



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE ODONTOLOGÍA
LICENCIATURA DE CIRUJANO DENTISTA

TESIS

**Características clínicas e histológicas de la Hipomineralización Molar-Incisivo:
Revisión de la literatura**

**Para obtener el grado de
Cirujano Dentista**

PRESENTA

Luís Alfonso Chávez Méndez

Comité tutorial

Directora

Dra. Mariana Mora Acosta

Codirector interno

Dr. Rubén de la Rosa Santillana

Codirector externo

Dr. Antonio Hernández Morales

ASESORES

Dra. María de Lourdes Márquez Corona

Dr. Salvador Eduardo Lucas Rincón

Dr. Carlo Eduardo Medina Solís

Pachuca de Soto, Hgo., México, XXXXXX de 202X



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE ODONTOLOGÍA
LICENCIATURA DE CIRUJANO DENTISTA

TESIS

**Características clínicas e histológicas de la Hipomineralización Molar-Incisivo:
Revisión de la literatura**

**Para obtener el grado de
Cirujano Dentista**

PRESENTA

Luis Alfonso Chávez Méndez

Comité tutorial

Directora

Dra. Mariana Mora Acosta

Codirector interno

Dra. Rubén de la Rosa Santillana

Codirector externo

Dr. Antonio Hernández Morales

ASESORES

Dra. María de Lourdes Márquez Corona

Dr. Salvador Eduardo Lucas Rincón

Dr. Carlo Eduardo Medina Solís

Pachuca de Soto, Hgo., México, XXXXXX de 202X

Advertencias

Cualquier trabajo de investigación no publicado postulado para el grado de posgrado y depositado en la modalidad de tesis en las bibliotecas de esta Universidad, queda abierta para inspección, y solo podrá ser usado con la debida autorización. Las referencias bibliográficas pueden ser utilizadas, sin embargo, para ser copiadas se requerirá el permiso del autor y el crédito se dará a la escritura y publicación del trabajo.

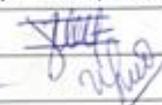
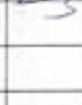
Esta tesis ha sido usada por las siguientes personas, que firman y aceptan las restricciones señaladas

La biblioteca que presta esta tesina se asegurará de recoger los datos de cada persona que la utilice.

Nombre	Dirección	Fecha

Mtra. Ojuky del Rocio Islas Maldonado
Directora de Administración Escolar de la UAEH
PRESENTE

Con fundamento en el artículo 51, 114, 127 y 130 fracción I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII del Estatuto General vigente de esta Institución, Por medio del presente, informo a usted que el jurado asignado al pasante de la Licenciatura en Cirujano Dentista **Luis Alfonso Chávez Méndez** con número de cuenta **401942**, quien presenta el trabajo bajo la modalidad de tesis, titulada **"Características clínicas e histológicas de la Hipomineralización Molar-Incisivo: Revisión de la literatura"**, y que después de haber revisado el documento preliminar y realizadas las correcciones indicadas por su comité tutorial y jurado de examen, ha decidido autorizar la impresión del mismo.

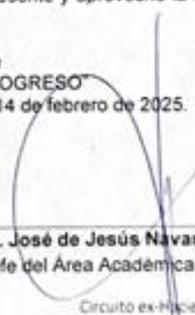
Nombres de los Docentes Jurados	Función	Firma de aceptación del trabajo para su impresión
Dr. Carlo Eduardo Medina-Solis	Presidente	
Dra. María de Lourdes Márquez Corona	Secretario	
Dra. Mariana Mora Acosta	Primer Vocal	
Dra. América Patricia Pontigo Loyola	Segundo Vocal	
Dr. Salvador Eduardo Lucas Rincón	Tercer Vocal	
Dr. Rubén de la Rosa Santillana	Suplente	
Dra. Sandra Isabel Jiménez Gayosso	Suplente	

Sin más por el momento, agradezco la atención a la presente y aprovecho la ocasión para reiterar mi más atenta consideración.

Atentamente
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
 San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo 14 de febrero de 2025.




MC Esp. Enrique Espinosa Aquino
 Director del ICSA


Dr. José de Jesús Navarrete Hernández
 Jefe del Área Académica De Odontología

Circuito ex-Hacienda La Concepción s/n
 Carretera Paduca Actopan, San Agustín
 Tlaxiaca, Hidalgo, México. C.P. 42160
 Teléfono: 52(771) 71 720 00 Ext. 41523 y
 41570

ICSa/AAO/109/2025

Asunto: Incorporación al repositorio de tesis

Mtro. Jorge E. Peña Zepeda
Director de Bibliotecas y Centros de Información
PRESENTE

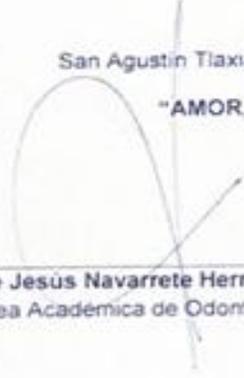
Estimado Mtro. Peña,

Por medio del presente hago constar que la tesis en formato digital titulada: **"Características clínicas e histológicas de la Hipomineralización Molar-Incisivo: Revisión de la literatura"**, que presenta el pasante de la Licenciatura en Cirujano Dentista **Luis Alfonso Chávez Méndez** con número de cuenta **401942**, cumple con el oficio de autorización de impresión y se ha verificado que es la versión digital del ejemplar impreso, por lo que solicito su integración en el repositorio institucional de tesis.

Sin más por el momento, agradezco la atención a la presente y aprovecho la ocasión para reiterar mi más atenta consideración.

San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, 31 de marzo del 2025

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"


Dr. José de Jesús Navarrete Hernández
Jefe del Área Académica de Odontología


PCD. Luis Alfonso Chávez Méndez
Autor



Cirujos ex-Hacienda La Concepción s/n
Carretera Pachuca-Actopan, San Agustín
Tlaxiaca, Hidalgo, México, C.P. 42160
Teléfono: 52(771) 71 720 00 Ext. 41528 y
41529
odontologia@uaeh.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Carlo Eduardo Medina Solís por su ayuda y entrega para la realización de este trabajo de investigación.

A CONACyT que me apoyado económicamente a lo largo del año de duración de la revisión bibliográfica.

A las personas que más quiero y aprecio, mis padres, Luis Alberto Chavez Chavez y Graciela Méndez Ortiz, sin ellos no hubiera podido lograrlo en este largo camino.

Mis hermanos Luis Antonio Chavez Méndez y Luis Alfredo Chavez Méndez que siempre están presentes cuando los necesito.

A mis amigos Edson Vargas y Jorge Villanueva por demostrarme lealtad y por los recuerdos vividos juntos.

A todas las personas que conocí en estos últimos 5 años y de algún modo u otro convirtieron a la persona que soy, recordando lo bueno y lo malo pero siempre agradecido.

A mi querida Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y al Instituto de Ciencias de la Salud, le tengo un cariño muy grande por los recuerdos que tengo durante mi periodo como universitario.

S.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al Instituto de Ciencias de la salud que por 5 años fui parte de la comunidad garza, me siento orgulloso y feliz de la vida de haberme puesto y llegado a Hidalgo para poder estudiar en tan prestigiosa universidad. Gracias a ella me he desarrollado de forma personal y profesional .

