

Katrin Bekes

Copyright by
not for publication
Quintessenz

Molaren Inzisiven Hypomineralisation

Molaren-Inzisiven- Hypomineralisation



Katrin Bekes



Molaren-Inzisiven- Hypomineralisation

 **QUINTESSENCE PUBLISHING**

Berlin | Chicago | Tokio
Barcelona | London | Mailand | Mexiko Stadt | Moskau | Paris | Prag | Seoul | Warschau
Istanbul | Peking | Sao Paulo | Zagreb



Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.



Postfach 42 04 52; D-12064 Berlin
Ifenpfad 2-4, D-12107 Berlin
© 2021 Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Lektorat: Ursula Tanneberger, Berlin
Herstellung und Reproduktionen:
Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

ISBN: 978-3-86867-561-0
Printed in Croatia by GZH

Vorwort



„Kreidezähne: Zahnärzte warnen vor neuer Volkskrankheit MIH“, „MIH: Sind Kreidezähne die neue Baustelle im Mund?“, „Das rätselhafte Bröckeln“ – so oder ähnlich titelten die Medien im Jahr 2018. Vorangegangen waren eine Pressekonferenz und -mitteilung der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, in denen auf die zunehmende Problematik der Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) aufmerksam gemacht wurde. Das Auftreten der Erkrankung habe, so der klinische Befund, in bestimmten Altersgruppen bereits das Vorkommen von Karies überholt.

Seitdem ist das mediale Interesse ungebrochen. Nicht nur in fachwissenschaftlichen Publikationen, sondern auch in der allgemeinen Presse wird die Thematik sowohl von der dpa als auch regional immer wieder aufgegriffen. Dabei ist das Phänomen MIH gar nicht neu. Bereits im Jahr 2001 fand der Begriff Eingang in die Fachliteratur. Es handelt sich hierbei per Definition um einen bestehenden (systemischen) qualitativen Schmelzdefekt an einem oder mehreren 6-Jahr-Molaren mit oder ohne Beteiligung der bleibenden Schneidezähne. Charakteristisch sind Opazitäten an den betroffenen Zähnen mit teilweise auftretenden posteruptiven Schmelzeinbrüchen sowie eine manchmal auftretende starke Hypersensibilität der hypomineralisierten Zähne.

Dieses Krankheitsbild hat sich zu einem hochaktuellen Thema in der Zahnmedizin entwickelt, mit dem wir uns in der zahnärztlichen Praxis nicht nur in Deutschland, sondern weltweit auseinandersetzen müssen und das uns aktuell und zukünftig vor große klinische Herausforderungen stellt.

Das vorliegende Buch ist als umfassendes Nachschlagewerk konzipiert, in dem einerseits die verschiedenen Aspekte der Molaren-Inzisiven-

Hypomineralisation auf Basis der fachwissenschaftlichen Literatur aufgearbeitet, andererseits praktische Tipps zum Umgang mit dieser Krankheit gegeben und abschließend Vorgehensweisen verschiedener Behandlungsdomänen erläutert werden. Es richtet sich an interessierte zahnmedizinische Kolleginnen und Kollegen, Postgraduierte und Studierende sowie alle, die ihr Wissen zu dieser brisanten Thematik im klinischen Alltag der Zahnmedizin erweitern möchten.

In den ersten Kapiteln werden zunächst das klinische Erscheinungsbild und die strukturellen Besonderheiten des hypomineralisierten Schmelzes beschrieben. Zudem werden aktuelle Prävalenzzahlen vorgestellt und mögliche ätiologische Faktoren diskutiert. Die folgenden Kapitel konzentrieren sich auf die klinischen Gesichtspunkte der Erkrankung. Diagnostische und differenzialdiagnostische Kriterien werden erörtert sowie Klassifikationsmöglichkeiten und Behandlungsstrategien geschildert. Nachfolgend werden die verschiedenen Therapieoptionen detailliert vorgestellt – von der Schmerzkontrolle, der Desensibilisierung und der Prophylaxe über die unterschiedlichen restaurativen Ansätze bis zur Extraktion. In den letzten Kapiteln wird das Auftreten des Krankheitsbilds im Milchgebiss beleuchtet und die mögliche Assoziation von einer MIH mit dem Auftreten von Karies untersucht.

Darüber hinaus möchte Ihnen dieses Buch aber weitere klinische Perspektiven im Umgang mit der Krankheit und darauf basierend gezielte Forschungsdesiderate aufzeigen. Letztlich soll Ihr Verständnis dafür geschärft werden, warum wir bis zum heutigen Tag nicht alle uns dringend interessierende Fragen abschließend beantworten können. So ist beispielsweise die Ätiologie der

Krankheit – trotz einzelner Erklärungsversuche – nach wie vor unbekannt. Ohne die unmittelbaren Ursachen des Krankheitsbilds zu kennen, ist es uns jedoch nur eingeschränkt möglich, Empfehlungen zu einer zielgerechten Prophylaxe auszusprechen. Ebenso besteht ein Desiderat, über Möglichkeiten der „Nachreifung“ des qualitativ minderwertig gebildeten Schmelzes in Form der Remineralisation zu forschen sowie klinische Behandlungskonzepte zu evaluieren. Es bleibt zu hoffen, dass wir in naher Zukunft in diesen Punkten Lösungsansätze und Antworten finden.

Liebe Leserinnen und Leser, erlauben Sie mir zum Abschluss dieses Vorworts noch ein paar persönliche Zeilen zu schreiben. Viele von Ihnen wissen, dass ich mich seit vielen Jahren mit der Problematik der MIH klinisch, wissenschaftlich und akademisch beschäftige. Aus diesem Grund war es mir ein besonderes Anliegen und ein lang gehegter Wunsch, ein wissenschaftlich fundiertes, aber für die klinische Praxis aufbereitetes Buch zu dieser virulenten Thematik zu verfassen. Ich freue mich, dass dies nun umgesetzt werden konnte.

Ich möchte an dieser Stelle die Gelegenheit nutzen, mich zu bedanken. Mein Dank gilt

Dr. Richard Steffen (Universität Basel, Schweiz) und Priv.-Doz. Dr. Christian Kirschneck (Universität Regensburg, Deutschland) für ihre Mitarbeit an den Kapiteln zur Schmerzbehandlung und zur Extraktionstherapie. Dr. Jorge Casian (Poza Rica de Hidalgo, Mexiko) und Dr. Clarence Tam (Auckland, Neuseeland) haben wertvolle Fallbeispiele bereitgestellt, um unterschiedliche Behandlungsansätze noch anschaulicher für Sie zu gestalten. Mag. Hassan Shokoohi, Dr. Stefan Tangl, Anton Dobsak und Cornelia Jungwirth (Medizinische Universität Wien, Österreich) haben mich bei der Aufbereitung von Proben für die Anfertigung von Mikro-CT-Aufnahmen, REM-Bildern, histologischen Aufnahmen und der Erstellung von Grafiken unterstützt. Zu guter Letzt danke ich natürlich ganz herzlich allen meinen MIH-Patientinnen und -Patienten, die mir ihr Vertrauen geschenkt haben und nach wie vor schenken und sich auch für die Anfertigung der Fotoaufnahmen zur Verfügung gestellt haben. Ohne sie wäre dieses Buch nicht in einer solchen Form und Detailtreue möglich gewesen.

