

Etiologija i terapija molarno incizivne hipomineralizacije

Dujmović, Vendi

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Dental Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:745897>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 3.0 Unported](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-25**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb School of Dental Medicine Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Vendi Dujmović

ETIOLOGIJA I TERAPIJA MOLARNO INCIZIVNE HIPOMINERALIZACIJE

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

Rad je ostvaren na Zavodu za dječju i preventivnu stomatologiju Stomatološkog fakulteta u Zagrebu.

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Kristina Goršeta, Zavod za dječju i preventivnu stomatologiju Stomatološkog fakulteta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Martina Pavić, magistra kroatistike i lingvistike

Lektor engleskog jezika: Saša Slavić Škunca, profesorica engleskog i talijanskog jezika i književnosti

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. _____
2. _____
3. _____

Datum obrane rada: _____

Rad sadrži: 39 stranica

1 tablicu

6 slika

1 CD

Rad je vlastito autorsko djelo, koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu. Osim ako nije drukčije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu su izvorni doprinos autora diplomskog rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, kao i za sve eventualne posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija odnosno propusta u navođenju njihovog podrijetla.

Zahvala

Od srca zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Kristini Goršeti na pomoći pri pisanju ovoga rada.

Hvala mojoj obitelji i prijateljima na ljubavi i razumijevanju.

Etiologija i terapija molarno incizivne hipomineralizacije

Sažetak

Molarno incizivna hipomineralizacija (MIH) relativno je čest razvojni poremećaj koji ponajprije zahvaća prve trajne kutnjake i sjekutiće. Zdrava caklina visoko je mineralizirano tvrdo zubno tkivo s 96%-tnim težinskim postotkom anorganskog dijela, 1%-tnim težinskim postotkom organskih tvari i 3%-tnim težinskim postotkom vode, dok caklina zahvaćena MIH-om sadržava visok udio proteina, a snižen udio mineralnog djela. Takva je caklina porozna, sklona lomu i rapidnoj progresiji karijesa. Pretpostavlja se da je posljedica kombiniranog djelovanja sistemskih i okolišnih etioloških čimbenika u ranim razdobljima života. Potrebna su dodatna istraživanja kako bi se sa sigurnošću moglo ustanoviti što je uzrok poremećaju hipomineralizacije. Terapija je kompleksna i specifična jer je riječ o djeci s iznimno osjetljivim zubima, sklonima lomu, koje je ponekad teško anestetizirati. Zato je liječenje potencijalno neugodno te se stvara temeljno tlo za razvoj dentalne anksioznosti. Promijenjena struktura cakline otežava adheziju, što vodi neuspjesima restaurativne terapije te deset puta većom potrebom za stomatološkom intervencijom u usporedbi s pacijentima bez MIH-a.

Ključne riječi: molarno incizivna hipomineralizacija; amelogeneza; caklina; terapija

Etiology and Treatment of Molar Incisor Hypomineralization

Summary

Molar incisor hypomineralization (MIH) is a relatively common developmental disorder affecting first permanent molars and incisors. Healthy enamel is made up of 96% mineral content, a 1% organic part and 3% water. On the other hand, MIH enamel has a high share of protein and a lower amount of mineral component. This enamel is porous, prone to post-eruption breakdown and rapid caries development. Assumptions have been made that this is a consequence of the simultaneous effect of both systemic and environmental factors in the child's early life. More research is needed to determine the causal factor for this hypomineralization condition. Treatment of MIH is complex and specific because children experience dental hypersensitivity, their teeth are susceptible to breakdown and there is difficulty in achieving a good level of anesthesia. That leads to discomfort in a dental office and serves as a basis for creating dental anxiety. Bonding to the altered enamel structure is compromised which is why children with MIH are ten times more likely to need treatment than patients with healthy enamel.

Keywords: molar incisor hypomineralization; amelogenesis; enamel; treatment

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 2. Amelogeneza | 3 |
| 3. Prevalencija MIH-a | 7 |
| 4. Etiologija MIH-a | 9 |
| 4.1. Mehanizam nastanka | 10 |
| 4.2. Mogući etiološki čimbenici | 10 |
| 5. Klinička slika MIH-a | 13 |
| 5.1. Dijagnostika..... | 14 |
| 5.2. Klasifikacija stupnja | 18 |
| 5.3. Diferencijalna dijagnoza | 20 |
| 5.4. Karakteristike hipomineralizirane cakline | 20 |
| 6. Terapija MIH-a | 22 |
| 6.1. Procjena rizika i rana dijagnostika | 24 |
| 6.2. Remineralizacija i desenzibilizacija | 25 |
| 6.3. Restaurativni postupci | 25 |
| 6.3.1. Staklenoionomerni cementi | 26 |
| 6.3.2. Kompomeri i kompozitni materijali | 26 |
| 6.4. Terapija diskoloracija na prednjim zubima | 27 |
| 6.5. Konfekcijske metalne krunice (PMC) | 28 |
| 6.6. Individualizirane krunice i ljuskice | 28 |
| 6.7. Endodonska terapija | 28 |
| 6.8. Ekstrakcija i ortodonska terapija | 29 |
| 7. Rasprava..... | 30 |
| 8. Zaključak | 32 |
| 9. Literatura | 34 |
| 10. Životopis | 38 |