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVO.....	8
METODOLOGÍA.....	9
DESARROLLO DEL TEMA.....	11
Importancia Clínica.....	11
Características Clínicas de la HMI	13
Características Histológicas.....	18
DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIÓN.....	26
REFERENCIAS	27
ANEXOS.....	34

RESUMEN

Esta revisión de la literatura examina los aspectos clínicos e histológicos de la hipomineralización molar incisivo (HMI). La HMI, es un defecto del desarrollo del esmalte que afecta a los primeros molares permanentes y, a menudo, a los incisivos, se distingue de la hipoplasia del esmalte, la amelogénesis imperfecta y la fluorosis. Su prevalencia varía ampliamente (2.4-40.2%) y su etiología sigue siendo poco clara, probablemente involucrando una interacción compleja de factores genéticos y ambientales. Clínicamente, la HMI se presenta como opacidades demarcadas, que varían en gravedad, lo que puede llevar a un mayor riesgo de caries, sensibilidad, fractura y problemas estéticos. Se revisan los criterios de diagnóstico, que a menudo utilizan los estándares de la Academia Europea de Odontología Pediátrica (EAPD), destacando los desafíos en la evaluación consistente. Las estrategias de manejo abarcan medidas preventivas y opciones restauradoras, cada una con limitaciones asociadas. Histológicamente, la MIH muestra defectos microestructurales del esmalte: densidad mineral reducida, estructura cristalina alterada y mayor porosidad. Las técnicas avanzadas, como la microscopía electrónica de barrido (SEM) y la espectroscopia de rayos X por dispersión de energía (EDS), entre otras técnicas permiten conocer la estructura del esmalte afectada, variaciones en la composición mineral y la distribución de proteínas dentro del esmalte entre otros componentes o datos sobre la HM, según la gravedad de la MIH. Se concluye que la HMI afecta significativamente la salud bucal y la calidad de vida de los niños, lo que requiere un diagnóstico temprano y un tratamiento personalizado. Sin embargo, las diversas presentaciones clínicas y la heterogeneidad sustancial entre los estudios resaltan la complejidad de la MIH.

Las investigaciones futuras deben centrarse en estandarizar los criterios de diagnóstico, aclarar su etiología, evaluar la eficacia de diversos tratamientos y desarrollar medidas preventivas específicas.

PALABRAS CLAVE: Salud bucal, hipomineralización molar-incisivo, niños, histología, características clínicas.

ABSTRACT

Clinical and histological characteristics of molar-incisor hypomineralization:

Literature Review

This literature review examines the clinical and histological aspects of molar incisor hypomineralization (MIH). MIH, a developmental enamel defect affecting first permanent molars and often incisors, is distinguished from amelogenesis imperfecta and fluorosis. Its prevalence ranges widely (2.4-40.2%), and its etiology remains unclear, likely involving a complex interplay of genetic and environmental factors. Clinically, MIH presents as demarcated opacities, ranging in severity, potentially leading to increased caries risk, sensitivity, fracture, and aesthetic concerns. Diagnostic criteria, often using the European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD) standards, are reviewed, highlighting challenges in consistent assessment. Management strategies encompass preventive measures and restorative options, each with associated limitations. Histologically, MIH shows microstructural enamel defects: reduced mineral density, altered crystal structure, and increased porosity. Advanced techniques such as micro-computed tomography (μ CT), scanning electron microscopy (SEM), and energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) provide insight into the compromised enamel structure. These techniques show variations in the mineral composition and protein distribution within the enamel, depending on the severity of the MIH. It is concluded that MIH significantly impacts children's oral health and quality of life, necessitating early diagnosis and tailored treatment. However, the diverse clinical presentations and substantial heterogeneity between studies highlight the complexity of MIH. Future research should focus on standardizing diagnostic criteria, clarifying the etiology, evaluating

the efficacy of various treatment strategies, and developing targeted preventative measures.

KEY WORDS: Oral health, molar-incisor hypomineralization, children, histology, clinical features.

INTRODUCCIÓN

La hipomineralización del esmalte dental, condición que afecta la calidad del esmalte en los dientes, se informó por primera vez a fines de la década de 1970. Durante este período, varios investigadores describieron esta condición conocida como hipomineralización congénita, observada principalmente en los primeros molares permanentes y los incisivos de la dentición permanente, considerando tanto sus implicaciones clínicas como estéticas (1). En 1996, Alaluusua publicó dos estudios significativos que se centraron en los defectos

de la mineralización específicamente en los primeros molares permanentes, los cuales ampliaron el conocimiento sobre esta alteración dental y resaltaron la necesidad de desarrollar estrategias preventivas y terapéuticas efectivas (2). Sin embargo, no fue hasta 2001 cuando el término "hipomineralización molar-incisivo" (HMI) fue claramente definido por Weerheijm et al. Este término se refería a defectos de desarrollo cualitativos delimitados del esmalte que

impactan, como mínimo, un molar permanente con o sin la presencia de defectos en los incisivos, lo cual proporcionó una nueva perspectiva para el diagnóstico clínico y permitió la normalización en la comunicación entre profesionales de la odontología (3). Este avance en la nomenclatura y diagnóstico de la HMI permitió a la comunidad odontológica abordar de manera más enfocada las necesidades de tratamiento. La Academia Europea de Odontología Pediátrica (EAPD) se destacó como la primera organización científica internacional en investigar la HMI. A través de sus esfuerzos, se desarrolló un documento y varias publicaciones importantes que fueron fundamentales para la estandarización del

Figura 1

Molar con afectación.



Nota, Molar permanente afectado de la forma severa de HIM.

tratamiento y comprensión de la HMI. Este primer documento fue públicamente en 2010, como resultado de un seminario y taller interinos organizados por el EAPD en Helsinki en mayo de 2009, evento que reunió a expertos internacionales para debatir y formar consensos sobre el manejo clínico de esta condición (4). La contribución de la EAPD marcó un hito para la odontopediatría, encauzando esfuerzos hacia futuros estudios e investigaciones que continúan beneficiando la salud bucal de los pacientes jóvenes.

La HMI es un defecto de desarrollo relativamente común del esmalte dental que afecta a los primeros molares permanentes y, con frecuencia, a los incisivos. La HMI, se caracteriza por un esmalte hipomineralizado, se presenta clínicamente como opacidades delimitadas, a menudo amarillentas o amarronadas, cuya gravedad varía desde una decoloración sutil hasta una destrucción extensa del esmalte (5-7). Fundamentalmente, la HMI debe distinguirse de otros defectos del esmalte, como la amelogénesis imperfecta, que se presenta con anomalías más generalizadas del esmalte, y la fluorosis, vinculada a la ingestión excesiva de flúor durante el desarrollo de los dientes (8-10). Si bien la etiología precisa de la HMI sigue sin estar clara, se han propuesto múltiples factores contribuyentes, lo que pone de relieve la compleja interacción de las influencias genéticas y ambientales (11). Las primeras investigaciones se centraron principalmente en la epidemiología descriptiva y las características clínicas, pero el campo se ha ampliado significativamente para abarcar investigaciones histológicas, exploración etiológica y la evaluación de diversas estrategias de tratamiento. Se ha logrado una comprensión más profunda de la HMI a partir de los relatos descriptivos iniciales de sus características clínicas hacia una comprensión más amplia que considera el impacto dental y psicológico asociado en los niños y sus familias (9, 10, 12, 13). La investigación continua sobre la HMI tiene como objetivo desentrañar la etiología compleja e identificar enfoques preventivos y terapéuticos más efectivos. Los estudios han progresado desde el análisis descriptivo inicial hasta exámenes más detallados de sus efectos en varios aspectos del desarrollo infantil (14,15).

