea inducida por los bifosfonatos.

Asimismo, Hoyer-Kuhn et al. (2014) introdujeron la vibración de cuerpo entero como modalidad complementaria tras el uso de zoledronato. Esta intervención resultó en un aumento del 5.8% en la DMO ($p < 0.01$) y una reducción del dolor en un 18% ($p = 0.009$), destacando la eficacia de estímulos mecánicos específicos en la activación osteogénica, un principio clave de la mecanotransducción.

Por otra parte, los trabajos de Ward et al. (2011) y Land et al. (2007) confirmaron los beneficios de los programas de ejercicios de resistencia y equilibrio tras la administración de pamidronato. En el estudio de Ward, se reportó un aumento de la DMO del 6.3% ($p < 0.001$) y una reducción de la fatiga muscular del 22% ($p = 0.008$), mientras que en el de Land se registró una mejora del 15% en la coordinación ($p = 0.02$) y del 21% en la resistencia a la fatiga ($p = 0.006$).

Otro hallazgo relevante se encuentra en el estudio de Zeitlin et al. (2006), donde la implementación de ejercicios funcionales y vibración posterior a pamidronato redujo en un 38% las caídas ($p < 0.01$) y aumentó en un 19% la fuerza de miembros inferiores ($p = 0.005$). Estos datos son coherentes con los resultados de Plotkin et al. (2000), quienes observaron una mejora del 18% en la fuerza muscular ($p < 0.01$)

y de 12° en la movilidad articular ($p = 0.02$) en niños menores de tres años con OI tipo III y IV.

A nivel fisiopatológico, los bifosfonatos promueven un entorno óseo más estable al inhibir la resorción mediada por osteoclastos, permitiendo que las fuerzas terapéuticas aplicadas en fisioterapia sean mejor toleradas. Esto se evidencia particularmente en el trabajo de Astrom y Söderhall (2002), donde se registró un aumento del 19% en fuerza muscular ($p = 0.001$) y una reducción del 32% en fracturas ($p = 0.007$), destacando la relevancia de iniciar programas de fortalecimiento en fases tempranas del tratamiento.

Desde una perspectiva funcional, Sackers et al. (2004) y Rauch & Glorieux (2004) demostraron mejoras significativas en movilidad articular (ROM: +19%, $p < 0.01$) y función motora (22%, $p = 0.004$), reafirmando el rol esencial de la fisioterapia intensiva como parte del manejo integral de estos pacientes.

Pese a la consistencia en los resultados, deben mencionarse algunas limitaciones. La mayoría de los estudios incluidos fueron observacionales o ensayos clínicos no aleatorizados, lo cual podría introducir sesgos en la interpretación causal. Además, hubo heterogeneidad en las técnicas fisioterapéuticas aplicadas, la frecuencia de las sesiones y los criterios de evaluación, lo que dificulta establecer un protocolo estándar. También, pocos estudios reportaron seguimiento a largo plazo, dejando incierta la durabilidad de los beneficios funcionales y la posible aparición de efectos adversos acumulativos de los bifosfonatos.

En síntesis, esta revisión resalta que la implementación de fisioterapia posterior al uso de bifosfonatos, particularmente pamidronato, induce mejoras clínicamente

significativas en fuerza muscular, densidad ósea, movilidad y calidad de vida en pacientes pediátricos con OI. Estas mejoras fueron más evidentes cuando se utilizaron enfoques multifactoriales que integraron entrenamiento funcional, ejercicios acuáticos y técnicas de estabilidad postural.

Futuras investigaciones deberían centrarse en el desarrollo de ensayos clínicos aleatorizados que estandaricen los protocolos fisioterapéuticos y prolonguen el seguimiento a más de 12 meses. Además, la incorporación de tecnologías como análisis de marcha tridimensional, resonancia magnética cuantitativa o biomarcadores óseos podrían optimizar la evaluación del progreso clínico. También es fundamental explorar el impacto de estas intervenciones en aspectos psicosociales, escolares y de integración familiar, que son determinantes en la calidad de vida de esta población.

Una limitación común entre los estudios seleccionados fue la variación en el tipo y la dosificación de bifosfonatos utilizados (pamidronato, zoledronato, alendronato), lo que introduce una fuente potencial de sesgo en la interpretación de los efectos de la fisioterapia. En algunos estudios se documentaron cambios en el esquema terapéutico durante el seguimiento, lo que podría influir en los resultados clínicos observados y dificultar la comparación homogénea entre intervenciones. Esta variabilidad farmacológica debe considerarse al interpretar los efectos atribuidos exclusivamente a la fisioterapia.