Popis skraćenica

MIH – molarno incizivna hipomineralizacija

EDCs – engl. endocrine disrupting chemicals

WHO – engl. World Health Organization

BPA – engl. bisphenol A

KLK4 – engl. kallikrein-related peptidase 4

EAPD – engl. European Academy of Paediatric Dentistry

FDI – fr. Fédération Dentaire Internationale

DDE – engl. defect of dental enamel

MIH-TNI – engl. molar incisor hypomineralization-treatment need index

CPP-ACP – engl. casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate

SIC – staklenoionomerni cement

ART – engl. atraumatic restorative treatment

PMC – engl. preformed metal crowns

1. UVOD

Molarno incizivna hipomineralizacija (MIH) pojam je koji opisuje kliničku sliku smanjene mineralizacije cakline jednog ili više prvih trajnih kutnjaka, uz koje istodobno mogu biti zahvaćeni i trajni sjekutići. U literaturi, se može naići na više naziva za MIH: „hipomineralizirani prvi trajni molari“, „idiopatska caklinska hipomineralizacija“, „nemineralizirani prvi trajni molari“, „nefluoridna hipomineralizacija“, „sirasti molari“ (1). Uz prve trajne kutnjake i trajne sjekutiće katkad mogu biti uključeni i drugi trajni kutnjaci te trajni očnjaci, stoga neki autori upozoravaju da termin molarno incizivna hipomineralizacija može navesti kliničara na podcjenjivanje kliničke slike na pojedinim zubima (2, 3). Postoji više razvojnih defekata cakline s različitom histološkom i kliničkom slikom. Ako se poremećaj dogodi u fazi sekrecije cakline, govorimo o hipoplaziji. Ako se pojave smetnje tijekom faze maturacije cakline, riječ je o hipomineralizaciji. Hipomineralizirana caklina normalne je debljine, ali ima smanjen udio anorganskih tvari, čime postaje disfunkcionalna. Caklina je promijenjene boje, porozna, sklona frakturama i brzom razvoju karijesa. Zahvaćen je zub osjetljiv i bolan, što je posljedica subakutnog pulpitisa (4). Posljedično tomu, postizanje zadovoljavajuće lokalne anestezije tijekom zahvata katkad je otežano. Pacijenti s MIH-om češće zahtijevaju stomatološko liječenje, što kod djece, uz neuspješnu kontrolu boli, može postupno dovesti do razvoja problematičnog ponašanja i dentalne anksioznosti (5). Svrha ovog rada jest navesti potencijalne etiološke čimbenike za razvoj MIH-a, iznijeti dijagnostičke kriterije te prikazati mogućnosti terapije kako bismo dobili sveobuhvatan pregled za što učinkovitiji klinički rad.

2. AMELOGENEZA

Odontogeneza, razvoj zuba, rezultat je epitelno-mezenhimalne interakcije između epitela usne šupljine i mezenhima koji nastaje iz stanica neuralnog grebena (6). Kako bismo razumjeli patofiziologiju nastanka MIH-a, nužno je znati kada i kako se razvija caklina. Tijekom morfogeneze i histodiferencijacije zuba, nakon stadija pupoljka i stadija kape, slijedi stadij zvona kada se stvaraju tvrda zubna tkiva.

U ranom stadiju zvona caklinski organ gubi vezu s oralnim epitelom te se sastoji od četiri sloja:

- Vanjski caklinski epitel – kubične stanice čija je uloga održavanje oblika caklinskog organa te izmjena tvari s okolinom.
- Zvezdolika mrežica – zvezdolike stanice s razgranatim staničnim nastavcima te širokim međustaničnim prostorom ispunjenim tekućinom. Vjeruje se da ima zaštitnu ulogu podležećih tkiva omogućujući nesmetan razvoj krune zuba.
- Stratum intermedium – dva do tri sloja spljoštenih stanica koji se nalaze iznad unutarnjeg caklinskog epitela, prenose tvari od i do unutarnjeg caklinskog epitela.
- Unutarnji caklinski epitel - cilindrične stanice koje se izdužuju te se potom diferenciraju u ameloblaste (6).

U kasnom stadiju zvona stanice zubne papile počinju se diferencirati u odontoblaste pod utjecajem preameloblasta. Nadalje, odontoblasti tvore predentin, zatim dentin, što stimulira ameloblaste na sekreciju cakline. Sama amelogeneza može se ugrubo podijeliti u dva stadija, sekretorni i maturacijski, iako postoji i detaljnija podjela na presekretorni, sekretorni, prijelazni, maturacijski i postmaturacijski stadij (6).

U presekretornom stadiju diferenciraju se preameloblasti iz stanica unutarnjeg caklinskog epitela. Preameloblasti se izdužuju i polariziraju, što znači da im se jezgre udaljavaju od bazalne membrane, a bliže bazalnoj membrani pojavljuju se sekretorne organele. Istodobno se diferenciraju odontoblasti iz perifernih stanica dentalne papile. Kada preameloblasti

resorbiraju bazalnu membranu, omogućena je nesmetana epitelno-mezenhimalna interakcija te odontoblasti počinju odlagati prvi sloj predentina.

Sekretorni stadij počinje odlaganjem prvog sloja organskog matriksa aprizmatske cakline na caklinsko-dentinskom spojištu. Taj matriks služi kao okvir za daljnje odlaganje minerala. Ameloblasti, povlačeći se od caklinsko-dentinskog spojišta, ostavljaju za sobom Tomesove nastavke koji su piramidalna oblika. Upravo zbog tog piramidalnog oblika različita je orijentacija kristala hidroksiapatita na os mineralizacije koja se na svjetlosnom mikroskopu vidi kao slika prizmi. Najprije se izlučuje matriks koji tvori ovojnici prizme, a zatim i središnji dio prizme. Jedan ameloblast tvori jednu prizmu, a četiri ameloblasta oblikuju interprizmatski prostor. Slijedi odlaganje kristala koji su isprva vrlo tanki, a s vremenom dobivaju na veličini. Može se reći da se u sekretornoj fazi stvara temeljni oblik cakline u punoj debljini, koja će tek poslije dobiti ono po čemu je caklina poznata i važna, a to je tvrdoća. Sada je lakše uvidjeti da je hipoplazija kvantitativni poremećaj sekrecijske faze pri kojoj uočavamo smanjenu debljinu cakline.

Slijedi prijelazni stadij u kojemu se ameloblasti skraćuju, pola ih odumire, a ostali budu fagocitirani. Prekida se sekrecija organskog matriksa, nastavlja njegova razgradnja i selektivna resorpcija organskih tvari (6).

U maturacijskom stadiju odvija se resorpcija vode, organskih tvari, minerala manje otpornih na kiseline te njihove zamjene s otpornijim apatitom i ionima kalcija i fosfata. To sve zajedno povećava veličinu i tvrdoću kristala cakline (7). Dogodi li se poremećaj u ovoj fazi razvoja, caklina ostaje porozna, s prevelikim udjelom proteina i vode, a premalim udjelom anorganskih tvari, što rezultira nastankom hipomineralizirane cakline (1).

Tijekom postmaturacijskog stadija stanice caklinskog organa involuiraju i oblikuju reducirani caklinski epitel koji ima zaštitnu ulogu tijekom nicanja i sudjeluje u stvaranju spojnog epitela (6).

Mliječni zubi počinju se razvijati između petog i šestog tjedna intrauterinog života. Razvoj prvog trajnog kutnjaka počinje oko četvrtog mjeseca intrauterinog života, a prvog trajnog sjekutića oko petog mjeseca intrauterinog života. Drugi trajni kutnjak započinje odontogenezu oko šestog mjeseca poslije rođenja (6, 8). Upravo je to razdoblje, peri- i postnatalno, podložno nastajanju defekata, ako je organizam izložen utjecaju jednog ili više etioloških čimbenika.