Katrin Bekes
Wien, Mai 2021

Inhaltsverzeichnis



1 Einführung 1

- 1.1 Erste klinische Erwähnung der MIH 2
- 1.2 Begriffsfindung 2
- 1.3 Mittelalterliche Funde 3
- 1.4 Ausblick 4
- 1.5 Literatur 5

2 Klinisches Erscheinungsbild und morphologische Besonderheiten 7

- 2.1 Zähne 8
- 2.2 Farbe 8
- 2.3 Lokalisation 8
- 2.4 Ausprägung 8
- 2.5 Hypersensibilität 14
- 2.6 Abweichungen von der klassischen Definition 15
- 2.7 Literatur 17

3 Strukturelle Eigenschaften von hypomineralisiertem Zahnschmelz 19

- 3.1 Zahnschmelz 20
- 3.2 Amelogenese 20
- 3.3 Verkalkung der bleibenden Zahnkeime 21
- 3.4 Störungen in der Amelogenese 21
- 3.5 Hypomineralisierter Schmelz 23
- 3.6 Klinische Implikationen und Schlussfolgerung 28
- 3.7 Literatur 29

4 Prävalenz 31

- 4.1 Internationale Daten 32
- 4.2 Studien in Deutschland 32
- 4.3 Praktische Relevanz 35
- 4.4 Literatur 35

5 Ätiologie 37

- 5.1 Pränatale Faktoren 38
- 5.2 Perinatale Faktoren 39
- 5.3 Postnatale Faktoren 39
- 5.4 Schlussfolgerung 41
- 5.5 Literatur 42

6 Diagnostik und Klassifikationsmöglichkeiten 45

- 6.1 Diagnostik 46
- 6.2 Klassifikationen 50
- 6.3 Schlussfolgerung 56
- 6.4 Literatur 57

7 Differenzialdiagnosen 59

- 7.1 Entwicklungsstörungen des Schmelzes 60
- 7.2 Differenzialdiagnostik 62
- 7.3 Schlussfolgerung 69
- 7.4 Literatur 69

8 Therapiekonzepte 71

- 8.1 Erste Ansätze 72
- 8.2 EAPD: Best Clinical Practice Guidance 72
- 8.3 Würzburger Konzept 74
- 8.4 Schlussfolgerung 76
- 8.5 Literatur 76

9 Schmerzbehandlung 79

- 9.1 Schmerzwahrnehmung bei Kindern 80
- 9.2 Schmerzen ausgehend von einer MIH 80
- 9.3 Kindgerechte Behandlung 82
- 9.4 Schmerzkontrolle 82
- 9.5 Schlussfolgerungen 87
- 9.6 Literatur 87

10 Prophylaxe und Desensibilisierung 89

- 10.1 Allgemeine Empfehlungen für die Prophylaxe 90
- 10.2 Remineralisation und Therapie der Hypersensibilität 91
- 10.3 Neue Therapieansätze zur Milderung von Hypersensibilitäten 95
- 10.4 Schlussfolgerung 95
- 10.5 Literatur 95

11 Fissurenversiegelung 97

- 11.1 Indikationen 98
- 11.2 Materialien 98
- 11.3 Klinisches Vorgehen 100
- 11.4 Klinische Wirksamkeit 102
- 11.5 Sealing als Therapieoption für Hypersensibilitäten 103
- 11.6 Schlussfolgerung 103
- 11.7 Literatur 103

12 Direkte Restaurationen 105

- 12.1 Für die Füllungstherapie relevante Besonderheiten des MIH-Schmelzes 106
- 12.2 Temporäre Versorgung mit Glasionomerkementen 106
- 12.3 Definitive Restaurationen mit Komposit 111
- 12.4 Reparatur 115
- 12.5 Schlussfolgerung 115
- 12.6 Literatur 115

13 Indirekte Restaurationen 117

- 13.1 Konfektionierte Kronen als Interimslösung 118
- 13.2 Zahnfarbene Kronen aus Zirkonoxid 122
- 13.3 Indirekte Restaurationsmöglichkeiten 125
- 13.4 Schlussfolgerung 136
- 13.5 Literatur 136

14 Extraktionstherapie 139

- 14.1 Indikationen 140
- 14.2 Zeitpunkt der Extraktion 141
- 14.3 Konsequenzen einer zu frühen bzw. einer zu späten Extraktion 144
- 14.4 Ausgleichs- und Kompensationsextraktion 145
- 14.5 Prognose der Extraktionstherapie bei MIH 145
- 14.6 Literatur 147

15 Behandlungsmöglichkeiten bei hypomineralisierten Inzissen 149

- 15.1 Bleichen 150
- 15.2 Mikroabrasion 152
- 15.3 Infiltration 152

- 15.4 Kompositrestaurationen und Veneers 155
- 15.5 Schlussfolgerung 160
- 15.6 Literatur 160
- 16 MIH und Karies 163**
- 16.1 Karies 164
- 16.2 Karieserfahrung bei Kindern mit MIH 165
- 16.3 Behandlungsbedarf bei Kindern mit MIH 165
- 16.4 MIH als Kariesrisikofaktor 165
- 16.5 Literatur 167
- 17 Hypomineralisierte Milchmolaren 169**
- 17.1 Definition 170
- 17.2 Prävalenz 170
- 17.3 Ätiologie 170
- 17.4 Diagnostik 172
- 17.5 Klinisches Erscheinungsbild 173
- 17.6 Weitere Merkmale von hypomineralisiertem Milchzahnschmelz 174
- 17.7 Therapieoptionen 174
- 17.8 MMH und MIH 177
- 17.9 Schlussfolgerung 177
- 17.10 Literatur 177



Kapitel **1**

Einführung



Die Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) – im Volksmund auch Kreidezähne genannt – beschäftigt nun seit vielen Jahren die Kinder- und Jugendzahnheilkunde. Zu Beginn nahezu als Zufallsbefund abgetan, hat dieses Krankheitsbild mittlerweile aufgrund beachtenswerter Prävalenzzahlen eine hohe klinische Relevanz erreicht.