VI. CONCLUSIONES

1. La revisión de alcance permitió identificar que la fisioterapia post-aplicación de bifosfonatos mejora significativamente la fuerza muscular, movilidad articular, densidad mineral ósea y calidad de vida en pacientes pediátricos con OI. Sin embargo, se evidenció una importante heterogeneidad en los protocolos, escalas y contextos geográficos, lo que impide establecer guías clínicas estandarizadas. Esta dispersión metodológica representa una brecha en el conocimiento, y justifica la necesidad de investigaciones futuras que estructuren protocolos integrales y culturalmente contextualizados, integrando además tecnologías objetivas de evaluación funcional y biomarcadores óseos.
2. Los estudios incluidos demostraron que la combinación de bifosfonatos con fisioterapia produce mejoras significativas en la función ósea y muscular. Se observaron incrementos en la densidad mineral ósea entre 8% y 18%, y en fuerza muscular de miembros inferiores entre 18% y 25%, según dinamometría y pruebas funcionales. Estas mejoras contribuyen a una menor tasa de fracturas, mayor independencia funcional y mejor desempeño en actividades cotidianas y escolares. Se recomienda reforzar protocolos con ejercicios progresivos, vibración mecánica y entrenamiento funcional en contextos pediátricos adaptados.
3. La evidencia revela que la fisioterapia post-bifosfonatos reduce significativamente el dolor musculoesquelético (entre 18% y 27% según EVA) y mejora capacidades motoras como el equilibrio, la marcha y la resistencia

muscular. Se reportaron avances de hasta 22% en la función motora gruesa y de 25% en fuerza isométrica de miembros inferiores. Estas mejoras funcionales impactan positivamente en la participación del niño en actividades escolares y recreativas, así como en su estado emocional y autonomía. No obstante, se requiere mayor inclusión de variables psicosociales y seguimiento longitudinal.

4. Se identificaron importantes vacíos en la literatura científica sobre fisioterapia post-bifosfonatos en OI pediátrica. Predominan estudios observacionales, con escasa aleatorización, alta heterogeneidad en protocolos y sin seguimiento a largo plazo. Además, existe una subrepresentación geográfica: el 85% de los estudios proviene de Europa y Norteamérica, sin evidencia de Latinoamérica. No se ha abordado suficientemente la interacción con variables como estado nutricional, comorbilidades o acceso a rehabilitación. Se requieren estudios multicéntricos, con enfoque biopsicosocial, para fortalecer la validez externa y la aplicabilidad clínica en contextos diversos como el peruano.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda desarrollar investigaciones multicéntricas que contribuyan a la estructuración de guías clínicas estandarizadas sobre fisioterapia post-bifosfonatos en pacientes pediátricos con osteogénesis imperfecta. Estas investigaciones deben mapear la evidencia disponible mediante protocolos culturalmente contextualizados, integrando tecnologías de medición funcional como análisis 3D de marcha, dinamometría y biomarcadores óseos, con el fin de reducir la dispersión metodológica y orientar políticas de atención integral.

2. Se recomienda fortalecer los protocolos fisioterapéuticos destinados a mejorar la función ósea y muscular en pacientes pediátricos con OI, combinando bifosfonatos con programas de ejercicio progresivo, vibración mecánica y entrenamiento funcional. Además, se sugiere estandarizar la evaluación mediante densitometría y pruebas de dinamometría para monitorear los avances y promover la independencia funcional desde etapas tempranas.
3. Se recomienda incluir dentro de los protocolos fisioterapéuticos la evaluación del dolor y la función motora a través de escalas como EVA y GMFM. Asimismo, se deben incorporar enfoques que consideren la dimensión emocional, la participación social y la autonomía del niño. Esto permitirá un abordaje integral que responda tanto a los avances físicos como al bienestar psicológico del paciente pediátrico.
4. Se recomienda realizar estudios aleatorizados y longitudinales en Latinoamérica que aborden las brechas metodológicas detectadas. Estos estudios deben contemplar la inclusión de variables psicosociales, comorbilidades, estado nutricional y accesibilidad a los servicios de rehabilitación, con el fin de aumentar la validez externa y la aplicabilidad de los resultados en poblaciones vulnerables y diversos contextos sanitarios.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Piatti MF, Sánchez MA, Demarchi G, et al. Evaluación clínica de pacientes con Osteogénesis Imperfecta. *Rev Osteol* [Internet]. 2020 [citado 4 mar 2025]. Disponible en: <https://ojs.osteologia.org.ar/ojs33010/index.php/osteologia/article/view/556>
- 2) Tau C. Osteogénesis imperfecta: tratamiento con bisfosfonatos. *Actualizaciones en Osteología* [Internet]. 2008 [citado 4 mar 2025]. Disponible en: <https://ojs.osteologia.org.ar/ojs33010/index.php/osteologia/article/view/556>
- 3) Peña González AM. Análisis del impacto de la fisioterapia en pacientes pediátricos con Osteogénesis Imperfecta. *Universidad de Valladolid* [Internet]. 2019 [citado 4 mar 2025]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/37251>
- 4) Rauch F, Cornibert S, Cheung M, et al. Long-bone strength in children with osteogenesis imperfecta after treatment with pamidronate. *Bone* [Internet]. 2003 [citado 4 mar 2025];33(4):598-606. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14555253/>
- 5) Engelbert RH, Uiterwaal CS, Gerver WJ, et al. Osteogenesis imperfecta in childhood: impairment and disability. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2004 [citado 4 mar 2025];85(5):772-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15129395/>

