



Vitaalinen pulpan hoidon tarkoituksena on säilyttää pulpan puolustus- ja elinvoimaisuus sekä välttää juurihoito, joka voi olla teknisesti haastava eikä aina onnistu toivotusti. ESE (European Society of Endodontology) on julkaissut suosituksen liittyen vitalin pulpan hoitoon hampaissa, joissa on syviä kariesvaurioita. Suositus on osittain yhteneväinen Pohjoismaissa käytössä olevien kansallisten suositusten kanssa.

Hampaissa, joissa on syviä kariesvaurioita, pulpan tilan arviointiin liittyy ratkaisemattomia kysymyksiä. Mikäli vaurio ei vielä ulotu pulpan asti, suositellaan hoitomuotoja, joissa pulpan paljastuminen voidaan välttää, kuten vaiheittaista kariesvaurion poistoa. Tilanteissa, jossa pulpa on jo paljastunut, ESE:n ja pohjoismaisten kansallisten suositusten välillä ilmenee joitakin eroja. Syynä on todennäköisesti näytön puute sen suhteen, että jokin hoito tehoaisi muita paremmin. Lisäksi on vaikea arvioida, milloin paljastunut pulpa on vaurioitunut palautumattomasti.

Mini-invasiivisilla menetelmillä, joissa hyödynnetään hiljattain kehitettyjä kalsiumsilikaattisementtejä, on saatu lupaavia tuloksia juurihoidon välttämiseen tähtäävissä vitalin pulpan hoidoissa. Vitalin pulpan hoitomenetelmiä kehitetään edelleen, ja kliinisiin suosituksiin on odotettavissa muutoksia.

Vitaalinen pulpan hoito hampaissa, joissa on syviä kariesvaurioita

Helena Fransson, Lina Stangvaltaite-Mouhat, Katri Croft, Athanasia Blets, Lars Bjørndal

Syvien kariesvaurioiden hoito on edelleen hammaslääkäreille haaste. Kyselytutkimusten perusteella vitalin pulpan hoitomenetelmien käytössä esiintyy huomattavaa vaihtelua tapauksissa, joissa potilaalla on syviä kariesvaurioita ja pulpa on tästä syystä paljastunut (1–5).

Pulpan vitaliteetti tulee pyrkiä säilyttämään aina kun se on mahdollista, koska vitali pulpa osallistuu useisiin elimistön puolustus- ja korjausmekanismeihin sekä asentotuntoon liittyviin toimintoihin, jotka kaikki menetetään juurihoidon yhteydessä (6–8). Juurihoito voi myös olla kallista ja aikaa vievää. Lisäksi epidemiologisissa tutkimuksissa on todettu, että apikaalinen parodontiitti on yleinen juurihoidetuissa hampaissa (9). Toisin sanoen: juurihoidolla ei aina saavuteta haluttua tulosta.

Mini-invasiivisilla menetelmillä, joissa hyödynnetään hiljattain kehi-

tettyjä hydraulisia kalsiumsilikaattisementtejä, on saatu lupaavia tuloksia juurihoidon välttämiseen tähtäävissä vitalin pulpan hoidoissa.

ESE (European Society of Endodontology) on julkaissut vitalin pulpan hoitoa koskevan suosituksen, joka on osittain yhteneväinen Tanskassa, Suomessa, Norjassa ja Ruotsissa käytössä olevien kansallisten suositusten ja/tai käytäntöjen kanssa (taulukko 1) (10).

Tässä katsauksessa annetaan ESE:n suositusta hyödyntäen lukijoille ajankohtaista tietoa vitalin pulpan hoidosta hampaissa, joissa on syviä kariesvaurioita. Katsauksessa keskitytään aikuispotilaisiin.

Pulpan tilan arviointi

Ennen vitalin pulpan hoitoa pulpan tila tulee arvioida huolellisesti. Pulpan inflammaation voi aiheuttaa moni eri

Pohjoismainen
teema 2023:
Endodontia

Taulukko 1. Kliinisiä kysymyksiä liittyen vitalin pulpan hoitoon aikuisten hampaissa, joissa on syviä kariesvaurioita.