OBJETIVO

El objetivo de esta revisión narrativa es sintetizar y describir las características clínicas e histológicas de la hipomineralización molar-incisivo, destacando la información relevante de estudios existentes sin llevar a cabo un análisis sistemático.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión narrativa de la literatura con el objetivo de sintetizar y describir las características clínicas e histológicas de la hipomineralización molar-incisivo (HMI). Este enfoque se eligió debido a la necesidad de compilar información relevante de estudios existentes sin llevar a cabo un análisis sistemático o un metaanálisis.

En primer lugar, se definieron criterios específicos de inclusión y exclusión para la selección de la literatura. Se incluyeron artículos revisados por pares, estudios de caso, investigaciones clínicas y estudios histológicos que se enfocaban en la HMI y que fueron publicados en los últimos 20 años. Por otro lado, se excluyeron publicaciones que no estuvieran relacionadas, estudios no revisados por pares, literatura en idiomas diferentes al español o inglés, así como artículos que no abordaran las características clínicas o histológicas de la condición.

La búsqueda de la literatura se llevó a cabo en bases de datos científicas clave, como PubMed y Google Scholar. Se utilizaron términos específicos para la búsqueda, incluyendo "hipomineralización molar-incisivo", "características clínicas", "estudios histológicos" y "dientes hipomineralizados". A través de un proceso de búsqueda refinada, se revisaron títulos y resúmenes para seleccionar aquellos estudios que cumplían con los criterios de inclusión establecidos.

Una vez recopilada la información, se procedió a la lectura y evaluación de los artículos seleccionados, identificando aquellos que ofrecían datos substanciales sobre las características clínicas e histológicas de la HMI. La información recopilada fue organizada en secciones temáticas.

En el desarrollo del marco conceptual, se integraron los hallazgos identificados, permitiendo resaltar tendencias, similitudes y diferencias observadas entre los estudios revisados. La redacción culminó en un manuscrito estructurado que comenzó con una introducción que contextualizaba la importancia del tema. Este incluyó una sección dedicada a la

metodología, un análisis de las características clínicas e histológicas, seguido de una discusión crítica sobre los hallazgos. Por último, se resumieron las principales conclusiones relacionadas con las características clínicas e histológicas de la HMI.

DESARROLLO DEL TEMA

Importancia Clínica

La HMI afecta significativamente la salud bucal de los niños, lo que resulta en una mayor susceptibilidad a las caries debido a la estructura debilitada del esmalte. Los dientes afectados son más propensos a fracturarse, lo que genera dolor y sensibilidad potenciales, lo que afecta significativamente su calidad de vida (16-20). Las preocupaciones estéticas, que surgen de la decoloración y las irregularidades del esmalte, pueden generar consecuencias sociales y psicológicas, que pueden influir en la autoestima y las interacciones sociales. Varios estudios han documentado el aumento de la ansiedad y el miedo dentales que experimentan los niños con MIH, lo que a menudo conduce a evitar el cuidado dental, lo que agrava aún más los problemas de salud bucal (21-23). La posible necesidad de procedimientos restauradores extensos y complejos aumenta aún más la carga financiera para las familias (16,21,22). Las consecuencias a largo plazo de MIH se extienden más allá de la infancia y pueden afectar la salud bucal de los adultos. Este impacto multifacético subraya la importancia clínica del diagnóstico preciso y el manejo adecuado de HMI en odontología pediátrica. En este sentido, aunque la caries dental y sus complicaciones y los trastornos del desarrollo de los dientes son un problema común en odontología, la HMI en algunos países, son más frecuentes que las caries en las superficies oclusales de estos dientes (24), así que también se debe de considerar de interés.

Los problemas de mineralización o maduración del esmalte son manifestaciones que ocurren en áreas específicas del diente relacionadas con distintas etapas de su desarrollo, debido a que el tejido dental duro, al carecer de un mecanismo innato de reparación, es más susceptible a sufrir alteraciones permanentes (25). Durante la amelogénesis, ocurren distintas fases críticas para el desarrollo dental: la etapa de secreción de matriz y la etapa de maduración. Los trastornos que surgen durante la etapa inicial de secreción de matriz pueden resultar en defectos estructurales cuantitativos que se presentan como hipoplasia

del esmalte. Esta condición se caracteriza por una disminución de la cantidad de esmalte, resultando en surcos o cavidades que afectan la integridad del diente (8,26,27).

Por otro lado, las alteraciones que impactan las etapas de maduración o mineralización del esmalte conducen a la hipomineralización. La hipomineralización se manifiesta típicamente como una reducción de la calidad del esmalte, haciéndolo más poroso y propenso a fracturas, y afectando frecuentemente a los primeros molares e incisivos permanentes, como se describe en la hipomineralización molar-incisivo (HMI) (9,15,28). Además, las causas subyacentes de estos problemas de mineralización incluyen factores genéticos, ambientales y sistémicos, tales como enfermedades crónicas en la infancia, exposición a toxinas durante el desarrollo dental del niño, o infecciones virales (29,30). La detección y tratamiento temprano de estos problemas son cruciales para prevenir complicaciones mayores, como sensibilidad dental o una mayor predisposición a la caries dental, destacando la importancia de las revisiones periódicas y un enfoque preventivo en la odontopediatría (31-33).

Es importante tomar en cuenta que los niños con HMI reciben tratamiento dental entre 4 y 10 veces más que los niños no afectados además presentan otros problemas clínicos como lo son queja estética, pérdida de empastes, necesidad de reintervenciones siendo su calidad de vida a menudo se ve comprometida (16,34) y se cree que existe una inflamación pulpar subclínica debido a la porosidad del esmalte que podría provocar hipersensibilidad en algunas personas (35,36). Además, se ha mencionado que las pulpas de dientes hipomineralizadas no cariosas con órganos aparentemente sanas de individuos afectados por HMI, se concluyó que los cambios eran indicativos de cambios inflamatorios (37). Las investigaciones se han centrado principalmente en el esmalte, aunque hay algunas sugerencias de que la dentina subyacente también puede ser anormal (38). Finalmente, se estima que la prevalencia de esta anomalía es de 14.2%, para unos autores, donde, América del Sur (18.0%, IC del 95%: 13.8-22.2) y España (21.1%, IC del 95%: 17.7-24.6)

tuvieron la prevalencia más alta (39). Mientras que para otros autores es de 13.5%, donde América fue el continente con mayor prevalencia (15.3; IC 95% 12.8-18.3) y Asia tuvo la prevalencia más baja (10.7; IC 95% 8.5-13.5) (40).

Características Clínicas de la HMI

Sobre la considerable cantidad de evidencia, se mencionan criterios o características en cuanto a la exploración de un diente con hipomineralización que se pueden apreciar por lo general son similares, aunque hay artículos que describen otras singularidades de la HMI. Las lesiones deben ser mayores de 1 mm para ser registradas como HMI y cuando tales signos clínicos existen durante el examen, el odontólogo debe preguntar a los padres sobre cualquier enfermedad que haya ocurrido en el prenatal, perinatal, postnatal o los primeros tres años de vida para apoyar el diagnóstico (25).

La HMI se presenta como opacidades asimétricas de color blanco, crema, amarillo o marrón en la cúspide o tercio incisal de la corona de los dientes afectados, variando en extensión y severidad. Generalmente, la HMI se desarrolla durante los primeros 3 años de vida cuando tiene lugar el proceso de mineralización de las coronas de los primeros molares permanentes. Esta condición puede conducir a

problemas graves como hipersensibilidad y dolor, ruptura post-eruptiva, problemas para masticar y comer, dificultades estéticas y de tratamiento. Además, los resultados terapéuticos y de restauración deficientes hacen que MIH sea una condición desafiante para pacientes, padres y dentistas. Aunque se ha encontrado que MIH está presuntamente

Figura 2

Mancha blanca.