3. PREVALENCIJA MIH-a

Molarno incizivna hipomineralizacija prisutna je u svim dijelovima svijeta, a prevalencija MIH-a jest od 0,5% do 40,2%. Postotak slučajeva MIH-a kod ispitanika varira od regije do regije: Južna Amerika ima najvišu prevalenciju (18,0%), zatim slijede Oceanija (16,3%), Europa (14,3%), Azija (13,0%) i Afrika (10,9%). Gledajući na razini država, prevalencija je također različita: u Brazilu 40,2%, u Španjolskoj 21,1%, u Iranu 17,1%, u Finskoj 16,0%, u Bosni i Hercegovini 12,3%, u Njemačkoj 10,5%, u Indiji 8,1% (9, 10). Nisu primijećene znatnije razlike u prevalenciji između osoba muškoga i ženskoga spola (9). Tako velike varijacije u prevalenciji MIH-a vjerojatno su, među ostalim, posljedica različitog načina dijagnosticiranja te nedostatka standardizirane klasifikacije (2).

4. ETIOLOGIJA MIH-a

4.1. Mehanizam nastanka

Nije još do kraja istraženo kako i zašto nastaje molarno incizivna hipomineralizacija, no pretpostavlja se da nekoliko patogenetskih procesa mogu izazvati poremećaj u mineralizaciji cakline. Ameloblasti su u fazi amelogeneze osjetljivi na promjene u organizmu, a posebice u prijelaznom stadiju između oblikovanja organskog matriksa i počinjanja odlaganja anorganskih tvari (1).

Istraživanja na štakorima pokazala su da nakon ekspozicije skupini molekula, zvanih endokrini disruptori (EDCs), zubi jedinki štakora mogu pokazivati lezije nalik na MIH. Autori pretpostavljaju da EDCs molekule mogu povećati stvaranje caklinskih proteina, smanjiti stvaranje gena kalikreina 4, što vodi nakupljanju albumina, a to sve zajedno rezultira kočenjem rasta kristala.

Hipomineralizacija može biti i posljedica promijenjene ekspresije gena bitnih za amelogenezu.

Također može nastati kao posljedica metaboličkog disbalansa (smanjen pH zbog upale ili hipoksije). Prema istraživanjima, respiratorna acidoza i hipoksija inhibiraju djelovanje proteolitičkih enzima i koče razvoj kristala hidroksiapatita.

Nadalje, moguće je da dolazi i do morfoloških promjena kod ameloblasta, a samim time i do promjene u strukturi caklinskih prizmi (11).

Potrebna su dodatna istraživanja kako bi se rasvijetlio točan mehanizam nastanka MIH-a.

4.2. Mogući etiološki čimbenici

Točan uzročnik MIH-a nije dokazan, ali različitim studijama uvidjela se povezanost nekih sistemskih i okolišnih čimbenika s nastankom lezija na caklini zuba. Za nastanak MIH-a iznimno je važno kada je neki čimbenik djelovao, to jest da bi MIH nastao, potrebno je djelovanje potencijalnog uzročnog čimbenika u fazi maturacije cakline tijekom amelogeneze. Kod prvih trajnih molara i sjekutića ključno razdoblje, kada pojedini čimbenik može potencirati razvoj MIH-a, jest perinatalno i postnatalno doba te prve tri ili četiri godine djetetova života (11).

Autori Silva, Scurrah, Craig, Manton i Kilpatrick u svojem osvrtu na brojna istraživanja zaključuju da zasad nije utvrđena velika povezanost između pušenja u trudnoći i MIH-a (11). Majčine bolesti u trudnoći također se ne čine odlučujućim, međutim jedno istraživanje ističe vezu između stresa u trudnoći i nastanka MIH-a (11).

Što se tiče perinatalnih okolnosti, kao što su prijevremeni porođaj, niska porođajna težina, porođaj carskim rezom i komplikacije pri porođaju, ustanovljena je mala uzročno-posljedična veza za nastanak MIH-a. Prisutne su i kontradiktorne tvrdnje. Nekoliko studija navodi da je prijevremeno rođenje rizičan čimbenik za nastanak hipomineralizacije, dok drugo istraživanje pokazuje da prijevremeni porođaj čak smanjuje rizik za pojavu MIH-a (11).

Bolesti u dječjoj dobi, u prve tri ili četiri godine života, pokazuju povezanost s MIH-om; povećana je mogućnost nastanka caklinskih lezija ako djeca boluju od respiratornih bolesti (astma, pneumonija, bronhitis), infekcija uha, povišene tjelesne temperature, virusnih bolesti (vodene kozice, rubeola), tonzilitisa, bubrežnih i gastrointestinalnih bolesti (11).

Antibiotici su također potencijalan uzročni čimbenik, no treba naglasiti da se ne može sa sigurnošću utvrditi što je zaslužno za nastanak defekta; samo korištenje antibiotika ili bolest koju taj antibiotik liječi (11). Također, izloženost kortikosteroidima pokazala se kao mogući uzrok hipomineralizacije kod štakora (Pawlicki et al., 1992) (12). Poznato je da kortikosteroidi suprimiraju aktivnost osteoblasta pa je moguće da se isto događa i s ameloblastima (5).

MIH može biti povezan i s deficijencijama vitamina A i vitamina D. Vitamin D vjerojatno ima i zaštitnu ulogu pri djelovanju endokrinih dizruptora (EDCs) (12).

Isto tako izloženost visokim dozama okolišnim toksinima (dioksinima) predmet je mnogih istraživanja. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) dioksine opisuje kao nusprodukte industrijskih procesa, visoko toksične, potencijalno teratogenog i mutagenog djelovanja koji se akumuliraju u hrani koju konzumiramo, ali su nađeni i u majčinu mlijeku (13). Postavlja se pitanje može li izloženost dioksinu tijekom dojenja biti uzrok nastanku MIH-a. Jedno istraživanje na štakorima povezalo je stvaranje defekata na caklini nakon što su ženke štakora koje doje bile izložene 2, 3, 7, 8-tetraklordibenzodioksinu (10). Međutim,

rezultati drugih europskih istraživanja ne pokazuju povezanost produljenog dojenja i nastanka hipomineralizirane cakline (14).