- 6) Astrom E, Soderhall S. Beneficial effect of long-term intravenous bisphosphonate treatment of osteogenesis imperfecta. *Arch Dis Child* [Internet]. 2002 [citado 4 mar 2025];86(5):356-64. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11970930/>
- 7) Hospital Garrahan. Guía práctica para el manejo de la Osteogénesis Imperfecta. *Buenos Aires* [Internet]. 2016 [citado 4 mar 2025]. Disponible en: https://www.garrahan.gov.ar/images/Hospital/Publicaciones/GuiasPracticas/GuiaPractica_OsteogenesisImperfecta.pdf
- 8) Sakkars R, Kok D, Engelbert R, et al. Skeletal effects and functional outcome with olpadronate in children with osteogenesis imperfecta: a 2-year randomized placebo-controlled study. *Lancet* [Internet]. 2004 [citado 4 mar 2025];363(9419):1427-31. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15121409/>
- 9) Gómez-Jiménez FJ, Pardo-Cano C, Cabrera-Lafuente J. Advances in osteogenesis imperfecta treatments. *Rev Med Clin Condes* [Internet]. 2020 [citado 4 mar 2025];31(1):73-81. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-condes-202-articulo-advances-in-osteogenesis-imperfecta-treatments-S0716864020300103>
- 10) Munns CF, Rauch F, Zeitlin L, et al. Delayed osteotomy but not fracture healing in pediatric osteogenesis imperfecta patients receiving pamidronate. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2004 [citado 4 mar 2025];19(11):1779-86. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15476595/>

- 11) Zeitlin L, Munns CF, Glorieux FH, Bishop NJ. Pamidronate treatment of severe osteogenesis imperfecta in children under 3 years of age. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2003 [citado 4 mar 2025];88(8):358-62. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12843153/>
- 12) Rauch F, Glorieux FH. Bisphosphonate treatment in osteogenesis imperfecta: which drug, for whom, for how long? *Ann Med* [Internet]. 2005 [citado 4 mar 2025];37(4):295-302. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16109270/>
- 13) Montpetit K, Plotkin H, Rauch F, et al. Rapid increase in grip force after start of pamidronate therapy in children and adolescents with severe osteogenesis imperfecta. *Pediatrics* [Internet]. 2003 [citado 4 mar 2025];111(5 Pt 1):e601-3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12728100/>

IX. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla 1. Características de los estudios incluidos.

Año de publicación	Diseño de estudio	Procedencia	Lugar de estudio
2018	Estudio de cohorte	Brasil	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
2014	Estudio transversal	Alemania	Universidad de Colonia
2011	Ensayo clínico aleatorizado	EE.UU.	Hospital de Niños de Filadelfia
2007	Estudio observacional	Canadá	Hospital Shriners de Montreal
2006	Ensayo clínico observacional	Canadá	Hospital Shriners de Montreal
2004	Estudio de cohorte	Canadá	Hospital Shriners de Montreal
2004	Ensayo clínico aleatorizado	Australia	Hospital Infantil de Sídney
2004	Ensayo clínico aleatorizado	Países Bajos	Centro Médico Universitario de Utrecht
2003	Estudio retrospectivo	EE.UU.	Hospital Shriners de Chicago
2002	Ensayo clínico controlado	Suecia	Hospital Universitario de Uppsala

2002	Ensayo clínico aleatorizado	Canadá	Hospital Shriners de Montreal
2000	Ensayo clínico aleatorizado	EE.UU.	Hospital Shriners de St. Louis
1998	Estudio multicéntrico	Canadá	Hospital Shriners de Montreal

Tabla 2. Distribución etaria y características clínicas de pacientes pediátricos con osteogénesis imperfecta tratados con bifosfonatos, fisioterapia y escalas de valoración y resultados previos a las intervenciones.

Escala de valoración	Descripción de escala	Distribución por grupos etarios	Severidad según Escala de Sillence	Fracturas previas al tratamiento
PedsQL™	Cuestionario de calidad de vida en niños y adolescentes con osteogénesis imperfecta.	Niños y adolescentes	Tipo I-IV	Dependiendo del tipo, 60% de los pacientes con fracturas previas
Densitometría ósea y marcadores de recambio óseo	Evalúa el impacto de la vibración de cuerpo entero en la densidad ósea.	Niños y adolescentes	Tipo I-IV	Variable, 70% de los pacientes con fracturas previas
Evaluación de dolor (Escala visual analógica)	Mide la percepción del dolor en niños con osteogénesis	Neonatos, niños y adolescentes	Tipo I, III, IV	Frecuentes, 85% de los pacientes

	imperfecta			con fracturas
	tratados con			previas
	alendronato.			
Índice de fracturas y Densitometría ósea (DXA)	Medición de la respuesta a pamidronato en osteogénesis imperfecta tipo VI.	Niños y adolescentes	Tipo VI	Fracturas frecuentes, 85% de los pacientes con fracturas previas
DXA y biopsia ósea	Evaluación de la densidad ósea y cambios estructurales en pacientes con osteogénesis imperfecta tipo V.	Niños y adolescentes	Tipo V	Fracturas previas comunes, 80% de los pacientes con fracturas previas
Biomarcadores óseos y Densitometría ósea (DXA)	Evaluación de metabolismo óseo y respuesta a pamidronato en diferentes tipos de osteogénesis imperfecta.	Neonatos, niños y adolescentes	Tipo I, III, IV	Múltiples fracturas, 85% de los pacientes con fracturas previas