Nota. Mancha color blanco en tercio incisal de central superior.

asociado con exposiciones prenatales a posibles factores de riesgo, una patogénesis multifactorial con un posible componente genético es la explicación más aceptable (37).

Las características clínicas de HMI incluyen grandes opacidades porosas delimitadas de blanco a amarillo/marrón causadas por cambios en la composición de minerales y proteínas del esmalte, anomalía en la translucidez del tejido, hipersensibilidad dental que se debe a la exposición de la dentina, rotura del esmalte posterior a la erupción y rápida progresión de la caries dental. En una revisión sistemática de Americano et al., se encontró una asociación positiva entre la caries dental y MIH ya que la ruptura del esmalte predispone a una mayor acumulación de biopelícula dental. Los autores concluyeron que los niños con MIH tenían de 2 a 4 veces más probabilidades de presentar caries que los pacientes jóvenes del grupo de control (20). En cuanto a los aspectos ultraestructurales de la superficie de los dientes con MIH, se ha encontrado una pérdida del patrón prismático, una ultraestructura porosa con grietas, niveles reducidos de calcio y fosfato y alteraciones en la composición iónica. Estas alteraciones del esmalte pueden interferir con los procedimientos de restauración dental. Se ha planteado que la edad de 8 años es la mejor edad para un diagnóstico correcto, ya que en esta etapa todos los incisivos permanentes superiores e inferiores y los primeros molares permanentes mandibulares y maxilares están completamente erupcionados. El diagnóstico diferencial incluye amelogénesis imperfecta, hipoplasia y fluorosis (3,12,41).

El riesgo de defectos en los incisivos superiores parece aumentar cuando hay más primeros molares permanentes afectados. Los defectos de los incisivos suelen ser sin pérdida de sustancia del esmalte. A veces, la pérdida de esmalte (ruptura post-eruptiva del esmalte) puede ocurrir tan rápidamente después de la erupción que parece que el esmalte no se formó inicialmente. Después de la ruptura del esmalte, los cuadros clínicos pueden parecerse a la hipoplasia. Sin embargo, en la hipoplasia, los bordes del esmalte normal son

lisos, mientras que en la ruptura del esmalte posterior los bordes del esmalte normal son irregulares (42).

Acorde con otros autores (5), se consideran estas características.

- Opacidades demarcadas de color blanco/amarillo/marrón que generalmente se limitan al tercio incisal o cuspídeo, y rara vez afectan al tercio cervical.
- En los molares, la ruptura posterior del esmalte es común debido a la carga oclusal.
- Progresión rápida de la caries debido a la estructura porosa y friable del esmalte.
- La adherencia del material de restauración es deficiente.
- Dificultades anestésicas: una combinación de hipersensibilidad y caries de progresión rápida provoca una inflamación crónica de la pulpa, lo que impide una anestesia local eficaz
- El miedo dental y la ansiedad pueden conducir a problemas de manejo del comportamiento
- Problemas estéticos en dientes anteriores.

En la reunión de la Asociación Europea de Odontopediatría en Atenas (2003) se establecieron los criterios para realizar estudios epidemiológicos de la HMI, mismos que pueden ser utilizados en la práctica clínica. Se deben examinar los primeros molares permanentes e incisivos (cuatro molares, ocho incisivos). El examen clínico se debe realizar después de la limpieza dental, con los dientes húmedos y que, por lo general, las zonas afectadas suelen ser las cúspides de los molares y los bordes incisales de los incisivos. La mejor edad para realizar la búsqueda de HMI es a los ocho años y siguiendo los criterios publicados por la misma Academia Europea de Odontopediatría que son los siguientes (2):

- Primer criterio. Opacidades delimitadas. Alteraciones en la translucidez del esmalte de espesor normal, bien delimitadas, variables en grado, de superficie lisa, pudiendo el color variar entre blanco, amarillo o marrón.

- Segundo criterio. Fracturas del esmalte post-erupción. Pérdida de la superficie del esmalte inicialmente formado, después de la erupción. La pérdida del esmalte está frecuentemente asociada a una opacidad delimitada preexistente.
- Tercer criterio. Restauraciones atípicas. El tamaño y la forma de las restauraciones de uno o más primeros molares no sigue el patrón de caries de los restantes dientes del individuo. Normalmente son restauraciones amplias que invaden las cúspides. Pueden verse opacidades en el contorno de las restauraciones. Restauraciones en la cara vestibular de los incisivos no relacionadas con traumatismos.
- Cuarto criterio. Exodoncias de primeros molares permanentes debido a HMI. Ausencia de un primer molar permanente por exodoncia, asociada a opacidades o restauraciones atípicas en los restantes primeros molares o incisivos. Ausencia de todos los primeros molares permanentes en una dentición saludable, con opacidades bien delimitadas en los incisivos. No es probable que los incisivos sean extraídos por HMI.
- Quinto criterio. Diente no erupcionado. Primer molar o incisivo permanente para ser examinado que no está erupcionado.

La EAPD (La Academia Europea de Odontología Pediátrica) refuerza la clasificación básica de los defectos en leves o graves para aclarar el diagnóstico y formular un plan de tratamiento adecuado. En la leve, existen opacidades demarcadas del esmalte sin ruptura del esmalte sensibilidad inducida a estímulos externos, por ejemplo, aire/agua, pero sin cepillado, preocupaciones estéticas leves sobre la decoloración de los incisivos y severa, también hay opacidades delimitadas del esmalte, pero con ruptura y caries, hipersensibilidad espontánea y persistente que afecta la función, por ejemplo, cepillado, masticación y fuertes preocupaciones estéticas que pueden tener un impacto socio-psicológico (4). Igualmente, Mathu-Muju y Wright (43) había clasificado HMI

en niveles de gravedad:

- HMI leve: las opacidades demarcadas ubicadas en áreas que no soportan estrés, sin caries asociadas con el esmalte afectado, sin hipersensibilidad y el compromiso de los incisivos suele ser leve si está presente.
- HMI moderado: las opacidades demarcadas presentes en molares e incisivos, la ruptura del esmalte post-erupción limitada a una o dos superficies sin afectación de las cúspides, pueden ser necesarias restauraciones atípicas y sensibilidad dental normal.
- MIH grave: ruptura del esmalte posterior a la erupción, destrucción de la corona, caries asociadas con el esmalte afectado, antecedentes de sensibilidad dental y problemas estéticos.

Algo muy importante es el diagnóstico diferencial. Existen condiciones que pueden presentarse con lesiones hipomineralizadas y deben distinguirse de HMI, incluyen (25): Fluorosis, clínicamente, la fluorosis se presenta como opacidades blancas difusas, lineales, parcheadas o confluentes sin un límite claro. Afecta a los dientes en un patrón bilateral simétrico a diferencia de HMI que es asimétrico. Además, los dientes afectados por fluorosis son resistentes a la caries mientras que en MIH son propensos a la caries. Hipoplasia del esmalte, los bordes de las lesiones del esmalte hipoplásico son en su mayoría regulares y lisos, lo que indica una falta de esmalte en el desarrollo y antes de la erupción. Los márgenes en HMI con ruptura del esmalte posteruptivo son nítidos e irregulares debido al desgarramiento posteruptivo del esmalte debilitado. Amelogénesis imperfecta, esta es una condición genética que resulta en un esmalte hipoplásico, hipomaduro o hipomineralizado. En esta condición, todos los dientes en ambas denticiones están afectados y a menudo hay antecedentes familiares. Lesión de mancha blanca, este es el signo clínico más temprano de caries. Las lesiones aparecen más calcáreas, mates o más opacas que el esmalte sano

adyacente. Se pueden distinguir de HMI porqué ocurren en áreas de estancamiento de placa, como el margen cervical del diente (25).