Vastaukset perustuvat ESE:n (European Society of Endodontology) kannanotossa julkaisuun suositukseen, joka käsittelee syvän kariesvaurion ja paljastuneen pulpan hoitoa (10). Taulukossa on mainittu poikkeamat ESE:n linjauksista Tanskan, Suomen, Norjan ja Ruotsin kansallisissa suosituksissa, vastaavissa dokumenteissa ja/tai tämänhetkissä käytännöissä.

Kysymykset	Kliiniset suositukset	
	ESE	Kansalliset suositukset tai vastaavat dokumentit
Mitkä ovat ne kliiniset indikaattorit, joiden perusteella päätetään tehdä juurihoito, kun hampaissa on syviä kariesvaurioita?	Potilaan tutkimuksen ja kariesvaurion poiston yhteydessä todetut sairauden merkit/oireet ja kliiniset löydökset yhdistettynä röntgenkuvasta arvioituun vaurion syvyyteen.	Tanska ja Norja: kuten ESE Suomi: Palautumattoman pulpiitin kliininen diagnoosi ja/tai radiologinen näyttö infektiosta. Syviä ja erittäin syviä vaurioita ei erotella; röntgenkuvasta arvioitu vaurion syvyys ei sinällään ole vasta-aihe selektiiviselle karieskudoksen poistolle. Ruotsi: Ensimmäisessä kariesvaurion syvyyden.
Mitä syvien kariesvaurioiden hoitoa pidetään parhaana keinona välttää pulpan paljastuminen? Kumpi on parempi, vaiheittainen vai osittainen kariesvaurion poisto?	Ei yksiselitteistä suositusta; sekä vaiheittaista että osittaista kariesvaurion poistoa suositellaan.	Tanska: Vaiheittainen kariesvaurion poisto, joka sisältyy kansalliseen hammashoito-ohjelmaan osana Tanskan kansallisen terveydenhoitovakuutuksen ja Tanskan hammaslääkäriyhdistyksen välistä sopimusta. Suomi: Kumpikaan hoitostrategia ei ole etusijalla, molempia suositellaan yhtä paljon. Norja: Vaiheittainen kariesvaurion poisto on ensisijainen vaihtoehto, mutta molempia hoitoja suositellaan. Ruotsi: Ei yksiselitteistä suositusta, molempia hoitoja suositellaan.
Mitä vitalin pulpan hoitomenetelmää (välitön kattaminen, osittainen pulpotomia vai kruunupulpotomia) pidetään parhaana hampaissa, joissa pulpa on paljastunut syvien kariesvaurioiden takia?	Välitön pulpan kattaminen tai osittainen pulpotomia tehostettua protokollaa noudattaen on indikoitu, jos pulpa on oireeton tai diagnoosina on palautuva pulpiitti. Kruunupulpotomia voi olla tarpeen, jos hampaassa on osittainen palautumaton pulpiitti.	Tanska: Kruunupulpotomia on mahdollinen vaihtoehto nuorille potilaille (21 vuoden ikään saakka) osana Tanskan kansallisen terveydenhoitovakuutuksen ja Tanskan hammaslääkäriyhdistyksen välistä sopimusta. Välitön pulpan kattaminen kuuluu sopimukseen iästä riippumatta. Osittaisesta pulpotomiasta ei ole erillistä määritelmää. Suomi: Välitöntä pulpan kattamista suositellaan, jos paljastunut alue on pieni (≤ 2 mm). Osittaista tai kruunupulpotomia suositellaan erityisesti lapsille tai nuorille, jos verenvuotoa ei saada tyrehdytettyä yritettäessä välitöntä pulpan kattamista tai jos paljastunut alue on suurempi kuin 2 mm. Norja ja Ruotsi: Juurihoito on ensisijainen valinta. Kruunupulpotomia ei sisälly pysyvien hoitovaihtoehtojen luetteloon.
Mitä materiaalia suositellaan pulpan kattamiseen?	Hydraulinen kalsiumsiliikaattisementti	Tanska, Norja ja Ruotsi: Hydraulinen kalsiumsiliikaatti tai kalsiumhydroksidisementti. Suomi: Suosituksena on hydraulisen kalsiumsiliikaatin käyttö.