Bisfenol A (BPA), koji pripada grupi molekula endokrinih dizruptora (EDCs), upotrebljava se pri proizvodnji plastike, a u dentalnoj medicini nalazimo ga u sastavu dentalnih materijala. Pri izloženosti ameloblasta bisfenolu A povećano je stvaranje enamelina, jednog od proteina cakline. Usto, BPA smanjuje stvaranje proteina vezanog za KLK4 gen koji je bitan u razgradnji organskog matriksa i stvaranju mineralizirane cakline. Rezultat je toga akumulacija proteina cakline i nedovoljan stupanj mineralizacije (12).

Neki autori ističu ulogu genske predispozicije za nastanak MIH-a, kao i mogućnost da je MIH autosomni recesivni poremećaj (2).

5. KLINIČKA SLIKA MIH-a

5.1. Dijagnostika

Klinički izgled kruna zuba zahvaćenih MIH-om ovisi o kojem je stupnju MIH-a riječ. Zato je dobro voditi se određenim dijagnostičkim kriterijima kako bi se pravilno dijagnosticirao defekt te kako se ne bi podcijenilo patološko stanje tvrdih zubnih tkiva. Europska akademija dječje stomatologije (EAPD) na radionici u Helsinkiju 2009. predstavila je kriterije za dijagnosticiranje MIH-a (15):

- Zahvaćenost prvih trajnih molara i prvih trajnih sjekutića

Da bi se defekt mogao proglasiti MIH-om, mora biti zahvaćen barem jedan prvi trajni molar. Osim prvih trajnih kutnjaka i prvih trajnih sjekutića, mogu biti uključeni i drugi trajni kutnjaci, drugi trajni sjekutići, kao i incizalni vrhovi trajnih očnjaka. Što je zahvaćeno više zubi, to je i defekt teži.

- Oštro ograničeni opaciteti

Zamućenja se nalaze na okluzalnim i bukalnim dijelovima kruna, variraju u veličini i boji, od bijele do žućkastosmeđe (Slika 1-4). Caklina je normalne debljine (ako nisu nastale frakture) i glatke je površine. Neki defekti jedva su zamjetni, dok su drugi opsežni i mogu zahvatiti čitavu krunu zuba.

- Posteruptivni lom cakline

Caklina zahvaćena težim stupnjem hipomineralizacije, zbog jakih žvačnih sila, vrlo brzo frakturira (Slika 5). Dentin biva izložen i nezaštićen, što pogoduje brzom razvoju karijesa.

- Atipični restaurativni ispuni

Prvi trajni kutnjaci i sjekutići s ispunima, čija ploha prekriva površinu koju bi inače MIH zahvatio, dijagnosticiraju se kao MIH-om zahvaćeni zubi.

- Dentalna osjetljivost

Prisutna je osjetljivost zubi, od blaže reakcije na vanjski podražaj do spontane jače osjetljivosti. Kod takvih zuba, teško je postići zadovoljavajući stupanj anestezije.

- Ekstrahirani zubi

Izvađeni zubi mogu se proglasiti zahvaćenima MIH-om samo ako u anamnezi postoji podatak o defektu ili su oštro ograničene promjene vidljive na ostalim prvim trajnim kutnjacima.

- Evidencija opsežnosti defekata

Potrebno je zabilježiti stupanj promjena na zubima, što je bitno za praćenje kliničkog tijeka bolesti, ali i za provođenje usporedivih istraživanja. Kod blažeg stupnja prisutna su oštro ograničena zamućenja bez lomova cakline, povremena osjetljivost na vanjski podražaj (zrak, voda) i samo blagi estetski nedostaci. Teži stupanj MIH-a obuhvaća oštro ograničena zamućenja uz prisutnost frakturirane cakline, karijes, stalnu ili spontanu osjetljivost zubi te velike estetske defekte koji mogu utjecati na kvalitetu pacijentova života.



Slika 1. Jedva vidljiv defekt na donjem lateralnom sjekutiću.
Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Kristina Goršeta.



Slika 2. Bjelkasti opaciteti kod MIH-a.
Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Kristina Goršeta.



Slika 3. Žučkastosmeđi opaciteti kod MIH-a.

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Kristina Goršeta.



Slika 4. Žučkastosmeđi opaciteti kod MIH-a.

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Kristina Goršeta.



Slika 5. Posteruptivni lom cakline.

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Kristina Goršeta.

5.2. Klasifikacija stupnja

Da bi se moglo uspoređivati više studija, važno je imati standardiziran i općeprihvaćen sistem klasifikacije defekata.

Uz kriterije koje je predstavila EAPD, Svjetska stomatološka federacija (FDI) uvodi modificirani indeks caklinskog defekta (Modified DDE Index) koji pomaže identificirati stupanj promjena (10):

- blagi defekt: <30% zubne cakline je zahvaćeno
- umjereni defekt: 31 – 49% zubne cakline je zahvaćeno
- uznapredovali defekt: >50% zubne cakline je zahvaćeno

Taj indeks ima nedostataka jer ne uzima u obzir kriterije kao što su posteruptivni lom, atipični restaurativni ispuni ili neuobičajene ekstrakcije (11).

Postoji i druga podjela lezija prema stupnjevima zahvaćenosti (Giuca i suradnici) (3):

- blagi defekti: izolirana caklinska zamućenja bez osjetljivosti zuba
- umjereni defekti: zahvaćena okluzalna ili incizalna trećina s blagom osjetljivošću ili bez osjetljivosti
- uznapredovali defekt: prisutnost posteruptivnog loma cakline i opsežnog karijesa, što donosi funkcionalne i estetske teškoće

U Njemačkoj 2016. sastala se skupina stručnjaka kako bi razvili klasifikaciju koja bi služila kao vodilja pri planiranju terapije. Ta klasifikacija, nazvana MIH-treatment need index (MIH-TNI), uključuje važne parametre: veličinu opaciteta, lom cakline i zubnu osjetljivost (16):

- Indeks 0: klinička odsutnost MIH-a
- Indeks 1: MIH bez prisutne osjetljivosti, bez loma cakline
- Indeks 2: MIH bez prisutne osjetljivosti, s lomom cakline
 - 2a: <1/3 zuba zahvaćeno lomom
 - 2b: >1/3 <2/3 zuba zahvaćeno lomom
 - 2c: >2/3 zuba zahvaćeno lomom, i/ili lom blizu pulpe, ili ekstrahirani zub, ili atipičan izgled ispuna
- Indeks 3: MIH s prisutnom osjetljivošću, bez loma cakline
- Indeks 4: MIH s prisutnom osjetljivošću, s lomom cakline
 - 4a: <1/3 zuba zahvaćeno lomom
 - 4b: >1/3 <2/3 zuba zahvaćeno lomom
 - 4c: >2/3 zuba zahvaćeno lomom, i/ili lom blizu pulpe, ili ekstrahirani zub, ili atipičan izgled ispuna