La ruptura del esmalte puede conducir a un cuadro clínico parecido a la hipoplasia. Sin embargo, en la hipoplasia, los bordes del esmalte deficiente son lisos, mientras que en la ruptura del esmalte posterior los bordes del esmalte normal son irregulares. Además, la diferencia entre MIH y amelogénesis imperfecta (AI). En la IA, todos los dientes están afectados y pueden detectarse antes de la erupción en la radiografía. Generalmente, los FPM afectados con MIH son asimétricos. Suele haber antecedentes familiares positivos en los casos de IA (37).

Características Histológicas

Tomando en cuenta que el esmalte está constituido químicamente por una matriz orgánica, una matriz inorgánica y agua, su dureza se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (1-2%) de matriz orgánica. Los cristales de hidroxiapatita constituidos por fosfato de calcio representan el componente inorgánico del esmalte. El esmalte es translúcido, el color varía entre blanco amarillento a un blanco-grisáceo. Su translucidez puede atribuirse a variaciones en el grado de calcificación y homogeneidad del esmalte (44,45). Los dientes afectados por HMI debido a las propiedades mecánicas reducidas de la estructura del esmalte afectado presentan ruptura posteruptiva y de acuerdo a un estudio, de los 45 pacientes tratados, 5 presentaron fracturas posteruptivas. Tres de las 5 averías posteriores ocurrieron en el mismo paciente, 2 a los 6 meses y 1 a los 12 meses (46).

Disturbio específico en el desarrollo del esmalte, de duración limitada, es decir, durante los 3 primeros años de vida del niño, ya que las coronas de estos dientes se desarrollan en un periodo idéntico. El momento en que ocurrió el disturbio y su tiempo de duración parece determinar la localización y severidad de estas opacidades (34). Los ameloblastos son

células muy sensibles, por lo que cualquier disturbio sistémico puede provocar alteraciones de sus funciones, pues dependiendo de la fase en que ocurra el disturbio, pueden surgir hipoplasias, que son resultado de alteraciones en la fase secretora y que se caracterizan por una disminución en el espesor del esmalte (ausencia parcial o total de matriz adamantina) debido a una alteración en la formación de la matriz orgánica, o hipomineralizaciones que son resultado de defectos que ocurren en la fase de maduración. Su expresión clínica fundamental consiste en la presencia de manchas opacas en la superficie del esmalte (22). Los defectos de estructura del esmalte pueden suceder como parte de un síndrome generalizado o como un defecto hereditario que afecta sólo al esmalte, en que la amelogénesis imperfecta representa un ejemplo clásico, o también a una influencia ambiental dado que el ameloblasto es una célula muy sensible a los cambios en su entorno siendo que un gran número de factores sistémicos o locales pueden afectarlos. La hipoplasia localizada del esmalte de dientes permanentes causada por infecciones apicales en los predecesores temporales. Hay aún muchos casos en los que la etiología no es completamente conocida y se le atribuyen causas como la mala nutrición, disturbios metabólicos, enfermedades infecciosas entre otras (23).

Análisis del espectrómetro de rayos X de dispersión de energía (EDS)

Los resultados del análisis de EDS el Ca (calcio) disminuye de 23.0 a 21.8% en áreas sanas e hipomineralizadas, respectivamente (una caída relativa del 7.8%). Los resultados de un estudio, sus modelos estadísticos mostraron que los valores medios para Ca, P, O, C y la relación Ca:P no eran estadísticamente diferentes en hipomineralizados que en el esmalte sano (47).

Microscopía electrónica de transmisión (TEM)

La microestructura básica del esmalte MIH es similar al del esmalte sano en términos de morfología, tamaño y orientación del cristal, excepto que parece ser menos denso en comparación con el esmalte sano. Las regiones de menor densidad, típicamente de 20 nm o menos de ancho, son claramente evidentes entre los cristalitas. La sustancia de baja densidad parece unir los prismas vecinos y se encuentra entre cristales más claramente definidos. El tamaño de los cristales de apatita dentro de los prismas para ambos tipos de esmalte parece ser comparable (48).

Microscopía electrónica de barrido (meb o sem, scanning electron microscope)

El esmalte grabado del diente (parte cervical no afectada) muestra un patrón de grabado típico donde las regiones periféricas de los prismas se disuelven preferentemente, dejando intactos los núcleos de los prismas. El esmalte hipomineralizado grabado está menos organizado y hay una ausencia del típico patrón de grabado del esmalte (49). De acuerdo a otro estudio SEM determinó que la reducción del contenido mineral fue del 5% y con respecto a las imágenes obtenidas revelaron que las superficies de esmalte clínicamente intactas mostraban frecuentes depresiones superficiales, abrasiones y porosidades. Las superficies degradadas eran altamente irregulares, mostrando cualquier cosa, desde una capa amorfa de 'frotis' con marcas funcionales, hasta porosidades grandes, hasta una exposición franca de la estructura. Las muestras fracturadas también fueron anormales con espacios prominentes entre cristales desorganizados, núcleos deficientes o huecos. Igualmente, las lesiones blancas/crema e intactas tendieron a verse menos gravemente afectadas que las lesiones amarillas/marrones y rotas, respectivamente, pero esta diferencia no fue consistentemente estadísticamente significativa (38).

De acuerdo con varios autores, el análisis llevado a cabo mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) en las zonas hipomineralizadas de los molares temporales y permanentes, claramente delineadas y resaltadas bajo el microscopio estereoscópico,

revela una heterogeneidad en la estructura del esmalte. En estas áreas, se observaron combinaciones de regiones con estructura normal y otras que mostraban un comprometimiento significativo, caracterizadas por defectos evidentes. Más específicamente, el esmalte en estas áreas afectadas presentaba una organización desestructurada, donde los prismas (o bastones) de esmalte tenían un ancho notablemente reducido, lo que provocaba la existencia de espacios inter-prismáticos más amplios. Además, en aquellas regiones que mostraban una severa porosidad y daño estructural, se registraron espacios discontinuos entre los bastones, a menudo acompañados de grietas notables en la matriz del esmalte. Este hallazgo es crucial para comprender las implicaciones clínicas de la hipomineralización, ya que la mayor porosidad y la disminución en la integridad estructural del esmalte pueden predisponer a los dientes afectados a un mayor riesgo de caries y otras complicaciones orales (47).

Microtomografía (TC de Rayos X)

Se ha demostrado que la densidad mineral (DM), o el contenido mineral, del esmalte sano en un diente que presenta hipomineralización molar incisivo aumenta de manera significativa desde la región cervical hacia la región oclusal, hallazgo que coincide con los resultados de estudios previos. Este patrón de mineralización sugiere que las áreas dentales, particularmente el esmalte cuspidado e incisal, han evolucionado como las regiones más altamente mineralizadas del diente, lo que resulta esencial para cumplir con su función de masticación efectiva y la resistencia a las fuerzas mecánicas presentes en la cavidad oral (44). Esto se apoya en un estudio que reveló déficits minerales en el esmalte afectado de hasta un 19% y un 20% (38), lo que subraya la importancia de una adecuada mineralización para la funcionalidad y salud dental. Estos déficits no solo afectan la integridad del esmalte, sino que también pueden contribuir a una mayor vulnerabilidad a la caries y a otros problemas dentales, lo que enfatiza la necesidad de un enfoque clínico

centrado en la prevención y el tratamiento de la hipomineralización para mejorar la salud bucal de los pacientes.