Das vorliegende Kapitel informiert über die Genese der Erforschung dieses Krankheitsbildes, gibt einen Einblick, wann erstmals dem Formenkreis der MIH zuzuordnende Hypomineralisationen wissenschaftlich erwähnt worden sind und wie es zu der Begriffsfindung kam.

1.1 Erste klinische Erwähnung der MIH

In der Kinderzahnheilkunde ist das Phänomen MIH nicht neu. Bereits 2001 wurde der Terminus in die Fachliteratur aufgenommen und eine Definition erarbeitet¹. Genau genommen handelte es sich jedoch auch zum damaligen Zeitpunkt schon nicht um das Auftreten einer neuartigen Erkrankung. Erstmals klinisch aufmerksam wurde man auf das Krankheitsbild bereits am Ende der 1970er-Jahre. Zu dieser Zeit berichteten Zahnärzte des Öffentlichen Zahnärztlichen Dienstes in Schweden über eine ungewöhnlich hohe und wachsende Zahl von Kindern mit ausgedehnten, abgegrenzten, schweren Schmelzhypomineralisationen unbekannter Ätiologie an den ersten permanenten Molaren und Schneidezähnen (Abb. 1-1). Die Schmelzdefekte waren aufgrund der extremen Empfindlichkeit schwer zu behandeln und zu reinigen². Dies gab Anlass zur Initiation einer ersten epidemiologischen Studie, die von Koch et al. 1987 veröffentlicht wurde³. In dieser wurden die Prävalenz, die Ausdehnung und die Schwere der Defekte bei 8- bis 15-jährigen Kindern analysiert. Es zeigte sich, dass je nach Geburtsjahrgang die Strukturstörungen in einer Häufigkeit von bis zu 15 % auftraten. Weiterhin stellte sich heraus, dass es sich bei den am stärksten betroffenen Zähnen um die ersten permanen-

ten Molaren handelte. Zudem war pro Kind meist mehr als ein Molar betroffen. Da die Strukturstörungen zum damaligen Zeitpunkt nicht in die herkömmliche ätiologische Einteilung passten, wurden sie als „idiopathische Schmelzhypomineralisationen der bleibenden Zähne“ beschrieben³. Eine zuverlässige Begründung oder Lösung dafür, warum es gerade in einem der Geburtsjahrgänge eine viel höhere Prävalenz von MIH-befallenen Zähnen gab, konnte zu diesem Zeitpunkt ebenfalls nicht gefunden werden.

1.2 Begriffsfindung

Der eigenständige Begriff Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation fand dann – wie oben bereits erwähnt – im Jahr 2001 Eingang in die Literatur¹. Vorangegangen war ein Jahr zuvor der 5. Kongress der *European Academy for Paediatric Dentistry* (EAPD) in Bergen, Norwegen. Dort thematisierten vier Abstracts aus drei Arbeitsgruppen Schmelzstrukturstörungen an ersten bleibenden Molaren unabhängig voneinander⁴⁻⁷. Damals bezeichneten die Autoren die Defekte als „hypomineralisierte permanente erste Molaren“, „idiopathische Schmelzhypomineralisation an den permanenten ersten Molaren“, „nicht fluoridbedingte Hypomineralisation an den permanenten ersten Molaren“ oder „Käse-Molaren“ (*cheese molars*)¹. Diese unterschiedlichen terminologischen Zuschreibungen veranlassten die Arbeitsgruppe, gemeinsam eine einheitliche Bezeichnung für das neuartige Krankheitsbild zu finden, um zukünftige Studien und Fallberichte vergleichbar zu machen. Aufgrund der unklaren Ätiologie wurden bei der Namensfindung sowohl das Verteilungsmuster als auch die Morphologie in den Vordergrund gestellt.

Definiert wird die MIH rezent als ein (systemischer) qualitativer Schmelzdefekt an einem oder mehreren 6-Jahr-Molaren mit oder ohne Beteiligung der bleibenden Schneidezähne (Abb. 1-2). Die Autoren einigten sich auf diese Definition, um zwei wichtige Punkte klarzustellen:



Abb. 1-1 Patientenfall mit abgegrenzten Hypomineralisationen an einem ersten bleibenden Molaren, die heute einer MIH zuzuordnen sind, aus der schwedischen Studie von 1987 (Quelle: Koch et al.³; mit freundlicher Genehmigung von Wiley).

- An dem Phänomen der MIH ist immer mindestens ein Molar beteiligt.
- Eine Kombination von betroffenen Molaren mit abgegrenzten Opazitäten an den Schneidezähnen ist möglich, aber nicht erforderlich⁸.

Opazitäten, die nur an den Schneidezähnen auftreten, deuten auf eine andere Ursache hin und sollten deshalb nicht der MIH zugeordnet werden.

Auf dem 2 Jahre später stattfindenden Meeting der EAPD in Athen wurde nochmals bekräftigt, den gewählten Begriff einheitlich zu verwenden. Zudem wurden diagnostische Kriterien benannt, um eine Vergleichbarkeit in zukünftigen epidemiologischen Studien zu sichern⁸. Diese haben bis heute Bestand⁹ und werden in Kapitel 6 näher beschrieben und erläutert.

1.3 Mittelalterliche Funde

Seit dieser Zeit treibt nicht nur die Zahnärzteschaft, sondern auch die Patienten die Frage um, ob es sich bei der MIH wirklich um ein neues Krankheitsbild handelt. Dies ist nicht leicht zu beantworten, zumal das Auftreten von Hypomineralisationen an Molaren und Inzisiven vor dem 20. Jahrhundert selten im Fokus der Forschung stand. Allerdings



Abb. 1-2 MIH mit qualitativen Schmelzdefekten an mehreren 6-Jahr-Molaren mit Beteiligung der bleibenden Schneidezähne.

geben Funde aus dem 17. und 18. Jahrhundert von einem Friedhof in London (Großbritannien) Anlass zu Überlegungen, ob das Krankheitsbild der MIH vielleicht doch bereits in früheren Jahrhunderten auftrat¹⁰. Ogden et al. untersuchten Skelettfunde von 45 Jugendlichen und fanden interessanter-

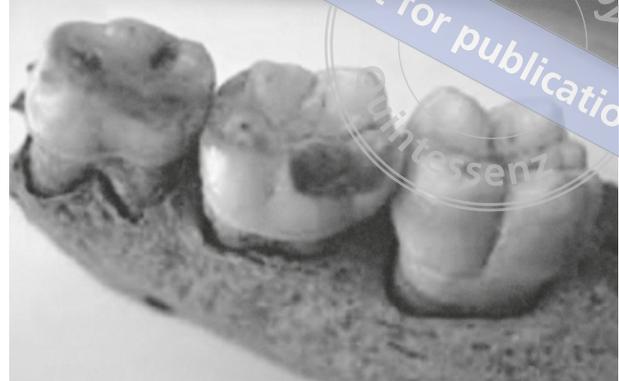


Abb. 1-3 Mittelalterlicher Skelettfund: a) vermutlich bestehende MIH an der Höckerspitze des ersten unteren Molaren, b) denkbare MIH des distobukkalen Höckers des unteren linken zweiten Milchmolaren (Quelle: Ogden et al.¹⁰; mit freundlicher Genehmigung von Springer).

weise bei 93,2 % der untersuchten Gebisse strukturgestörte Molaren, die Schmelzdysplasien oder MIH aufwiesen (Abb. 1-3). Ein Fallbericht aus dem 15. Jahrhundert scheint dies zu bestätigen¹¹. Die zahnärztlichen Befunde bei der Untersuchung des Schädels zeigten Schmelzdefekte der Molaren 36 und 46 und kleine Defekte an den weiteren ersten Molaren. Weiterhin wurden Streifungen des Schmelzes bei den permanenten Inzisiven gefunden.