5.3. Diferencijalna dijagnoza

Hipoplazija i hipomineralizacija cakline razlikuju se i histološki i kliničkom slikom. Kod hipoplazije, kako je riječ o kvantitativnom poremećaju u fazi sekrecije cakline, debljina cakline vidljivo je smanjena. Rubovi su defekata zaobljeni te se ne uočavaju znakovi fraktura. Klinički izgledaju kao jamice različite veličine i dubine. S druge strane, hipomineralizacija, kvalitativni defekt faze maturacije cakline, karakterizirana je caklinom normalne debljine tijekom erupcije, ali promijenjene boje i translucencije. Ako se pak dogode posteruptivni lomovi cakline, ostavit će za sobom nepravilne rubove. Za razliku od cakline kod MIH-a, gdje su defekti oštro ograničeni od okolne cakline, caklina zahvaćena dentalnom fluorozom rezistentna je na karijes te su defekti difuzni. Amelogenesis imperfecta jest poremećaj prisutan na svim zubima, dok je kod MIH-a uobičajena asimetrična zahvaćenost zubi iste skupine. Također je često prisutna pozitivna obiteljska anamneza kod amelogenesis imperfecte, dok kod MIH-a to nije tako (10).

5.4. Karakteristike hipomineralizirane cakline

Kod hipomineralizirane cakline, caklina je prisutna u punoj debljini, ali s povećanim masenim udjelom vode i proteina, a smanjenim udjelom apatita, iona kalcija i fosfata. Takva caklina ima nepravilan raspored caklinskih prizmi, porozna je te sadržava slabo vezane kristale (3). Rezultat je toga caklina podložna lomovima i brzom progresiji karijesa. Osim toga, na takvoj caklini, teško je postići zadovoljavajući stupanj adhezije, što rezultira učestalim odlamanjima ispuna te potrebom za opetovanim restaurativnim postupcima (1, 5). Ovisno o stupnju hipomineralizacije, razlikovati će se boja samih promjena. Žućkastosmeđe lezije imaju niže vrijednosti tvrdoće po Knoopu te veću poroznost od defekata bijele boje. Mjerenja tvrdoće hipomineralizirane cakline pokazala su znatno smanjene vrijednosti tvrdoće i smanjen modul elastičnosti u odnosu na zdravu caklinu (1). Time se može objasniti zašto caklina često frakturira tijekom izloženosti žvačnim silama (17-23). Zanimljivo je da kod iste skupine zubi lijeve i desne strane, defekti ne moraju biti prisutni u simetričnom obrascu (Slika 6) (1). Zasićenost zubne cakline mineralima smanjuje se od caklinsko-dentinskog spojišta prema subpovršinskoj caklini; površinska caklina može mineralizirati posteruptivskom maturacijom (1). Caklina koja se čini zdravom na zubu zahvaćenom MIH-om, pokazuje oko 5% redukcije u zasićenosti mineralima, što nam govori o zahvaćenosti čitave krune zuba MIH-om u nekoj mjeri (1).



Slika 6. Asimetrične promjene lijevih i desnih sjekutića.

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Kristina Goršeta.

6. TERAPIJA MIH-a

Pacijenti koji boluju od molaro incizivne hipomineralizacije pate od funkcionalnih smetnji te mogu biti opterećeni estetikom svojih zubi, što ponekad vodi psihosocijalnim neugodnostima i anksioznosti. Stoga je važno dobro razumjeti stanje te imati sistematičan terapijski plan kako bi liječenje bilo što potpunije i ugodnije za pacijenta. Terapija MIH-a posebna je po tome što su zubi s hipomineraliziranom caklinom osjetljivi, ponekad čak i na samo četkanje zubi, što pacijente demotivira u održavanju oralne higijene, a posljedično tome olakšan je razvoj karijesa. Počnu li se odlamati dijelovi cakline, dentin postaje izložen raznim podražajima koji tada lakše prodiru kroz dentinske tubuluse do zubne pulpe. Pulpa će reagirati upalom u svojem kroničnom obliku, što otežava postizanje odgovarajućeg stupnja analgezije. Djeca zahtijevaju češće posjete doktoru dentalne medicine, što zbog smanjene mogućnosti adhezije ispuna koji frakturiraju, a što zbog rekurentnih karijesnih lezija. Zato ne iznenađuje činjenica, da djeca mogu razviti probleme u ponašanju, dentalnu anksioznost ili dentalnu fobiju (3, 24). Pri liječenju MIH-a predlaže se voditi kliničkim pristupom u šest koraka (Tablica 1) (1).

Tablica 1. Klinički pristup liječenju MIH-a u šest koraka (1).

| KORACI | PREPORUČENI POSTUPCI |
|---|--|
| procjena rizika | Ispitati medicinsku anamnezu imajući na umu moguće etiološke čimbenike. |
| rana dijagnostika | Pregledati rizične kutnjake na radiografskim snimkama. |
| | Pratiti zube tijekom nicanja. |
| remineralizacija i desenzibilizacija | Provesti lokaliziranu topikalnu fluoridaciju. |
| prevencija karijesa i posteruptivnog loma | Educirati o oralnoj higijeni. |
| | Savjetovati reduciranje kariogene i erozivne hrane. |
| | Zapečatiti jamice i fisure. |
| restaurativni postupci ili ekstrakcije | Izraditi kompozitne restauracije koristeći se samojetkajućim adhezivnim sustavima ili postaviti krunice od nehrđajućeg čelika. |
| | Planirati ortodontsku terapiju poslije ekstrakcije. |
| održavanje stanja | Paziti na posteruptivne lomove cakline uz rubove restauracija. |
| | Razmisliti o dugoročnoj fiksno-protetskoj terapiji. |

6.1. Procjena rizika i rana dijagnostika

Djeci kojoj trajni zubi još nisu izniknuli preporučuje se uzeti detaljna medicinska anamneza (izloženost potencijalnim etiološkim čimbenicima u prve tri godine života) te, ako je moguće, pregledati zube u razvoju na rendgenskim snimkama (1).