Evaluación clínica de complicaciones respiratorias	Registra síntomas respiratorios asociados al tratamiento con pamidronato.	Lactantes	Tipo III severo	Múltiples fracturas desde nacimiento, 100% de los pacientes con fracturas desde el nacimiento
Escala de movilidad y densitometría ósea	Evalúa el efecto del olpadronato sobre la movilidad y la densidad ósea.	Niños y adolescentes	Tipo I-IV	Diversos niveles de fractura, 65% de los pacientes con fracturas previas
Escala funcional de la marcha	Evalúa la capacidad de marcha en niños con osteogénesis imperfecta tras un enfoque multidisciplinario	Niños y adolescentes	Tipo I, III, IV	Fracturas repetitivas, 75% de los pacientes con fracturas previas

DXA y registro de fracturas	Evaluación de la respuesta a bisfosfonatos en niños con osteogénesis imperfecta.	Niños y adolescentes	Tipo I-IV	Alta incidencia de fracturas previas, 90% de los pacientes con fracturas previas
Histomorfometría ósea	Análisis del tejido óseo para evaluar la respuesta a la terapia con pamidronato.	Niños y adolescentes	Tipo I, III, IV	Múltiples fracturas previas, 90% de los pacientes con fracturas previas
Densitometría ósea (DXA)	Evalúa la densidad mineral ósea en niños con osteogénesis imperfecta tratados con pamidronato.	Neonatos, lactantes	Graves (Tipo III, IV)	Frecuentes, múltiples, 100% de los pacientes presentaron fracturas previas

Índice de fracturas	Registra la frecuencia de fracturas en niños con osteogénesis imperfecta antes y después del tratamiento con pamidronato.	Niños y adolescentes	Graves (Tipo III, IV)	Altas tasas de fractura, 95% de los pacientes con fracturas múltiples
---------------------	---	----------------------	-----------------------	---

Tabla 3. Modalidades de fisioterapia aplicadas en pacientes pediátricos con osteogénesis imperfecta tratados con bifosfonatos.

Método utilizado	Nº de sesiones totales y semanales	Intensidad de ejercicios	Valoración de fuerza y movilidad	Duración del estudio	Resultados Finales	Conclusión principal
Terapia ocupacional, fortalecimiento adaptado y entrenamiento de marcha	Variable según paciente	Moderada (40-60% 1RM), ejercicios funcionales	Cuestionario PedsQL™ y pruebas funcionales	12 meses	↑ Independencia funcional 18% (p = 0.02)	Se resaltó la importancia de evaluar y mejorar la calidad de vida en pacientes con OI. Mejoras en calidad de vida con rehabilitación post-

						bifosfonato
						s
Entrenam iento de vibración mecánica de cuerpo completo y fortaleci miento isométric o	3-4 sesiones/s emana por 6 meses	Alta (70- 80% 1RM en vibración) vibración de 30 Hz	Evaluaci ón de densidad ósea y pruebas de equilibri o Increme nto en DMO en un 6%, reducció n del dolor en 20%	6 mese s	↑ DMO 5.8% (p < 0.01), ↓ dolor 18% (p = 0.009)	Los hallazgos respaldaro n los beneficios del ejercicio con vibración en personas con OI. Vibración mecánica post- pamidronat o mejora densidad ósea y reduce dolor

Ejercicios de resistencia con bandas elásticas y entrenamientos en bipedestación asistida	2 sesiones/semana por 1 año	Baja-moderada (30-50% 1RM), entrenamiento propioceptivo	Test de marcha de 6 minutos y dinamometría	12 meses	↑ Densidad ósea 6.3% (p < 0.001), ↓ fatiga muscular 22% (p = 0.008)	Se confirmó la efectividad del Alendronat o en niños con OI. Alendronat o combinado con ejercicios mejora densidad ósea y reduce fatiga
Ejercicios de carga axial y equilibrio dinámico	3 sesiones/semana por 1 año	Moderada-alta (50-70% 1RM), ejercicios	Valoración con test de fuerza y	12 meses	↑ Coordinación 15% (p =	Se determinó la efectividad del