Espectrometría de masas

En el contexto de la hipomineralización incisivo-molar (HMI), se han identificado varias proteínas asociadas en el esmalte afectado, siendo las más comunes la albúmina sérica, la alfa-1-antitripsina sérica y el colágeno tipo I. Es importante notar que la antitrombina III se detectó únicamente en el esmalte de tonalidades amarillas y marrones, mientras que la ameloblastina se encontró exclusivamente en el esmalte marrón. También se identificaron queratinas citoesqueléticas; sin embargo, su presencia se considera una contaminación esperada en los análisis de espectrometría de masas (MS). En particular, el esmalte marrón y amarillo mostraron una mayor abundancia de albúmina sérica y alfa-1-antitripsina, evidenciada por la intensidad de las bandas obtenidas en el análisis y las frecuencias de coincidencias en las bases de datos. Los péptidos identificados a través de los datos, revelaron una detección significativamente mejorada de fragmentos de proteínas de albúmina sérica y alfa-1-antitripsina en el esmalte marrón y amarillo, en comparación con el esmalte sano y las muestras de esmalte blanco u opaco (50). Además, otros estudios han reportado un incremento general en el contenido de carbono, lo cual sugiere una asociación entre niveles elevados de este elemento y la gravedad de la hipomineralización, resaltando la compleja interacción entre la composición química del esmalte y la patología subyacente (38).

Se ha demostrado que la dureza y el módulo de elasticidad de los dientes afectados por hipomineralización incisivo-molar (HMI) disminuyen gradualmente desde el esmalte cervical, que se presenta clínicamente normal, hasta la región oclusal donde se manifiestan características hipomineralizadas (49). Un factor determinante clave en la gravedad de la HMI es el contenido mineral del esmalte dental, ya que un menor contenido mineral se

asocia con un aumento de la porosidad del esmalte. Esta porosidad incrementa la sensibilidad de los dientes hacia diversos estímulos, como alimentos, bebidas y cambios térmicos, lo que puede resultar en molestias significativas para el paciente. Por lo tanto, comprender la relación entre la mineralización del esmalte y su estructura es fundamental para abordar las complicaciones asociadas con la hipomineralización en los pacientes afectados (44).

DISCUSIÓN

Esta revisión narrativa revela una imagen compleja y a veces contradictoria de la hipomineralización molar-incisivo (HMI). Si bien se ha establecido un consenso en torno a las manifestaciones clínicas principales —opacidades en los molares y, a veces, incisivos; mayor riesgo de caries; hipersensibilidad y fracturas— la heterogeneidad en las metodologías de los estudios revisados dificulta la generación de conclusiones definitivas sobre su etiología y patogenia.

La hipomineralización molar-incisivo presenta una interacción compleja de características clínicas e histológicas con consecuencias clínicas significativas. La HMI no es una entidad singular, sino que abarca una variedad de presentaciones clínicas, desde una sutil decoloración del esmalte hasta un compromiso estructural grave (5,9,51). Los hallazgos histológicos revelan defectos microestructurales subyacentes en el esmalte, lo que contribuye a una mayor susceptibilidad a las caries, sensibilidad, riesgo de fractura y problemas estéticos (5,15,16). Los desafíos funcionales y estéticos resultantes afectan significativamente la salud bucal y la calidad de vida de los niños, lo que lleva a posibles consecuencias psicológicas y un aumento de la ansiedad dental (16,17). Si bien la etiología de la HMI aún no se comprende por completo, es probable que múltiples factores contribuyan a su desarrollo. Existe una complejidad de la etiología de la HMI, reconociendo la interacción de factores genéticos y ambientales, así como las influencias pre y posnatales. Se necesitan más investigaciones para dilucidar por completo los mecanismos específicos por los cuales estos factores contribuyen a la patogénesis de la HMI (9,13-16,36,37,52).

La discrepancia en las tasas de prevalencia reportadas en diferentes estudios (2.4% - 40.2%) (53) resalta la necesidad de estandarizar los criterios diagnósticos y los métodos de evaluación clínica. La variabilidad en la definición de la HMI, en cuanto a la severidad y extensión de las lesiones, complica la comparación de los resultados entre estudios. La

variabilidad en los resultados también podría deberse a una compleja interacción entre factores genéticos y ambientales, destacando la necesidad de investigación adicional sobre la influencia de factores sistémicos y otras variables (4,14,28). Las variadas tasas de éxito de las diferentes técnicas restauradoras y el potencial de problemas recurrentes subrayan la necesidad de mejorar los enfoques restauradores y desarrollar estrategias preventivas efectivas dirigidas a reducir la gravedad y la prevalencia de la HMI. Se debe hacer hincapié en el diagnóstico temprano y la atención preventiva, incluidas posiblemente medidas preventivas durante el desarrollo dentario para mitigar el impacto de la HMI (14,28,36,43,54-56).

El análisis histológico, a través de técnicas como la microtomografía computarizada (μ CT), microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopia de rayos X por dispersión de energía (EDS), ha revelado alteraciones en la composición mineral del esmalte, un aumento de la porosidad y una organización desestructurada de los prismas (3,57,58). Sin embargo, la interpretación de estos hallazgos es a menudo compleja y requiere un mayor grado de estandarización en las metodologías de análisis, incluyendo la cuantificación de las alteraciones. Las técnicas avanzadas de espectrometría de masas han permitido identificar diferentes proteínas en el esmalte afectado, sin embargo, se requieren estudios más amplios para determinar el significado de estas variaciones en la patogenia de la HMI.

CONCLUSIÓN

La HMI es una afección compleja que afecta significativamente la salud bucal y la calidad de vida de los niños. Se caracteriza por opacidades del esmalte en los primeros molares permanentes y, a menudo, en los incisivos. Las alteraciones en la mineralización, la porosidad incrementada, y la desorganización de la estructura del esmalte se han confirmado mediante técnicas de microscopía avanzada, además de la presencia de varias proteínas como la albúmina sérica y la alfa-1-antitripsina sérica, sin embargo, la etiología de esta condición sigue siendo poco clara.

El diagnóstico de la HMI se basa en criterios clínicos, que muestran una considerable variabilidad entre estudios. Las estrategias de manejo actualmente disponibles, que abarcan medidas preventivas y opciones restaurativas, presentan limitaciones y necesitan ser optimizadas. Se necesita una mayor estandarización en los criterios diagnósticos y en las técnicas de evaluación histológica para comprender mejor la patogenia de la HMI y para desarrollar tratamientos y medidas preventivas más eficaces. Investigaciones futuras deben concentrarse en estandarizar los criterios diagnósticos, aclarar su etiología, evaluar la eficacia de diversos tratamientos y desarrollar medidas preventivas específicas. Los avances en las técnicas de imagenología y análisis molecular son cruciales para un mejor entendimiento de la HMI y la mejora en la salud bucal de los niños.