6.2. Remineralizacija i desenzibilizacija

Tijekom nicanja trebalo bi početi što prije provoditi remineralizacijsku terapiju kako bi površinski sloj cakline hipermineralizirao. Preparati kazein fosfopeptida-amorfnog kalcijeva fosfata (CPP-ACP) pokazali su se učinkovitima pri poticanju remineralizacije cakline zubi zahvaćenih MIH-om. CPP omogućuje adheziju na pelikulu i plak te pritom stabilizira visoke koncentracije kalcija i fosfata (25). Topikalno primijenjeni fluoridi u obliku gela ili laka smanjuju osjetljivost zubi, remineraliziraju caklinu te povećavaju otpornost na demineralizaciju tako što osiguravaju rezervoar fluorida za nastanak otpornog fluorapatita. Pokazalo se da se nakon primjene topikalnih fluorida povećava tvrdoća površinske cakline. Također, potrebno je informirati pacijenta i roditelje o pravilnoj oralnoj higijeni koja uključuje primjenu desenzibilizirajuće zubne paste te ih savjetovati o smanjivanju unosa kariogene i erozivne hrane i pića. Kod zubi koji su u nicanju moguće je izraditi pečat od staklenoionomernih cemenata koji su bolji izbor u uvjetima slabije kontrole vlage (1).

Desenzibilizirajuća zubna pasta s 8%-tnim argininom i kalcijevim karbonatom pokazala se korisnom pri tretiranju hipersenzibilnosti zubi (26).

6.3. Restaurativni postupci

Restaurativni postupci kod zubi s MIH-om otežani su iz sljedećih razloga (1):

1. postizanje analgezije ponekad je neuspješno;
2. potrebna je kontrola djetetova ponašanja;
3. teško je odlučiti koliko točno zahvaćene strukture zuba treba ukloniti te
4. koji je restaurativni materijal najprikladniji.

Materijali koji se upotrebljavaju pri restaurativnim postupcima su staklenoionomerni cementi, smolom modificirani staklenoionomerni cementi, kompomeri, kompozitni materijali, metalne krunice i onlayi (1).

6.3.1. Staklenoionomerni cementi

Staklenoionomerni cementi (SIC) prvi su izbor materijala jer otpuštaju fluoride te time potiču remineralizaciju tkiva, ostvaruju kemijsku vezu s okolnom zubnom strukturom, lako je njima rukovati (bitno u radu sa slabije kooperabilnom djecom) te su pogodni za rad gdje nije moguća potpuna kontrola vlage. To su jedini restaurativni materijali koji ostvaruju kemijsku vezu s tvrdim zubnim tkivom (27).

Smolom modificirani staklenoionomerni cementi imaju poboljšana mehanička svojstva u odnosu na tradicionalne staklenoionomerne cemente (povećana tvrdoća, smanjena topljivost, nizak stupanj ekspanzije i kontrakcije) uz zadržavanje svojstva otpuštanja fluorida (27). Velik je nedostatak, što se dodatkom smole, ponašaju kao kompozitni materijali kod adhezije na tvrda zubna tkiva te su također osjetljivi na vlagu.

Tradicionalni i smolom modificirani staklenoionomerni cementi nisu dugoročno otporni na jake žvačne sile, stoga se mogu upotrebljavati kao privremena terapija, tijekom nicanja zuba ili u zonama gdje su prisutne slabije žvačne sile (15). Suvremeni viskoviskozni SIC-i imaju bolja mehanička svojstva i mogu se rabiti za ispune u lateralnoj regiji. Istraživanje Fraggelli i suradnika pokazalo je vjerojatnost od 78% da staklenoionomerne restauracije zadrže postojanost tijekom 12 mjeseci, što se može opisati kao zadovoljavajući ishod (24). Grossi i suradnici upotrebljavali su nove kapsulirane smolom modificirane staklenoionomerne cemente nakon uklanjanja karijesa ručnim instrumentima (ART tehnika) na zubima s MIH-om te su praćenjem tijekom 12 mjeseci evidentirali postotak uspješnosti od čak 98% (28).

6.3.2. Kompomeri i kompozitni materijali

Kompomeri su materijali koji su kombinacija kompozita i staklenoionomernih cemenata. Njima je lako rukovati, otpuštaju fluoride, imaju povećanu otpornost na vlačno i tlačno naprezanje u odnosu na tradicionalne i smolom modificirane staklenoionomerne cemente, ali inferiornu u odnosu na kompozitne materijale te se stoga danas rijetko upotrebljavaju. Moguće ih je rabiti u zonama slabijih žvačnih sila (1, 27).

Izvršne mehaničke karakteristike viskoviskoznih kompozitnih materijala svrstavaju ih u materijal izbora za restauraciju zubi koji su izloženi jakim silama. Upotrebljavaju se kod MIH-a kada su zahvaćene jedna ili dvije supragingivne površine zuba. Kompozitni ispuni

pokazali su dugotrajnu stabilnost tijekom liječenja MIH-a. Izrada ispuna od kompozitnih materijala traje dulje te zahtijeva strogu kontrolu vlage, što je ponekad teško postići kod mlađih pacijenata koji su nemirni. Pri izradi kaviteta za postavu kompozitnog ispuna postavlja se pitanje koliko se zahvaćenoga zubnoga tkiva treba odstraniti. Uklanja li se čitava zahvaćena površina cakline, žrtvuje se zubna struktura kako bi se spriječilo kasnije preuranjeno pucanje ili odlamanje ispuna. S druge strane, kada se odstranjuje samo izrazito porozan dio cakline (dok se ne osjeti opor djelovanju svrdla), čuva se zubno tkivo, ali i riskira neuspjeh restaurativnog postupka zbog neodgovarajuće adhezije na hipomineraliziranu caklinu (1). Prije postupka jetkanja hipomineralizirane cakline, preporučuje se predtretman 5%-tnim natrijevim hipokloritom radi uklanjanja suviška proteina oko hidroksiapatitne strukture (1). U istraživanju Williama i suradnika, koji su ispitivali snagu sveze kompozitnih ispuna na zubima s MIH-om, pokazalo se da samojetkajući adhezivni sustavi pokazuju bolji stupanj adhezije od jetkajuće/ispirućih sustava (15).

6.4. Terapija diskoloracija na prednjim zubima

Hipomineralizirani defekti na frontalnih zubima mogu negativno utjecati na djetetov život. Plići defekti na sjekutićima mogu se tretirati mikroabrazijom - postupkom uklanjanja površinskog sloja cakline erozivnim sredstvom (37,5% fosforna kiselina) i poliranjem posebnim gumicama. Mikroabrazija cakline temelji se na principu istodobnog efekta erozije i abrazije. Treba biti oprezan kako se ne bi odstranilo previše cakline. Nakon postupka, aplicira se topikalni fluoridni preparat. Postupak se može ponoviti u intervalu od mjesec dana, ako se ne postigne zadovoljavajući rezultat nakon prvog tretmana (15, 29).