Auch für Deutschland gibt es diesbezüglich empirische Daten, die die Aussage des manifesten Auftretens von MIH in der weiteren Vergangenheit indes ein wenig relativieren. Eine Studie an Skeletten des 12. bis 16. Jahrhunderts aus Regensburg und des 16. bis 18. Jahrhunderts aus Passau zeigte zwar das Auftreten von MIH, jedoch nur in einem sehr geringen prozentualen Anteil (3,2 %)^{12,13}. Von den insgesamt 309 untersuchten Schädeln zeigten dabei sieben (2,2 %) mindestens einen Molaren mit einer zum Gesunden abgrenzbaren Opazität, die sich nach den Kriterien der EAPD einer MIH zuordnen ließe. Drei weitere Schädel (1,0 %) wiesen mindestens einen Zahn mit einem posteruptiven Schmelzeinbruch auf. Aufgrund der niedrigen Prävalenz schlussfolgerten die Autoren, dass MIH höchstwahrscheinlich nicht oder zumindest nur selten in den von ihnen untersuchten archäologischen Fallserien existierte. Die Vermutung liege also nahe, dass die MIH ein spezifisches Phäno-

men und therapeutisches Problem unseres Jahrhunderts sei.

1.4 Ausblick

Seit der Erstbeschreibung und der Definition der MIH als eigenständigen Krankheitsbilds ist viel geschehen. Das mediale Interesse an der Virulenz des Problems ist in den letzten Jahren gestiegen – sowohl in der Fach- als auch in der Laienpresse. Epidemiologisch und ätiologisch ausgerichtete Studien zur MIH sind in den letzten Jahrzehnten zahlreich erschienen. Dies zeigt, dass weltweit an dem Krankheitsbild geforscht wird. Weil international standardisierte Diagnosekriterien verfügbar sind, können Prävalenzdaten vergleichbar dokumentiert werden.

Großer Forschungsbedarf besteht indes immer noch in den Bereichen der Ätiologie und der Therapie. Die ursächlichen Faktoren der Erkrankungen sind trotz zahlreicher Untersuchungen mit zum Teil kontroversen Ergebnissen weiterhin unklar. Ein großes Problem besteht darin, dass die MIH erst klinisch sichtbar wird, wenn die Eruption der betroffenen Zähne in die Mundhöhle einsetzt. Diese findet jedoch erst einige Jahre nach der Schmelzbildung statt und somit auch lange Zeit nach der Schädigung. Vielfach publizierte retrospektive Studien sind deshalb limitierend und bergen die Gefahr der Fehlinterpretation von

Ergebnissen. Prospektive, randomisierte Studien fehlen derzeit, wären aber immens wichtig. Folglich muss es in den nächsten Jahren das Ziel sein, weiter verstärkt in diesem Teilbereich zu forschen.

Im Hinblick auf die Therapie der MIH hat das benötigte Wissen um die Symptomatik des Krankheitsbilds – wie posteruptive Schmelzeinbrüche oder Hypersensibilitäten – stark zugenommen, und im Rahmen ihrer Behandlung konnten auch

immense Fortschritte erzielt werden. Dennoch besteht großer Bedarf an klinischen Studien, um vorliegende Versorgungskonzepte auch in randomisierten klinischen Studien zu verfeinern und sinnvoll zu ergänzen. Zudem muss es im Bereich der Grundlagenforschung in den nächsten Jahren das Ziel sein, Maßnahmen und Lösungen zur Stabilisierung der weichen Zahnhartsubstanz zu entwickeln.

1.5 Literatur

1. Weerheijm KL, Jälevik B, Alaluusua S. Molar-incisor hypomineralisation. *Caries Res* 2001;35: 390-391.
2. Koch G. MIH – An Introduction. In: Bekes K (Hg). *Molar Incisor Hypomineralization – A Clinical Guide to Diagnosis and Treatment*. Cham: Springer, 2020.
3. Koch G, Hallonsten AL, Ludvigsson N, Hansson BO, Holst A et al. Epidemiologic study of idiopathic enamel hypomineralization in permanent teeth of Swedish children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1987;15:279-285.
4. Weerheijm KL, Groen HJ, Beentjes VEV. Prevalence in 11-year-old Dutch children of cheese molars. *Eur J Paediatr Dent* 2000;3:129.
5. Leppäniemi A, Lukinmaa PL, Alaluusua S. Nonfluoride hypomineralization in the permanent first molars. *Eur J Paediatr Dent* 2000;3:128.
6. Jälevik B, Klingberg G, Norén JG, Barregård L. Epidemiological study of idiopathic enamel hypomineralisation in permanent first molars. *Eur J Paediatr Dent* 2000;3:128.
7. Beentjes VEV, Weerheijm KL, Groen HJ. A match-control study into the aetiology of hypomineralized first permanent molars. *Eur J Paediatr Dent* 2000;3:123.
8. Weerheijm KL, Duggal M, Mejare I, Papagiannoulis L, Koch G et al. Judgement criteria for molar incisor hypomineralisation (MIH) in epidemiologic studies: a summary of the European meeting on MIH held in Athens, 2003. *Eur J Paediatr Dent* 2003;4:110-113.
9. Lygidakis NA, Wong F, Jalevik B, Vierrou AM, Alaluusua S et al. Best Clinical Practice Guidance for clinicians dealing with children presenting with Molar-Incisor-Hypomineralisation (MIH): An EAPD Policy Document. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010;11:75-81.
10. Ogden AR, Pinhasi R, White WJ. Nothing new under the heavens: MIH in the past? *Eur Arch Paediatr Dent* 2008;9:166-171.
11. Curzon ME, Ogden AR, Williams-Ward M, Cleaton-Jones PE. Case report: A medieval case of molar-incisor-hypomineralisation. *Br Dent J* 2015;219:583-587.
12. Kühnisch J. Was molar-incisor hypomineralisation (MIH) present in archeological case series? *Clin Oral Investig* 2017;21:2155-2156.
13. Lauenstein A. Zahnärztlich-anthropologische Untersuchung zur Häufigkeit von Karies und Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation in prähistorischen Schädelserien. *Med. Diss., Ludwig-Maximilians-Universität. München, 2013.*



Kapitel 2

Klinisches Erscheinungsbild und morphologische Besonderheiten



Bei der Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation handelt es sich per Definition um eine systemisch bedingte Hypomineralisation von einem bis vier bleibenden ersten Molaren mit oder ohne Beteiligung der Inzisiven¹. Eine große klinische Herausforderung stellen die Variabilität der Hypomineralisation sowie der differierende Ausprägungsgrad dar, der sich daraus ergibt.