REFERENCIAS

1. Bandeira Lopes L, Machado V, Botelho J, Haubek D. Molar-incisor hypomineralization: an umbrella review. *Acta Odontol Scand.* 2021;79(5):359-369. doi: 10.1080/00016357.2020.1863461.
2. Alfaro Alfaro A, Castejón Navas I, Magán Sánchez R, Alfaro Alfaro MJ. Síndrome de hipomineralización incisivo-molar. *Rev Pediatr Aten Primaria.* 2018;20:183-8.
3. Elhennawy K, Manton DJ, Crombie F, Zaslansky P, Radlanski RJ, Jost-Brinkmann PG, Schwendicke F. Structural, mechanical and chemical evaluation of molar-incisor hypomineralization-affected enamel: A systematic review. *Arch Oral Biol.* 2017;83:272-281. doi: 10.1016/j.archoralbio.2017.08.008.
4. Lygidakis NA, Garot E, Somani C, Taylor GD, Rouas P, Wong FSL. Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting with molar-incisor-hypomineralisation (MIH): an updated European Academy of Paediatric Dentistry policy document. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2022;23(1):3-21. doi: 10.1007/s40368-021-00668-5.
5. Goel N, Jha S, Bhol S, Dash BP, Sarangal H, Namdev R. Molar Incisor Hypomineralization: Clinical Characteristics with Special Emphasis on Etiological Criteria. *J Pharm Bioallied Sci.* 2021;13(Suppl 1):S651-S655. doi: 10.4103/jpbs.JPBS_801_20.
6. Rodd HD, Graham A, Tajmehr N, Timms L, Hasmun N. Molar Incisor Hypomineralisation: Current Knowledge and Practice. *Int Dent J.* 2021;71(4):285-291. doi: 10.1111/idj.12624.
7. Allam E, Ghoneima A, Kula K. Definition and scoring system of molar incisor hypomineralization: a review. *Dent Oral Craniofac Res* 2017;3: doi: 10.15761/DOCR.1000197.
8. Martins DDS, Ionta FQ, Pompermaier Garlet G, Lima RR, Neves AA, Rios D, Lussi A. Developmental Defects of Enamel. *Monogr Oral Sci.* 2024;32:10-34. doi: 10.1159/000538850.

9. Alzahrani AY, Alamoudi NMH, El Meligy OAES. Contemporary Understanding of the Etiology and Management of Molar Incisor Hypomineralization: A Literature Review. *Dent J (Basel)*. 2023;11(7):157. doi: 10.3390/dj11070157.
10. Barzotto I, Rigo L. Clinical decision making for diagnosis and treatment of dental enamel injuries. *J Hum Growth Dev*. 2018;28(2):189-198. doi: org/10.7322/jhgd.125609
11. Vasta R, Chia R, Traynor BJ, Chiò A. Unraveling the complex interplay between genes, environment, and climate in ALS. *EBioMedicine*. 2022;75:103795. doi: 10.1016/j.ebiom.2021.103795.
12. Giuca MR, Cappè M, Carli E, Lardani L, Pasini M. Investigation of Clinical Characteristics and Etiological Factors in Children with Molar Incisor Hypomineralization. *Int J Dent*. 2018;2018:7584736. doi: 10.1155/2018/7584736.
13. Silva MJ, Scurrah KJ, Craig JM, Manton DJ, Kilpatrick N. Etiology of molar incisor hypomineralization - A systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2016;44(4):342-53. doi: 10.1111/cdoe.12229.
14. Al-Nerabieah Z, AlKhouli M, Dashash M. Navigating the Complexities of Molar Incisor Hypomineralization: Challenges and Strategies in Pediatric Dentistry. *Int J Dent*. 2025;2025:9329492. doi: 10.1155/ijod/9329492.
15. Contac LR, Pop SI, Voidazan S, Bica CI. Molar Incisor Hypomineralization: Etiology, Correlation with Tooth Number Anomalies and Implications for Comprehensive Management Strategies in Children from Transylvania. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(21):2370. doi: 10.3390/diagnostics14212370.
16. Shields S, Chen T, Crombie F, Manton DJ, Silva M. The Impact of Molar Incisor Hypomineralisation on Children and Adolescents: A Narrative Review. *Healthcare (Basel)*. 2024;12(3):370. doi: 10.3390/healthcare12030370.

17. Kisacik S, Ozler CO, Olmez S. Molar incisor hypomineralization and oral health-related quality of life: a sample of 8-12-years-old children. *Clin Oral Investig.* 2024;28(1):105. doi: 10.1007/s00784-024-05490-z.
18. Michaelis L, Ebel M, Bekes K, Klode C, Hirsch C. Influence of caries and molar incisor hypomineralization on oral health-related quality of life in children. *Clin Oral Investig.* 2021;25(9):5205-5216. doi: 10.1007/s00784-021-03828-5.
19. Linner T, Khazaei Y, Bücher K, Pfisterer J, Hickel R, Kühnisch J. Hypersensitivity in teeth affected by molar-incisor hypomineralization (MIH). *Sci Rep.* 2021;11(1):17922. doi: 10.1038/s41598-021-95875-x.
20. Americano GC, Jacobsen PE, Soviero VM, Haubek D. A systematic review on the association between molar incisor hypomineralization and dental caries. *Int J Paediatr Dent.* 2017;27(1):11-21. doi: 10.1111/ipd.12233.
21. Vicioni-Marques F, Carvalho MR, Raposo F, de Paula-Silva FWG, de Queiroz AM, Leal SC, Manton DJ, de Carvalho FK. Association of dental hypersensitivity and anxiety in children with molar-incisor hypomineralisation (MIH). *Eur Arch Paediatr Dent.* 2023;24(3):313-319. doi: 10.1007/s40368-023-00803-4.
22. Militi A, Sicari F, Portelli M, Merlo EM, Terranova A, Frisone F, Nucera R, Alibrandi A, Settineri S. Psychological and Social Effects of Oral Health and Dental Aesthetic in Adolescence and Early Adulthood: An Observational Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(17):9022. doi: 10.3390/ijerph18179022.
23. Silva FMF, Cruz CV, Leal L, Costa MC. Aesthetic perception and psychological impact of molar incisor hypomineralisation among patients and parents *Dentistry 3000.* 2019;1:a001 doi:10.5195/d3000.2019.90
24. Janković S, Ivanović M, Davidović B, Lecić J. Distribution and characteristics of molar-incisor hypomineralization. *Vojnosanit Pregl.* 2014;71(8):730-4.

25. Almualllem Z, Busuttil-Naudi A. Molar incisor hypomineralisation (MIH) - an overview. *Br Dent J.* 2018 Oct 5.
26. Bartlett JD. Dental enamel development: proteinases and their enamel matrix substrates. *ISRN Dent.* 2013 Sep 16;2013:684607. doi: 10.1155/2013/684607.
27. Gil-Bona A, Bidlack FB. Tooth Enamel and its Dynamic Protein Matrix. *Int J Mol Sci.* 2020;21(12):4458. doi: 10.3390/ijms21124458.
28. Inchingolo AM, Inchingolo AD, Viapiano F, Ciocia AM, Ferrara I, Netti A, Dipalma G, Palermo A, Inchingolo F. Treatment Approaches to Molar Incisor Hypomineralization: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2023;12(22):7194. doi: 10.3390/jcm12227194.
29. Collignon AM, Vergnes JN, Germa A, Azogui S, Breinig S, Hollande C, Bonnet AL, Nabet C. Factors and Mechanisms Involved in Acquired Developmental Defects of Enamel: A Scoping Review. *Front Pediatr.* 2022;10:836708. doi: 10.3389/fped.2022.836708.
30. Lacruz RS, Habelitz S, Wright JT, Paine ML. Dental enamel formation and implications for oral health and disease. *Physiol Rev.* 2017;97(3):939-993.
- Seow WK. Developmental defects of enamel and dentine: challenges for basic science research and clinical management. *Aust Dent J.* 2014;59 Suppl 1:143-54. doi: 10.1111/adj.12104.
31. Rathee M, Sapra A. Dental Caries. [Updated 2023 Jun 21]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551699/>
32. Spatafora G, Li Y, He X, Cowan A, Tanner ACR. The Evolving Microbiome of Dental Caries. *Microorganisms.* 2024;12(1):121. doi: 10.3390/microorganisms12010121.
33. Ramos-Gomez F, Crystal YO, Ng MW, Tinanoff N, Featherstone JD. Caries risk assessment, prevention, and management in pediatric dental care. *Gen Dent.* 2010;58(6):505-17.