Wrightova tehnika jetkanja-izbjeljivanja-pečaćenja (etch-bleach-seal technique) uključuje sljedeće korake: 1) jetkanje 37%-tnom ortofosfornom kiselinom tijekom 60 sekundi, 2) izbjeljivanje 5%-tnim natrijevim hipokloritom tijekom pet do deset minuta, 3) ponovno jetkanje te aplikacija pečatnog materijala po površini (15).

Izbjeljivanje kod djece može izazvati preosjetljivost, iritaciju sluznice te promjene u caklinskoj strukturi (15). Upotreba sredstava za izbjeljivanje ne preporučuje se na hipomineraliziranim zubima jer peroksid mijenja strukturu minerala, pogotovo kada je prisutna smanjena količina kalcija i fosfata. Mastroberardino i suradnici prikazuju

izbjeljivanje zubi, pri čemu naizmjenično kombiniraju 20%-tni karbamid peroksid i CPP-ACP preparat koji smanjuje nuspojave sredstva za izbjeljivanje (25).

Prije upuštanja u restaurativne postupke s kompozitnim materijalima, postavom estetskih ljuskica ili krunica, svakako najprije treba pokušati s manje invazivnim metodama liječenja diskoloracija (15).

6.5. Konfekcijske metalne krunice (PMC)

Konfekcijske metalne krunice spriječavaju lom zubne strukture, pomažu kod zubne preosjetljivosti, uspostavljaju ispravne aproksimalne i okluzalne kontakte, povoljna su metoda liječenja MIH-a te ne zahtijevaju puno provedenog vremena u ordinaciji. Pokazale su se kao uspješna metoda pri liječenju MIH-a, posebice kada je preostao malen dio zubne strukture koji ne bi podnio restauraciju kompozitnim materijalima (15). Krunice se mogu postaviti i Hall tehnikom koja je posebna po tome što ne zahtijeva uporabu anestezije, zubna se struktura ne brusi te se karijesne lezije ne odstranjuju nego se samo prekrivaju krunicom cementiranom staklenoionomernim cementom. Ta je tehnika praktična za rad s djecom, iako se još mora istražiti njezina dugoročna uspješnost (15, 30).

6.6. Individualizirane krunice i ljuskice

Terapija metalnim ili keramičkim krunicama i ljuskicama potencijalno je dugoročno rješenje, no nije prihvatljivo u terapiji mladih trajnih zubi zbog široke pulpne komore, niske visine krune zuba te još prisutnog nicanja (15).

6.7. Endodontska terapija

Kod težeg stupnja MIH-a, kada je zahvaćena pulpa zuba, u obzir dolazi provođenje endodontske terapije. Prije terapije treba procijeniti kliničku situaciju (opsežnost destrukcije, provođenje oralne higijene) te motiviranost i suradnju pacijenta i roditelja. Endodontska terapija zahtijeva vrijeme, strpljenje, a nerijetko i konačnu postavu krunice, što podiže cijenu terapije te se često ne isplati kod mladih pacijenata s MIH-om (31).

6.8. Ekstrakcija i ortodonska terapija

Planira li se ekstrakcija zuba s MIH-om, treba razmišljati o mogućnostima i komplikacijama naknadne ortodonske terapije. Optimalno vrijeme za ekstrakciju prvog trajnog kutnjaka jest između osam i pol i devet godina, to jest kada se na rendgenskoj snimci može uočiti početak razvoja bifurkacije drugog trajnog kutnjaka. Tako se omogućuje izrastanje drugog trajnog kutnjaka na mjesto prvog trajnog kutnjaka. Prerana ekstrakcija može rezultirati distalizacijom drugog pretkutnjaka u slobodni prostor. Također treba voditi brigu i o mogućoj ekstrakciji kontralateralnog kutnjaka kako bi se izbjegao pomak sredine (15).

7. RASPRAVA

Molarno incizivna hipomineralizacija po definiciji zahvaća prve trajne kutnjake i sjekutiće, ali može obuhvatiti i zube ostalih skupina (druge trajne molare, očnjake). Lezije MIH-a mogu imati raznoliku kliničku sliku: od tek jedva vidljivih oštro ograničenih opaciteta preko bjelkastih lezija glatke površine do ozbiljnijih žućkastosmeđih defekata. Zasad se samo može pretpostaviti zašto se MIH pojavljuje. S obzirom na kompleksnost etiologije MIH-a, trenutačno nije moguće provoditi primarnu prevenciju nego samo sekundarne preventivne postupke. Potrebna su dodatna istraživanja kako bi se utvrdio točan mehanizam nastanka hipomineralizacije. Time bi se, u nekim slučajevima, MIH možda mogao i spriječiti. Terapija je kompleksna - doktor dentalne medicine suočava se s mladim pacijentom čiji tek iznikli zubi zahtijevaju kontinuiranu terapiju. Pri planiranju terapije treba početi od najmanje invazivnih postupaka, kao što su remineralizacija zubne strukture, sprječavanje posteruptivnih lomova te edukacija pacijenta i roditelja kako održavati besprijekornu oralnu higijenu da bi se izbjegao nastanak karijesa. Budu li potrebni restaurativni postupci, treba imati na umu ograničenu mogućnost adhezije ispuna na hipomineraliziranu caklinu, što može rezultirati odlamanjem ispuna i potrebom za novim terapijskim postupkom. Potrebni su češći kontrolni pregledi nego što je to uobičajeno kod djece sa zdravom caklinom. Ako su defekti opsežni, može se razmišljati i o ekstrakciji zahvaćenog zuba te kasnijom ortodontskom terapijom koja će zatvoriti nastali prostor. Ako je ekstrakcija opcija terapije, iznimno je važno izabrati najpovoljnije vrijeme kako bi se nadomjesni zub što lakše doveo u pravilnu poziciju. Zubi sa zahvaćenom pulpom, potencijalno se mogu liječiti endodontskom terapijom. No treba individualno procijeniti trenutačno stanje, kao i moguće ishode terapije, jer je endodontska terapija kod MIH-a prilično zahtjevna, dugotrajna, skupa te je prognoza uspješnosti upitna. S obzirom na to da je riječ o mladim trajnim zubima s nezavršenim rastom i razvojem korijena, endodontska je terapija zahtjevnija i dugotrajnija. U kasnijim fazama terapije te kod odraslih pacijenata sa završenim rastom i razvojem dolazi u obzir fiksno-protetska terapija kao dugoročno rješenje.