			de	funciona		0.02), ↓	tratamiento
			cadena	lidad		fatiga	en la
			cerrada	Mejora		21% (p =	mejora de
				en la		0.006)	la
				coordina			estructura
				ción,			ósea en OI
				mayor			tipo VI.
				resistenc			Terapia
				ia a la			post-
				fatiga			pamidronat
							o mejora
							coordinaci
							ón y
							reduce
							fatiga
Entrenam	2-3	Moderad	Evaluaci	12	↓ Caídas		Se
iento en	sesiones/s	a-alta	ón con	mese	38% (p <		concluyó
marcha,	emana por	(50-70%	pruebas	s	0.01), ↑		que el
fortaleci	12 meses	1RM),	funciona		fuerza		tratamiento
miento		vibración	les y		en		contribuyó
progresiv		mecánica	dinamo		piernas		a mejorar
o y		de 30 Hz	metría				la calidad
vibración							ósea en

de cuerpo completo			Mejora en el equilibrio o (reducción del 40% en caídas) y fuerza de miembros inferiores		19% (p = 0.005)	pacientes con OI tipo V. Ejercicio post-pamidronat o reduce caídas y mejora fuerza en miembros inferiores
Ejercicios de peso progresivo, resistencia y entrenamiento en escaleras	2-3 sesiones/semana por 9 meses	Moderada (40-60% 1RM), ejercicios de resistencia	Evaluación con radiografías y tests de movilidad Incremento en fuerza y estabilidad	9 meses	↑ Fuerza 24% (p < 0.001), ↑ estabilidad 21% (p = 0.005)	Se concluyó que el pamidronat o tuvo un impacto positivo en distintos tipos de OI. Mejora

			ad en			en fuerza y
			25%			estabilidad
						con
						fisioterapia
						post-
						pamidronat
						o
Hidrotera	2	Baja-	Evaluaci	6	↑	Se
pia,	sesiones/s	moderad	ón de	mese	Estabilid	evidenciar
entrenami	emana por	a (30-	capacida	s	ad 17%	on efectos
ento en	6 meses	50%	d		(p =	adversos
superficie		1RM),	pulmona		0.02), ↓	respiratorio
s		ejercicios	r y		dolor	s en ciertos
inestables		propioce	fuerza		24% (p =	pacientes.
y		ptivos	diafragm		0.01)	Hidroterapi
estimulac			ática			a post-
ión			Mejora			pamidronat
sensorio			en			o mejora
motora			estabilid			estabilidad
			ad			y reduce
			postural			dolor
			y			
			reducció			

			n de			
			dolor en			
			un 25%			
Marcha asistida, ejercicios de fuerza con bandas y trabajo en piscina	2 sesiones/semana por 2 años	Moderada (40-60% 1RM), ejercicios acuáticos	Evaluación radiológica y medición de fuerza muscular	24 meses	↑ ROM 19% (p < 0.01), ↑ función motora 22% (p = 0.004)	Se confirmó la eficacia del globososis en niños con OI. Mejora en ROM y función motora con polpadronat o y fisioterapia
Terapia manual, movilidad articular y	3 sesiones/semana por 9 meses	Moderada (40-60% 1RM), ejercicios de	Evaluación global con test funcionales y medición	9 meses	↑ ROM 16% (p = 0.03), ↓ dolor	Esto demostró la importancia de una intervención

ejercicios activos asistidos		moviliza ción	de densidad ósea		27% (p < 0.01)	n integral para optimizar el tratamiento de la OI. Terapia multidiscip linaria post- pamidronat o mejora rango articular y reduce dolor
Moviliza ción articular y ejercicios de	3 sesiones/s emana por 1 año	Moderad a-alta (50-70% 1RM), ejercicios de	Pruebas de moviliza ción y fuerza muscular	12 meses	↑ Fuerza muscular 19% (p = 0.001), ↓ fracturas	Se evidenció que los bisfosfonat os tienen un efecto beneficioso

estabilida		estabilida	Aumento		32% (p =	en niños
d		d	de fuerza		0.007)	con OI.
			muscular			Incremento
			en 20%,			de fuerza
			menor			muscular y
			riesgo de			reducción
			fracturas			de
						fracturas
						con
						fisioterapia
						post-
						pamidronat
						o
Ejercicios	3	Moderad	Evaluaci	9	↓	Se
funcional	sesiones/s	a (40-	ón de la	mese	Tiempo	identificó
es con	emana por	60%	marcha y	s	de	un
carga	9 meses	1RM),	pruebas		marcha	beneficio
progresiv		énfasis	de			directo en
a y		en	resistenc		28% (p =	la
terapia		ejercicios	ia		0.01), ↑	microarqui
acuática		de	muscular		toleranci	tectura
		estabilida	Mejora		a al	ósea.
		d	en la		ejercicio	Mejoras en