In diesem Kapitel werden deshalb zunächst die unterschiedlichen klinischen Manifestationen der MIH beschrieben und erläutert.

2.1 Zähne

Betroffen ist mindestens ein 6-Jahr-Molar. Die permanenten Inzisiven können, müssen aber nicht beteiligt sein (Abb. 2-1 und 2-2). Klinisch zeigt sich, dass die ersten Molaren meist häufiger und ausgeprägter befallen sind als die Schneidezähne. Sind die Inzisiven bei einem Patienten ebenfalls einbezogen, dann betrifft es offenbar vermehrt diejenigen im Oberkiefer².

2.2 Farbe

Fehlstrukturierte MIH-Zähne zeichnen sich klinisch zunächst einmal durch eine Veränderung in der Transluzenz des Schmelzes aus. Der hypomineralisierte Schmelz kann im Farbton von Weiß über Gelb bis Braun variieren (Abb. 2-3 und 2-4). Die Ränder bzw. Grenzen sind stets klar abgesetzt, gut definierbar und eindeutig von gesundem Schmelz zu unterscheiden.

Je dunkler die Farbe ist, umso weicher und poröser ist in der Regel der Zahnschmelz und umso höher damit die Gefahr eines posteruptiven Substanzverlusts mit Dentinexposition³. Diese Schmelzeinbrüche finden sich meist an den Zahnhöckern, können aber auch in anderen Bereichen lokalisiert sein (Abb. 2-5 und 2-6).

2.3 Lokalisation

Die Mineralisationsstörung kann im Bereich der Molaren auf einen einzelnen Höcker beschränkt sein oder aber über die gesamte Glattfläche oder das Fissurenrelief bis hin nach zervikal reichen⁴ (Abb. 2-7). Sind bei einem Patienten mehrere Molaren betroffen, kann es auch hier zu Variationen kommen. Daher ist es möglich, dass bei einem betroffenen Patienten an einem Molaren kleine, intakte Opazitäten zu finden sind, während an einem anderen Molaren große Teile des Schmelzes bereits kurz nach der Eruption einbrechen⁵ (Abb. 2-8).

Die Inzisiven weisen die Hypomineralisationen meist im Bereich der bukkalen Flächen auf. Auch hier sind viele unterschiedliche Erscheinungsformen möglich (Abb. 2-9).

2.4 Ausprägung

Geringgradig veränderte Zähne zeigen eher weiß-gelbliche oder gelb-braune, unregelmäßige Verfärbungen, schwere Hypomineralisationsformen dagegen weisen abgesplitterte oder fehlende Schmelz- und/oder Dentinareale unterschiedlichen Ausmaßes auf⁴.

Zunächst intakter, aber verfärbter Schmelz kann aufgrund seiner Porosität insbesondere unter dem Einfluss von Kaukräften leicht abplatzen (Abb. 2-10). Ein Prädiktor für eine solche posteruptive Absplittung des hypomineralisierten Schmelzes scheint die Farbe der Opazität zu sein⁶.

Bei permanenten Schneidezähnen ist der betroffene Schmelz in der Regel weniger stark gestört und durch das Fehlen von Kaukräften wohl auch weniger anfällig für den Abbau. Inzisale Schmelzdefekte sind jedoch meist recht umfangreich und am häufigsten auf den labialen Zahnflächen vorzufinden. Dieses Erscheinungsbild löst häufig bei den Eltern – das dokumentieren Gespräche mit ihnen – Irritationen aus, geltend gemacht werden von ihnen insbesondere kosmetische Bedenken.



Abb. 2-1 MIH bei einer 7-jährigen Patientin an den Molaren und an den Inzisiven. a) Frontalansicht: Die Zähne 11, 21 und 31 weisen weiße Opazitäten auf. Die oberen seitlichen Schneidezähne sind noch nicht beurteilbar. b) OK-Aufsicht: Zahn 16 weist einen post-eruptiven Schmelzeinbruch auf, Zahn 26 zeigt scharf begrenzte Opazitäten. c) UK-Aufsicht: Die Zähne 36 und 46 sind ebenfalls durch post-eruptive Schmelzeinbrüche gekennzeichnet.

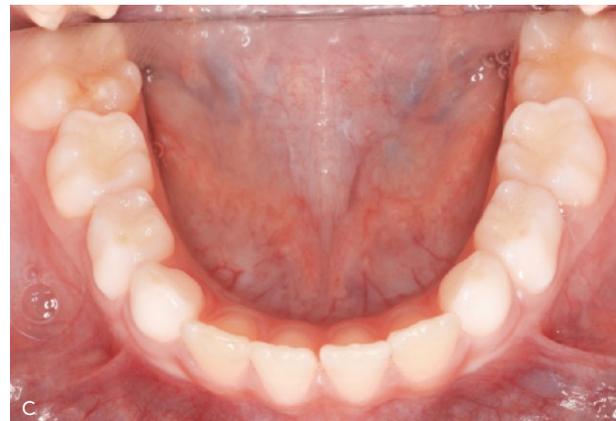
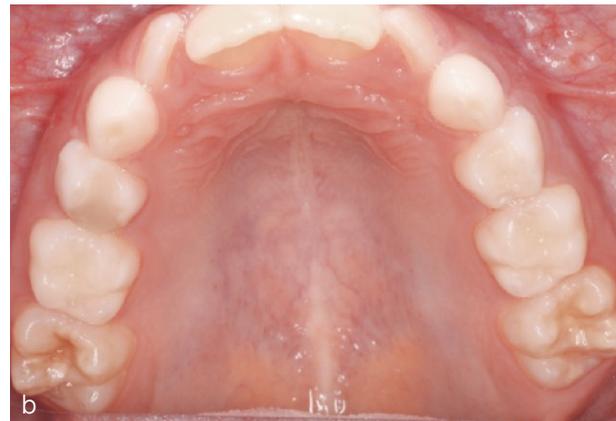


Abb. 2-2 MIH bei einem 8-jährigen Patienten ohne Einbezug der Inzisiven. a) Frontalansicht: Die bleibenden Schneidezähne sind gesund. b) OK-Aufsicht: Zahn 16 und Zahn 26 sind im okklusalen Relief mindermineralisiert. c) UK-Aufsicht: Zahn 36 ist gesund, Zahn 46 hat eine kleine weiße Opazität im okklusall-mesialen Bereich.