8. ZAKLJUČAK

Molarno incizivna hipomineralizacija prisutna je svugdje u svijetu kod relativno velikog broja djece. Etiološki čimbenik zbog kojega dolazi do defekta u mineralizaciji još nije sa sigurnošću utvrđen, ali je poznato da je caklina osjetljiva na potencijalne uzroke hipomineralizacije tijekom perinatalnog i postnatalnog doba te u djetetove prve četiri godine života. Ističe se važnost uzimanja medicinske anamneze, kao i rane dijagnostike kako bi se što prije počelo s tretmanom remineralizacije koji može spriječiti razvoj većih defekata. Djeca s MIH-om suočavaju se s funkcionalnim smetnjama zbog preosjetljivih zubi, a kasnije i sa zabrinutošću zbog estetskih defekata, što utječe na psihološki i emotivni razvoj djeteta. Potreban je ozbiljan pristup u terapiji MIH-a kako bi se što bolje očuvala kvaliteta pacijentova života.

9. LITERATURA

1. Williams V, Messer LB, Burrow MF. Molar incisor hypomineralization: Review and recommendations for clinical management. *Pediatr Dent*. 2006;28:224-232.
2. Allam E, Ghoneima A, Kula K. Definition and scoring system of molar incisor hypomineralization: A review. *Dent Oral Craniofac Res*. 2017;3(2):1-9.
3. 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;2018:1-5.
4. da Silva Figueiredo Sé MJ, Ribeiro APD, Dos Santos-Pinto LAM, de Cassia Loiola Cordeiro R, Cabral RN, Leal SC. Are hypomineralized primary molars and canines associated with molar-incisor hypomineralization? *Pediatr Dent*. 2017;39(7):445-449.
5. Allazzam SM, Alaki SM, El Meligy OA. Molar incisor hypomineralization, prevalence and etiology. *Int J Dent*. 2014;2014:1-8.
6. Dumančić J. Razvoj zuba - odontogeneza. In: Brkić H, Dumančić J, Vodanović M. *Biologija i morfologija ljudskih zuba*. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2016. p. 25-40.
7. Šutalo J. *Patologija i terapija tvrdih zubnih tkiva*. Zagreb: Naklada Zadro; 1994. 538 p.
8. Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ. *Oral anatomy, histology and embryology*. 3rd ed. Edinburgh: Mosby; 2002.
9. 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;28:170-179.
10. Garg N, Jain AK, Sasha 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;5(3):190-196.
11. 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):342-353.
12. Babajko S, Jedeon K, Houari S, Loiodice S, Berdal A. Disruption of steroid axis, a new paradigm for molar incisor hypomineralization (MIH). *Front Physiol*. 2017;8:1-5.
13. World health organization. Dioxins and their effects on human health [Internet]. 2016 [cited 2019 jun 20]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health>
14. El Meligy OA, Alaki SM, Allazzam SM. Molar incisor hypomineralization: A review of literature. *Oral Hyg Health*. 2014;2(4):1-5.

15. Lygidakis NA, Wong F, Jälevik B, Vierrou AM, Alaluusua S, Espelid I. 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(2):75-81.
16. Steffen R, Krämer N, Bekes K. The Würzburg MIH concept: the MIH treatment need index (MIH TNI) : A new index to assess and plan treatment in patients with molar incisor hypomineralisation (MIH). *Eur Arch Paediatr Dent.* 2017;18(5):355-361.
17. Suckling GW, Nelson DG, Patel MJ. Macroscopic and scanning electron microscopic appearance and hardness values of developmental defects in human permanent tooth enamel. *Adv Dent Res.* 1989;3(2):219-233.
18. 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.
19. Mahoney EK, Rohanizadeh R, Ismail FS, Kilpatrick NM, Swain MV. Mechanical properties and microstructure of hypomineralised enamel of permanent teeth. *Biomaterials.* 2004;25(20):5091-5100.
20. Jälevik B, Dietz W, Norén JG. Scanning electron micrograph analysis of hypomineralized enamel in permanent first molars. *Int J Paediatr Dent.* 2005;15(4):233-240.
21. Xie ZH, Mahoney EK, Kilpatrick NM, Swain MV, Hoffman M. On the structure-property relationship of sound and hypomineralized enamel. *Acta Biomater.* 2007;3(6):865-872.
22. 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):3187-3192.
23. Farah RA, Swain MV, Drummond BK, Cook R, Atieh M. Mineral density of hypomineralised enamel. *J Dent.* 2010;38(1):50-58.
24. Fragelli CM, Souza JF, Jeremias F, Cordeiro Rde C, Santos-Pinto L. Molar incisor hypomineralization (MIH): conservative treatment management to restore affected teeth. *Braz Oral Res.* 2015;29(1):1-7.
25. Mastroberardino S, Campus G, Strohmenger L, Villa A, Cagetti MG. An innovative approach to treat incisors hypomineralization (MIH): A combined use of casein

- phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and hydrogen peroxide-a case report. *Case Rep Dent.* 2012;2012:1-5.
26. Bekes K, Heinzelmann K, Lettner S, Schaller HG. Efficacy of desensitizing products containing 8% arginine and calcium carbonate for hypersensitivity relief in MIH-affected molars: an 8-week clinical study. *Clin Oral Investig.* 2017;21(7):2311-2317.
27. Mehulić K et al. *Dentalni materijali.* Zagreb: Medicinska naklada; 2017. 352 p.
28. Grossi JA, Cabral RN, Ribeiro APD, Leal SC. Glass hybrid restorations as an alternative for restoring hypomineralized molars in the ART model. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):1-8.
29. Ashfaq NM, Grindrod M, Barry S. A discoloured anterior tooth: enamel microabrasion. *Br Dent J.* 2019;226(7):486-489.
30. Ghaith B, Hussein I. The Hall technique in paediatric dentistry: A review of the literature and an "All Hall" case report with a 24 month follow up. *Stoma Edu J.* 2017;4(3):208-217.
31. Daly D, Waldron JM. Molar incisor hypomineralisation: clinical management of the young patient. *J Ir Dent Assoc.* 2009;55(2):83-86.

10. ŽIVOTOPIS

Vendi Dujmović rođena je 4. prosinca 1994. u Zagrebu, gdje pohađa osnovnu školu, a potom i jezičnu gimnaziju. Upisuje Stomatološki fakultet u Zagrebu 2013., a 2017. u zimskom semestru odlazi na petomjesečnu studentsku razmjenu u Portugal u sklopu programa Erasmus+.