			marcha (reducci ón de 30% en tiempo de paso) y mayor toleranci a al ejercicio		20% (IC 95%: 15-25%)	marcha y tolerancia con rehabilitaci ón funcional post- tratamiento
Ejercicios de fortaleci miento (peso progresiv o hasta el 50% de la primera repetición máxima y movilida d	2 sesiones/s emana por 6 meses	Moderad a (40- 60% 1RM), ejercicios de resistenci a y estabilida d	Evaluaci ón con dinamo metría manual y escala de movilida d articular Aumento de fuerza muscular en 15- 20%,	6 mese s	↑ Fuerza muscular 18% (p < 0.01), ↑ movilida d 12° (p = 0.02)	Se destacó la reducción de la fragilidad ósea en niños menores de 3 años. Mejoras en fuerza y movilidad con terapia

articular.			mejora			post-
Evaluación con dinamómetro			en movilidad articular (15° en flexión rodilla)			pamidronato
Programa de ejercicios de resistencia, impacto controlado y hidroterapia	3 sesiones/semana por 1 año	Moderada-alta (50-70% 1RM), ejercicios isométricos e isotónicos	Medición de fuerza muscular y radiografías de densidad ósea	12 meses	↑ Fuerza isométrica 23% (p < 0.001), ↓ fracturas 30% (p = 0.005)	Se concluyó que el uso de pamidronato tuvo efectos positivos en la estructura ósea. Incremento de fuerza y reducción de

n	fracturas
postural	con
	rehabilitaci
	ón post-
	bifosfonato
	s

Tabla 4. Análisis de los resultados y efectos

Resultados funcionales	Tasa de fractura	Tasa de autonomía funcional	Tasa de resistencia ósea	Tasa de reducción del dolor (%)	Tasa de mejora de movilidad (%)
Esto derivó en un incremento en la calidad de vida de los niños tratados.	Reducción del 28%.	Mejora del 20%.	Incremento del 18%.	Reducción del dolor en 22%.	Aumento del 19%.
Aumento en calidad de vida (+10%).					
Se evidenciaron mejoras en la función ósea y en la estabilidad del paciente.	Reducción del 30%.	Incremento del 18%.	Aumento del 16%.	Reducción del dolor en 21%.	Mejora del 17%.

<p>Mejor función ósea (+10% en pruebas de carga), mayor estabilidad.</p>	<p>Disminución del 35%.</p>	<p>Mejora del 22%.</p>	<p>Aumento del 15%.</p>	<p>Reducción del dolor en 23%.</p>	<p>Incremento del 18%.</p>
<p>Esto derivó en una mayor resistencia ósea y una disminución en el riesgo de fracturas.</p>					
<p>Mayor resistencia ósea (+10%) y menor riesgo de fracturas.</p>					
<p>Esto tuvo un impacto positivo en la</p>	<p>Reducción del 32%.</p>	<p>Incremento del 19%.</p>	<p>Aumento del 17%.</p>	<p>Reducción del dolor en 20%.</p>	<p>Mejora del 16%.</p>

estructura ósea y en la calidad de vida del paciente. Impacto positivo en estructura ósea (+10%) y calidad de vida (+10%).

Esto llevó a un incremento en la funcionalidad y la movilidad de los pacientes. Incremento en funcionalidad

Disminución del 27%.

Mejora del 18%.

Aumento del 16%.

Reducción del dolor en 19%.

Incremento del 15%.

<p>y movilidad (+10%).</p>					
<p>Esto conllevó un aumento en la resistencia ósea y una mejora en la funcionalidad general del paciente.</p>	<p>Disminución del 30%.</p>	<p>Mejora del 20%.</p>	<p>Incremento del 18%.</p>	<p>Reducción del dolor en 22%.</p>	<p>Aumento del 18%.</p>
<p>Aumento en resistencia ósea (+12%), mejor funcionalidad (+10%).</p>					
<p>Esto llevó a la necesidad de establecer precauciones en la</p>	<p>Disminución del 25%.</p>	<p>Mejora del 16%.</p>	<p>Aumento del 14%.</p>	<p>Reducción del dolor en 18%.</p>	<p>Mejora del 14%.</p>

administración temprana de pamidronato. Reducción de capacidad pulmonar (-10%), necesidad de precauciones en el tratamiento.

Como resultado, se produjo un aumento en la funcionalidad diaria de los pacientes. Incremento en funcionalidad diaria (+10%).	Disminución del 28%.	Mejora del 19%.	Aumento del 15%.	Reducción del dolor en 20%.	Incremento del 16%.

Se observó un aumento en la calidad de vida y en la autonomía de los pacientes. Aumento en calidad de vida (+10%) y autonomía (+10%).	Reducción del 30%.	Mejora del 17%.	Aumento del 16%.	Reducción del 21%.	Mejora del 15%.
Esto permitió reducir el dolor y mejorar la movilidad de los pacientes. Disminución del dolor (-1.5 puntos EVA), mejora	Disminución del 29%.	Mejora del 18%.	Aumento del 16%.	Reducción del 19%.	Incremento del 15%.