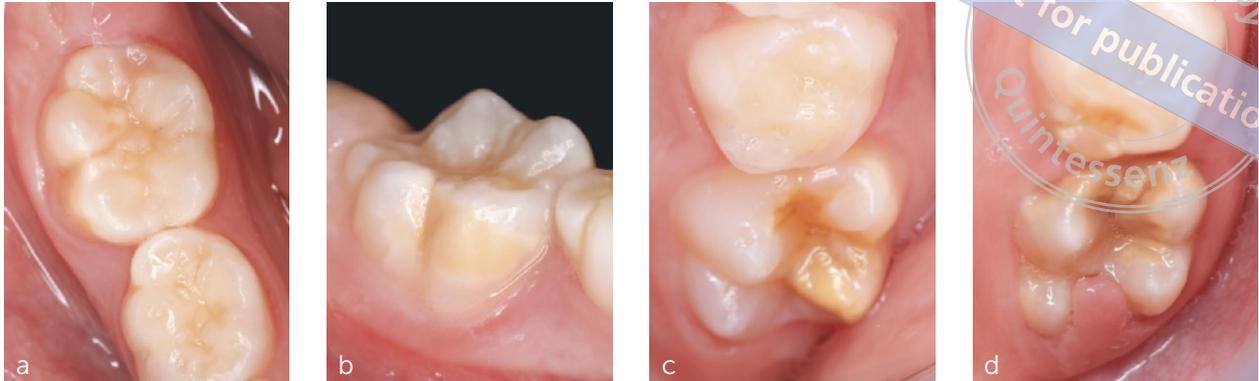


Abb. 2-3 Opazitäten an MIH-Molaren unterschiedlicher Farbgebung. a) Zahn 46 mit weißlicher Verfärbung im vestibulären Bereich am mesiovestibulären Höcker in der Okklusalansicht. b) Zahn 46 aus Abb. 2-3a in der vestibulären Ansicht. c) Zahn 26 mit einer gelblichen Opazität. d) Zahn 26 mit einer braunen Opazität, die an den Rändern ins Weißliche übergeht.



Abb. 2-4 Opazitäten an MIH-betroffenen Inzisiven in verschiedener Farbgebung. a) Die Zähne 11, 21 und 22 mit einer weißen Opazität unterschiedlicher Ausprägung. b) Mittlere Oberkieferinzisiven mit einer weiß-gelben Opazität am Zahn 11 und einer weißen Opazität am Zahn 21.



Abb. 2-5 Posteruptionäre Schmelzeinbrüche an MIH-befallenen Molaren. a) Substanzeinbruch im palatinalen Bereich des Zahns 26. b) Schmelzeinbruch im okklusalen und distopalatinalen Areal des Zahns 16. c) Okklusaler Substanzverlust bei Zahn 26. d) Einbruch der kompletten okklusalen Fläche mit Einbezug der Höcker am Zahn 46.



Abb. 2-6 Posteruptive Schmelzeinbrüche an hypomineralisierten Inzisiven. a) Substanzeinbruch an Zahn 11 im distoinzisalen Areal. b) Schmelzeinbruch im inzisalen Bereich von Zahn 42.



Abb. 2-7 Unterschiedliche Lokalisationen der Hypomineralisation. a) Zahn 36 mit weißer Opazität im vestibulären Bereich am mesiovestibulären Höcker. b) Opazität im Fissurenrelief des Zahns 26 sowie im palatinalen Bereich des distopalatinalen Höckers. c) Hypomineralisation (soweit beurteilbar) am Zahn 36 im Bereich der Okklusalfäche und auf die Höcker übergreifend.

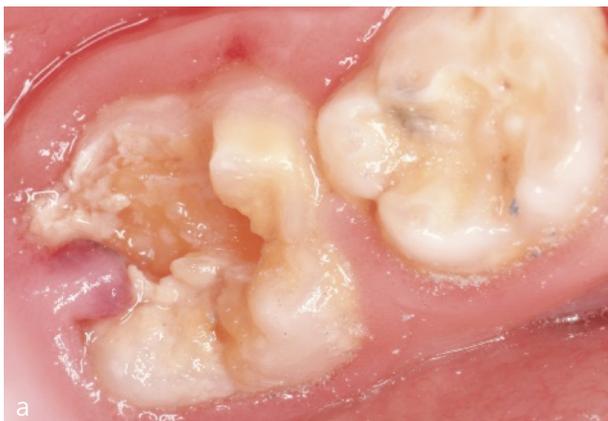


Abb. 2-8 MIH-Molaren mit posteruptivem Einbruch kurz nach der Eruption. a) Noch nicht komplett eruptierter Zahn 36 mit kleiner Schleimhautkapuze im distalen Bereich, der bereits einen Substanzverlust aufweist. b) Zahn 16 mit Schmelzeinbruch während Eruption.



Abb. 2-9 Inzisiven von MIH-Patienten mit Hypomineralisationen unterschiedlichster Lokalisation und Ausprägung. a) Weißliche kleine Opazität an den Zähnen 11 und 21. b) Hypomineralisationen in unterschiedlichen Höhen und Farben an den oberen Schneidezähnen 11 und 21. c) Opake Fleckung in variabler Ausprägung und Farbgestaltung bei den mittleren Oberkieferinzisiven. d) Mindermineralisation an Zahn 32 im oberen Drittel. e) Opazitäten an den mittleren Oberkieferinzisiven und allen vier unteren Inzisiven, die fast die gesamte vestibuläre Fläche einnehmen. f) Mindermineralisationen an den unteren mittleren Schneidezähnen.



Abb. 2-10 MIH-betroffener oberer erster Molar zu verschiedenen Zeitpunkten. a) Während der Eruption. b) 3 Jahre später.



Abb. 2-11 9-jährige MIH-Patientin mit starker Ausprägung an allen ersten bleibenden Molaren ohne Einbezug der Inzisiven. a) Frontalansicht: Kein Schneidezahn weist eine Opazität auf. b) OK-Aufsicht: Beide ersten Molaren zeigen bereits großflächige posteruptive Schmelzeinbrüche. c) UK-Aufsicht: Auch an den Unterkiefermolaren ist es bereits zu Substanzverlusten gekommen.