34. Giuca MR, Lardani L, Pasini M, Beretta M, Gallusi G, Campanella V. State-of-the-art on MIH. Part. 1 Definition and aepidemiology. *Eur J Paediatr Dent*. 2020;21(1):80-82.
35. Bardellini E, Amadori F, Rosselli L, Garo ML, Majorana A, Conti G. Molar Incisor Hypomineralization: Optimizing Treatment Protocols for Hypersensitivity: A Randomized Clinical Trial. *Dent J (Basel)*. 2024;12(6):186. doi: 10.3390/dj12060186.
36. Alrehaili R, Khalil A, Mergami J, Koriri A, Yamani N, Albayat S, Alqurainiy A, Alghamdi B, Alzaaqi N, Assiry A. Current Knowledge of the Etiology and Management of Molar Incisor Hypomineralization in Children: A Narrative Review. *Cureus*. 2024;16(11):e74770. doi: 10.7759/cureus.74770.
37. Garg N, Jain AK, Saha S, Singh J. Essentiality of early diagnosis of molar incisor hypomineralization in children and review of its clinical presentation, etiology and management. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2012 Sep;5(3):190-6.
38. Crombie FA, Manton DJ, Palamara JE, Zalizniak I, Cochrane NJ, Reynolds EC. Characterisation of developmentally hypomineralised human enamel. *J Dent*. 2013;41(7):611-8. doi: 10.1016/j.jdent.2013.05.002.
39. Zhao D, Dong B, Yu D, Ren Q, Sun Y. The prevalence of molar incisor hypomineralization: evidence from 70 studies. *Int J Paediatr Dent*. 2018;28(2):170-179. doi: 10.1111/ipd.12323.
40. Lopes LB, Machado V, Mascarenhas P, Mendes JJ, Botelho J. The prevalence of molar-incisor hypomineralization: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2021;11(1):22405. doi: 10.1038/s41598-021-01541-7.
41. Bozal CB, Kaplan A, Ortolani A, Cortese SG, Biondi AM. Ultrastructure of the surface of dental enamel with molar incisor hypomineralization (MIH) with and without acid etching. *Acta Odontol Latinoam*. 2015;28(2):192-8. doi: 10.1590/S1852-48342015000200016. PMID: 26355892.

42. Weerheijm KL. Molar Incisor Hypomineralization (MIH): Clinical Presentation, Aetiology and Management. *Dent Update* 2004;31:9-12.
43. Marthu-Muju K, Wright TJ. Diagnosis and treatment of Molar-Incisor-Hypomineralisation. *Compendium*. 2006;27(11):604–611.
44. Farah RA, Swain MV, Drummond BK, Cook R, Atieh M. Mineral density of hypomineralised enamel. *J Dent*. 2010;38(1):50-8. doi: 10.1016/j.jdent.2009.09.002.
45. Sarna-Boś K, Boguta P, Skic K, Wiącek D, Maksymiuk P, Sobieszcański J, Chałas R. Physicochemical Properties and Surface Characteristics of Ground Human Teeth. *Molecules*. 2022;27(18):5852. doi: 10.3390/molecules27185852.
46. Bullio Fragelli CM, Jeremias F, Feltrin de Souza J, Paschoal MA, de Cássia Loiola Cordeiro R, Santos-Pinto L. Longitudinal Evaluation of the Structural Integrity of Teeth Affected by Molar Incisor Hypomineralisation. *Caries Res*. 2015;49(4):378-83. doi: 10.1159/000380858.
47. Alifakioti E, Arhakis A, Oikonomidis S, Kotsanos N. Structural and chemical enamel characteristics of hypomineralised second primary molars. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2021;22(3):361-366. doi: 10.1007/s40368-020-00557-3.
48. Xie Z, Kilpatrick NM, Swain MV, Munroe PR, Hoffman M. Transmission electron microscope characterisation of molar-incisor-hypomineralisation. *J Mater Sci Mater Med*. 2008;19(10):3187-92. doi: 10.1007/s10856-008-3441-2.
49. Mahoney E, Ismail FS, Kilpatrick N, Swain M. Mechanical properties across hypomineralized/hypoplastic enamel of first permanent molar teeth. *Eur J Oral Sci*. 2004;112(6):497-502. doi: 10.1111/j.1600-0722.2004.00162.x.
50. Farah RA, Monk BC, Swain MV, Drummond BK. Protein content of molar-incisor hypomineralisation enamel. *J Dent*. 2010;38(7):591-6. doi: 10.1016/j.jdent.2010.04.012.

51. Vieira AR, Manton DJ. On the Variable Clinical Presentation of Molar-Incisor Hypomineralization. *Caries Res.* 2019;53(4):482-488. doi: 10.1159/000496542. Epub 2019 Apr 3. PMID: 30943522.
52. Alaluusua S. Aetiology of Molar-Incisor Hypomineralisation: A systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2010 Apr;11(2):53-8. doi: 10.1007/BF03262713.
53. Jälevik B. Prevalence and Diagnosis of Molar-Incisor- Hypomineralisation (MIH): A systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2010;11(2):59-64. doi: 10.1007/BF03262714.
54. Sezer B, Çarıkçioğlu B. Treatment Strategies for Incisors of Children Affected by Molar Incisor Hypomineralization: A Narrative Review. *Oral.* 2024;4(1):74-89. Doi: 10.3390/oral4010007.
55. Rao MH, Aluru SC, Jayam C, Bandlapalli A, Patel N. Molar Incisor Hypomineralization. *J Contemp Dent Pract* 2016;17(7):609-613.
56. Cavalcante BGN, Mlinkó É, Szabó B, Teutsch B, Hegyi P, Vág J, Németh O, Gerber G, Varga G. Non-Invasive Strategies for Remineralization and Hypersensitivity Management in Molar-Incisor Hypomineralization-A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2024;13(23):7154. doi: 10.3390/jcm13237154.
57. Martinović B, Ivanović M, Milojković Z, Mladenović R. Analysis of the mineral composition of hypomineralized first permanent molars. *Vojnosanit Pregl.* 2015;72(10):864-9. doi: 10.2298/vsp140310071m.
58. Fagrell T. Molar incisor hypomineralization. Morphological and chemical aspects, onset and possible etiological factors. *Swed Dent J Suppl.* 2011;(216):5, 11-83. PMID: 22338967.

ANEXOS

Figura 1. Alvarez Licet, Hermida Laura. Odontoestomatología [Fotografía]. 2009 Mayo; 11(12):411. Disponible en: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid= S168893392009000100002&lng=e.s](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S168893392009000100002&lng=e.s)

Figura 2. Alfaro Alfaro Ascensión, Castejón Navas Isabel. Síndrome de hipomineralización incisivo-molar. Rev Pediatr Aten Primaria [Fotografía]. 2018 Jun; 20(78): 183-188. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322018000200012&lng=es.](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322018000200012&lng=es)