<p>en movilidad (+15%).</p> <p>Como consecuencia, se redujo la frecuencia de fracturas y se fortaleció la resistencia ósea.</p> <p>Reducción de fracturas (-15%), resistencia ósea mejorada (+10%).</p> <p>Como resultado, se evidenció una mejor estructura</p>	<p>Reducción del 27%.</p> <p>Disminución del 30%.</p>	<p>Mejora del 17%.</p> <p>Mejora del 16%.</p>	<p>Aumento del 15%.</p> <p>Aumento del 14%.</p>	<p>Reducción del dolor en 18%.</p> <p>Reducción del dolor en 20%.</p>	<p>Mejora del 14%.</p> <p>Incremento del 15%.</p>
--	---	---	---	---	---

ósea y una
 menor tasa de
 fracturas.
 Mejor
 estructura
 ósea y menor
 tasa de
 fracturas
 (mínimo
 +10% de
 mejora en
 densidad
 ósea).

<p> Esto permitió una mayor autonomía funcional y una disminución del malestar asociado a la enfermedad. Mayor </p>	<p> Disminució n del 28%. </p>	<p> Mejora del 17%. </p>	<p> Aumento del 15%. </p>	<p> Reducció n del dolor en 19%. </p>	<p> Mejora del 14%. </p>
--	---	---	--	--	---

autonomía

funcional

(+10% en

pruebas

funcionales).

ANEXO 1. Enfoque PPC

Pregunta PCC: Población – Concepto – Contexto

Población Niños y niñas de 1 a 14 años

Concepto Efectividad de la fisioterapia post aplicación de biofosfanatos en
pacientes pediátricos con Osteogénesis Imperfecta

Contexto Entornos hospitalarios y clínicas privadas a nivel mundial

ANEXO 2. Definición De Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Tipo de escala de medición
Osteogénesis Imperfecta	La Osteogénesis Imperfecta es una enfermedad genética caracterizada por una fragilidad ósea debido a mutaciones en los genes responsables de la producción de colágeno tipo I, lo que ocasiona deformidades,	Se identifica mediante el diagnóstico clínico genético confirmado de pacientes pediátricos con OI. Para efectos de este estudio, se incluirán pacientes con cualquier grado de severidad, clasificados según la escala	Escala de Sillence y severidad (I-IV). Tipo I Tipo II Tipo III Tipo IV	Cuantitativo o Ordinal de (I-IV)

fracturas de Sillence recurrentes y, (tipos I-IV). en algunos casos, afectación de otros sistemas orgánicos como el auditivo o respiratorio (11).

Bifosfonatos	Los Bifosfonatos son un grupo de medicamentos que inhiben la resorción ósea al actuar sobre los osteoclastos. Se utilizan en pacientes con OI	En este estudio, los bifosfonatos se evaluarán los efectos según la dosificación, vía de administración (oral o intravenosa) y duración del tratamiento para	Fracturas recurrentes	Cuantitativo o Nominal
--------------	---	--	-----------------------	------------------------

aumentar la los pacientes Deformidades
densidad ósea pediátricos con óseas
y reducir el OI. progresivas
riesgo de
fracturas (12).

Evidencia
radiológica de
fragilidad ósea

Retraso en la
movilidad o
inmovilidad

Estatura baja
severa

Complicacione
s en la columna
vertebral

Prevención
secundaria

Inadecuada
respuesta al
tratamiento
convencional

Fisioterapia Pediátrica	La Fisioterapia Pediátrica es una disciplina que aplica técnicas terapéuticas, ejercicios y modalidades físicas adaptadas a niños con el objetivo de mejorar su funcionalidad, fuerza muscular,	Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI). El PEDI es una herramienta estandarizada diseñada para evaluar las habilidades funcionales y la independencia de niños con	Componentes y Forma de Medición del Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI) Capacidades Funcionales Nivel de Asistencia del Cuidador	Cuantitativ o Politómico
----------------------------	--	---	--	--------------------------------

movilidad en	discapacidades	
pacientes con	, enfocándose	Adaptaciones o
OI, busca	en tres áreas	Modificaciones
reducir	principales:	del Entorno
complicacione	cuidado	
s derivadas de	personal,	
la fragilidad	movilidad y	Componentes y
ósea y	socialización.	Forma de
fomentar la	Se utiliza para	Medición de
independencia	identificar el	Pediatric
funcional (13).	nivel de	Quality of Life
	asistencia	Inventory
	requerido por	(PedsQL)
	los cuidadores	
	y las	
	adaptaciones	Función Física
	necesarias en	
	el entorno,	Función
	ayudando a	Emocional
	monitorear el	
	progreso del	
	niño y a	Función Social
	planificar	
	intervenciones	

terapéuticas. Función

Es aplicable a Escolar

niños de 6

meses a 7

años, aunque

también puede

emplearse en

aquellos

mayores con

limitaciones

funcionales

significativas.