Die Schwere der Defekte an den Molaren korreliert nicht unbedingt mit der Anzahl und der Ausprägung der Hypomineralisationen an den Inzisiven. So können einerseits bei einem Patienten alle vier Molaren stark betroffen sein, die Inzisiven aber gar nicht (Abb. 2-11); andererseits ist es möglich, dass eine milde Form der MIH an nur

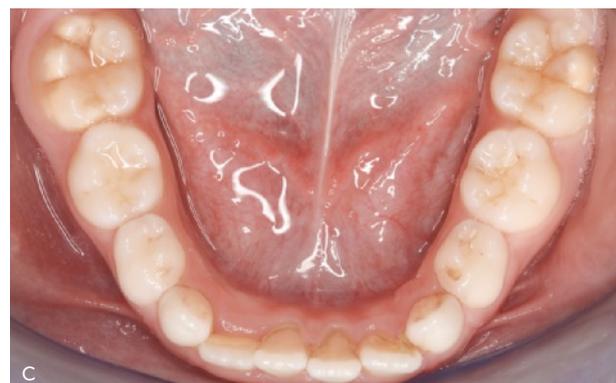


Abb. 2-12 6,5-jähriger MIH-Patient mit Opazitäten an den Molaren und beiden mittleren oberen Inzisiven. a) Frontalansicht: Zähne 11 und 21 mit Opazitäten variabler Stärke. b) OK-Aufsicht: Opazitäten unterschiedlicher Farbe an beiden Molaren. c) UK-Aufsicht: Weiße abgegrenzte Verfärbungen im jeweils vestibulären Bereich der unteren 6-Jahr-Molaren.

einzelnen Molaren mit dem Befall mehrerer Inzisiven kombiniert ist (Abb. 2-12 und 2-13). Auch der unterschiedliche Befall von Molaren oder Inzisiven innerhalb eines Gebisses ist denkbar (Abb. 2-14 bis 2-16).

Daher sind eine frühzeitige Erkennung, Intervention und angemessene Therapie notwendig,



Abb. 2-14 Unterschiedliche Ausprägung einer MIH im Ober- und Unterkiefer eines Patienten. a) OK-Aufsicht: Die Zähne 16 und 26 zeigen posteruptionale Schmelzeinbrüche. b) UK-Aufsicht: Die Zähne 36 und 46 weisen lediglich kleine Opazitäten auf.

Abb. 2-13 7-jährige MIH-Patientin mit auffälliger Opazität an einem oberen und einem unteren Schneidezahn sowie milder Ausprägung an den Molaren. a) Frontalansicht: Zahn 21 und 32 mit gelber Hypomineralisation. b) Zahn 16: kein MIH-Befund erkennbar. c) Zahn 26: kein MIH-Befund sichtbar. d) Zahn 46: MIH-betroffener Molar mit Opazitäten in der distalen Fissur sowie am distovestibulären Höcker im vestibulären Bereich. e) Zahn 36: MIH-betroffener Molar mit gelblicher Hypomineralisation im okklusalen Fissurenrelief.

um schwere Komplikationen zu vermeiden und sowohl die Kaufunktion als auch die Ästhetik der Zähne zu verbessern.

2.5 Hypersensibilität

Neben dem Defekt selbst ist das Auftreten von Überempfindlichkeiten ein wichtiges und nicht zu vernachlässigendes Leitsymptom der MIH. Vor allem MIH-betroffene Molaren können oft stark temperatur- und berührungsempfindlich sein. Als Ursache für diese Empfindlichkeit wird die Porosität des Schmelzes angeführt, die frühzeitig zu einer Bakterieninvasion und einer chronischen Pulpaentzündung führt⁷⁻⁹ (siehe Kapitel 3). Diese Hypersensibilität hat erhebliche Folgelasten für die Kinder: Sie schränkt sie im Genuss kalter



Abb. 2-15 Heterogener MIH-Befall an den oberen und unteren ersten Molaren einer Patientin. a) OK-Aufsicht: Zahn 16 zeigt eine Opazität, Zahn 26 weist bereits einen Substanzverlust auf. b) UK-Aufsicht: An Zahn 36 ist ebenfalls ein Schmelzeinbruch aufgetreten, Zahn 46 ist gesund.



Abb. 2-16 Differente Erscheinungen der Hypomineralisation an den oberen und unteren 6-Jahr-Molaren. a) OK-Aufsicht: Zahn 16 ist gesund, Zahn 26 zeichnet sich durch massive Substanzverluste aus. b) UK-Aufsicht: Zahn 36 hat eine kleine Opazität im vestibulären Bereich, Zahn 46 ist durch einen starken Schmelzeinbruch charakterisiert.

und heißer Nahrungsmittel sowie bei der Mundhygiene ein (Abb. 2-17). Zudem beeinträchtigt sie die Behandlung dieser Zähne, u. a. deshalb, weil die chronische Pulpaentzündung eine erfolgreiche Lokalanästhesie erschweren kann¹⁰. Deshalb wird im Rahmen der Behandlung hypersensibler Molaren häufig auf eine Prämedikation zurückgegriffen, auf die in Kapitel 9 näher eingegangen wird.

2.6 Abweichungen von der klassischen Definition

Wie oben beschrieben, ist die MIH klassischerweise für die Molaren und Inzisiven definiert. Mittlerweile wurden MIH-charakteristische Defekte vereinzelt auch an anderen bleibenden Zähnen



Abb. 2-17 Hypersensibler MIH-Molar mit posteruptivem Schmelzeinbruch. Man erkennt zusätzlich die Plaqueauflagerungen, die auf eine mangelnde Mundhygiene aufgrund von Schmerzen schließen lassen.

(7er, 5er, 3er) beobachtet^{11,12}. Diese Hypomineralisationen können dabei sowohl in Kombination mit einer klassischen MIH auftreten als auch nicht. Bislang sind die wissenschaftlichen Daten hierzu allerdings spärlich.



Abb. 2-18 Zusätzliche Hypomineralisation bei einem oberen permanenten Eckzahn bei einer Patientin mit MIH. An Zahn 21 ist ebenfalls die klassische Opazität zu erkennen.

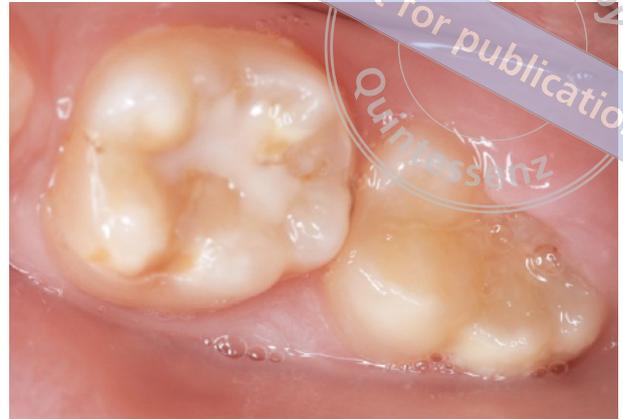


Abb. 2-19 MIH-Patientin, die neben dem Befall am Zahn 36 zusätzlich eine abgegrenzte Opazität am Zahn 37 aufweist.



Abb. 2-20 12-jähriger Patient mit hypomineralisiertem zweitem Molaren in Kombination mit dem Befall einzelner Prämolaren. a) OK-Aufsicht: die Zähne 17, 27 und 14 mit Hypomineralisationen. b) UK-Aufsicht: die Zähne 37, 47 und 35 mit Hypomineralisationen.



Abb. 2-21 Hypomineralisierte zweite Milchmolaren im Oberkiefer einer 3-jährigen Patientin. Die Milchmolaren weisen neben einer Opazität auch erste posteruptionale Schmelzverluste auf.

In einer griechischen Untersuchung¹² bei 1156 14-jährigen Jugendlichen, von denen 21,1 % eine klassische MIH aufwiesen, konnte gezeigt werden, dass 48,1 % zusätzlich mindestens eine Hypomineralisation an einem anderen Zahn aufwiesen. Zudem zeigten 16,2 % der nicht von einer klassischen MIH betroffenen Kinder Hypomineralisationen an anderen permanenten Indexzähnen. Deren Häufigkeit war nach Zahntyp wie folgt: zweiter Molar 33,7 %, Eckzahn 25,7 %, erster Prämolare 23,6 %, zweiter Prämolare 17,0 %.

Die Abbildungen 2-18 bis 2-20 zeigen exemplarisch die beschriebenen möglichen Variationen. Des Weiteren können sich Hypomineralisati-

onen auch an Milchzähnen finden. Am häufigsten betroffen sind dann die zweiten Milchmolaren (siehe Kapitel 17) mit/ohne Einbezug der Milcheckzähne (Abb. 2-21). Die strukturgeschädigten Zähne zeichnen sich ebenfalls klinisch durch eine Veränderung in der Transluzenz des Schmelzes

aus. Aufgrund ihrer beachtlichen Prävalenz weltweit hat sich dafür im Rahmen der Forschung ein eigener Terminus etabliert. Solch ein Befund wird als Milchmolaren-Hypomineralisation (MMH) bezeichnet.

2.7 Literatur

1. Weerheijm KL, Jälevik B, Alaluusua S. Molar-incisor hypomineralisation. *Caries Res* 2001;35:390-391.
2. Leppäniemi A, Lukinmaa PL, Alaluusua S. Nonfluoride hypomineralization in the permanent first molars. *Eur J Paediatr Dent* 2000;3:128.
3. Weerheijm KL, Duggal M, Mejare I, Papagiannoulis L, Koch G et al. Judgement criteria for molar incisor hypomineralisation (MIH) in epidemiologic studies: a summary of the European meeting on MIH held in Athens, 2003. *Eur J Paediatr Dent* 2003;4:110-113.
4. Koch G, Hallonsten AL, Ludvigsson N, Hansson BO, Holst A et al. Epidemiologic study of idiopathic enamel hypomineralization in permanent teeth of Swedish children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1987;15:279-285.
5. Weerheijm KL. Molar incisor hypomineralization (MIH): clinical presentation, aetiology and management. *Dent Update* 2004;31:9-12.
6. Da Costa-Silva CM, Ambrosano GM, Jeremias F, De Souza JF, Mialhe FL. Increase in severity of molar-incisor hypomineralization and its relationship with the colour of enamel opacity: a prospective cohort study. *Int J Paediatr Dent* 2011;21:333-341.
7. Fagrell TG, Lingstrom P, Olsson S, Steiniger F, Noren JG. Bacterial invasion of dentinal tubules beneath apparently intact but hypomineralized enamel in molar teeth with molar incisor hypomineralization. *Int J Paediatr Dent* 2008;18:333-340.
8. Lygidakis NA, Wong F, Jälevik B, Vierrou AM, Alaluusua S et al. Best Clinical Practice Guidance for clinicians dealing with children presenting with Molar-Incisor-Hypomineralisation (MIH): An EAPD Policy Document. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010;11:75-81.
9. Rodd HD, Morgan CR, Day PF, Boissonade FM. Pulpal expression of TRPV1 in molar incisor hypomineralisation. *Eur Arch Paediatr Dent* 2007;8:184-188.
10. Lygidakis NA. Treatment modalities in children with teeth affected by molar-incisor enamel hypomineralisation (MIH): A systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010;11:65-74.
11. Mittal N. Phenotypes of Enamel Hypomineralization and Molar Incisor Hypomineralization in Permanent Dentition: Identification, Quantification and Proposal for Classification. *J Clin Pediatr Dent* 2016;40:367-374.
12. Kevrekidou A, Kosma I, Kotsanos I, Arapostathis KN, Kotsanos N. Enamel opacities in all other than Molar Incisor Hypomineralisation index teeth of adolescents. *Int J Paediatr Dent* 2021;31:270-277.

Das Krankheitsbild der Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) hat sich zu einem hochaktuellen Thema entwickelt, das Zahnmediziner in Praxis und Forschung vor große Herausforderungen stellt. Die MIH wird als qualitativer Schmelzdefekt beschrieben, der klassischerweise an einem oder mehreren ersten bleibenden Molaren mit oder ohne Beteiligung der bleibenden Inzisiven auftritt.

Dieses Buch informiert ausführlich und differenziert über Ätiologie, Diagnostik und Therapie dieser Krankheit. Es dient als umfassendes Nachschlagewerk, in dem die breitgefächerte Diskussion über verschiedene Aspekte der MIH auf Basis der fachwissenschaftlichen Literatur dokumentiert, praktische Tipps zum Umgang mit dieser Krankheit gegeben und Vorgehensweisen verschiedener Behandlungsoptionen erläutert werden.

Das Werk richtet sich an interessierte zahnmedizinische Kolleginnen und Kollegen, Postgraduierte und Studierende sowie alle, die ihr Wissen zu dieser brisanten Thematik im klinischen Alltag der Zahnmedizin erweitern möchten.



Prof. Dr. med. dent. Katrin Bekes, MME

Katrin Bekes ist Direktorin des Fachbereichs Kinderzahnheilkunde der Universitätszahnklinik an der Medizinischen Universität Wien. Sie ist derzeit Präsidentin der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde, Vizepräsidentin der Österreichischen Gesellschaft für Kinderzahnmedizin und engagiert sich zudem in der europäischen und internationalen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde. Prof. Bekes gründete das österreichweit einzige Kompetenzzentrum für Patienten mit MIH und hat u. a. auf diesem Gebiet vielfach publiziert und referiert.

ISBN 978-3-86867-561-0



www.quintessence-publishing.com