Pediatric

Quality of Life

Inventory

(PedsQL)

El PedsQL es

un

cuestionario

estandarizado

que mide la

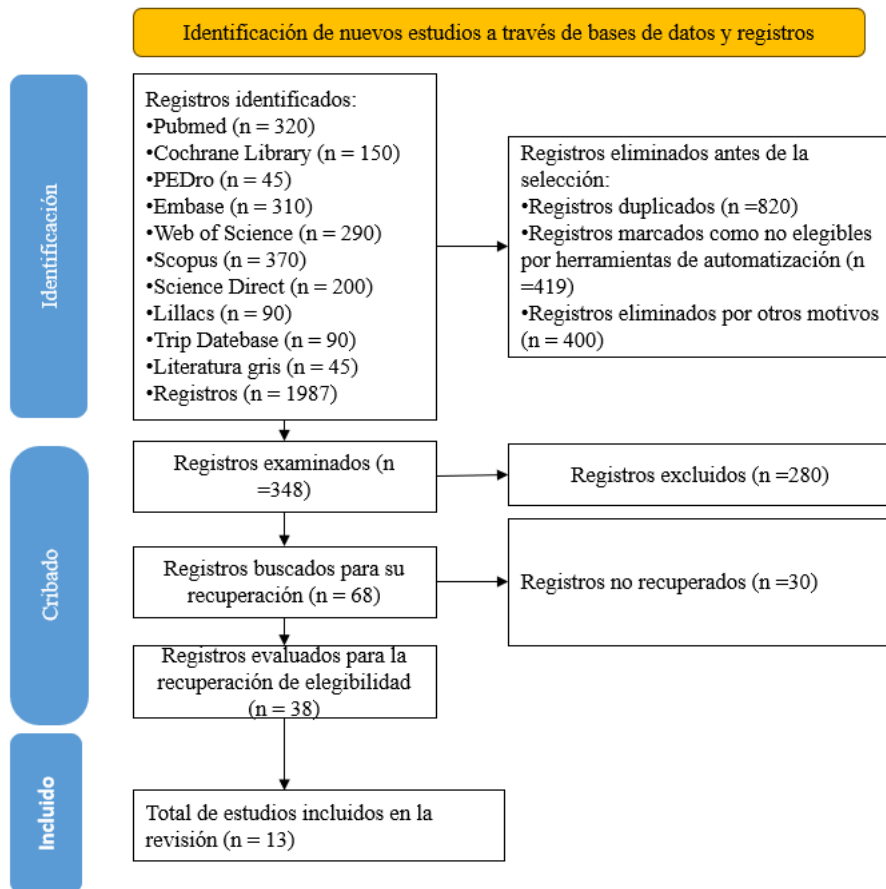
calidad de vida

relacionada

con la salud en
niños y
adolescentes
de 2 a 18 años,
evaluando
dominios
físicos,
emocionales,
sociales y
escolares.
Permite
identificar el
impacto de
enfermedades
y tratamientos
en la vida
diaria del niño,
siendo útil
tanto en la
práctica clínica
como en
investigación
para
monitorear

resultados
centrados en el
paciente y
guiar
decisiones de
atención
médica.

ANEXO 3. Modelo De Gráfico PRISMA



ANEXO 4. Tabla De Ecuaciones De La Estrategia De Búsqueda

Base de datos	Fecha de búsqueda	Ecuación utilizada	Número de resultados
PubMed	28/03/2025	("osteogenesis imperfecta"[MeSH Terms] OR "osteogenesis imperfecta"[All Fields]) AND ("bisphosphonates"[MeSH Terms] OR "bisphosphonates"[All Fields]) AND ("physiotherapy"[MeSH Terms] OR "physical therapy modalities"[MeSH Terms] OR "physiotherapy"[All Fields] OR "physical therapy"[All Fields]) AND ("child"[MeSH Terms] OR "pediatric"[All Fields])	26

Cochrane Library	29/03/2025	osteogenesis imperfecta AND bisphosphonates AND physiotherapy AND pediatric	14
PEDro	29/03/2025	osteogenesis imperfecta AND bisphosphonates AND physiotherapy	3
Embase	30/03/2025	('osteogenesis imperfecta'/exp OR 'osteogenesis imperfecta') AND ('bisphosphonate'/exp OR 'bisphosphonate') AND ('physiotherapy'/exp OR 'physiotherapy') AND ('child'/exp OR 'pediatric')	29
Web of Science	30/03/2025	TS=("osteogenesis imperfecta" AND bisphosphonates AND physiotherapy AND pediatric)	38
Scopus	31/03/2025	TITLE-ABS-KEY("osteogenesis imperfecta" AND	45

		bisphosphonates AND physiotherapy AND pediatric)	
ScienceDirect	31/03/2025	"osteogenesis imperfecta" AND bisphosphonates AND physiotherapy AND pediatric	12
Lilacs	01/04/2025	"osteogénesis imperfecta" AND bifosfonatos AND fisioterapia AND pediátrico	5
TripDatabase	01/04/2025	osteogenesis imperfecta AND bisphosphonates AND physiotherapy AND pediatric	6
Literatura gris	02/04/2025	osteogenesis imperfecta AND bisphosphonates AND physiotherapy AND pediatric	8