Hampaan paikkaushoito. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim; 2018. [<http://www.kaypahoito.fi>]. Viitattu 3.3.2022.

Hampaan juurihoito. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim; 2022. [<http://www.kaypahoito.fi>]. Viitattu 20.5.2022.

Nationella riktlinjer för tandvård, Socialstyrelsen. [<https://www.socialstyrelsen.se/globalassets/sharepoint-dokument/artikelkatalog/nationella-riktlinjer/2021-9-7549.pdf>]

tekijä, kuten bakteeri-infektio tai esimerkiksi fysikaalinen, kemiallinen tai lämpöaurio. Kliinisestä näkökulmasta

katsoen pulpiitin taustalla voi olla joko kariesaurio, trauma tai toimenpide. Mikrobit saavat kuitenkin pulpakudok-

Kliininen merkitys

Nykytiedon valossa vaikuttaa siltä, että on tärkeää valita mini-invasiivinen hoitomuoto – kuten vitalin pulpan hoito – aina kun se on mahdollista. Kariesvaurion vaiheittainen ja osittainen poisto vähentävät pulpan paljastumisen todennäköisyyttä hampaissa, joissa on syviä kariesvaurioita. Jos vaurio on erittäin syvä ja ulottuu pulpaan saakka, voi hoitona olla välitön kattaminen, osittainen pulpotomia, kruunupulpotomia tai juurihoito. Siitä, mikä näistä vaihtoehtoista kussakin tilanteessa kannattaisi valita, ei kuitenkaan ole saatavilla vahvaa tieteellistä näyttöä. Paljastuneen vitalin pulpan hoito on kehittyvä ala, vaikka pulpan vaurioiden palautumattomuutta ei vielä ole pystytty arvioimaan täysin luotettavasti.

sessä aikaan suurempaa vahinkoa kuin muut uhkatekijät, ja ne ovatkin suurin uhka pulpan vitaliteetille. Tästä johtuen paljastuneen pulpan hoitolinjat ovat eronneet kliinisesti sen mukaan, onko paljastumisen syynä kariesaurio vai trauma. Jos pulpa on paljastunut trauman seurauksena, vitalin pulpan hoidon edellytyksiä pidetään hyvinä, kun taas tilanteissa, joissa paljastuminen johtuu kariesvauriosta, vitalin pulpan hoito on edelleen kiistanalaista.

Taudin asteittainen eteneminen

Pulpiitti on pulpan inflammaation kliininen ja histologinen nimitys. Aivan kuten muualla elimistössä, myös pulpassa inflammaatio on fysiologinen reaktio ja osa haavan paranemisprosessia. On selvää näyttöä siitä, että pulpa-dentiinikompleksiin sisältyy immuunipuolustusmekanismeja ja että sillä on kyky parantua, mikäli ärsytystekijä saadaan poistettua ja hammas asianmukaisesti restauroitua (11, 12).

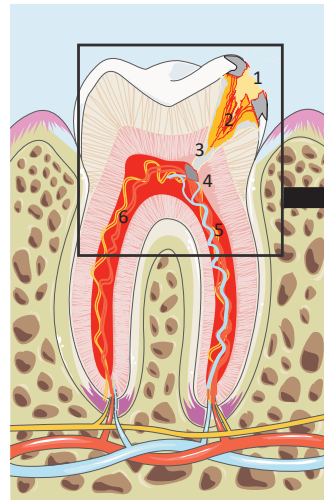


Kariesprosessin aikana mikrobi-
en ja niiden sivutuotteiden pääsy pul-
paan dentiinitubulusten läpi saa ai-
kaan inflammaatioreaktion pulpassa
kariesvauriota lähinnä olevalla alueella
jo kauan ennen pulpan paljastumista.
Kun kariesprosessi etenee ja saavuttaa
pulpan, siihen muodostuu nekroottisia
kudospesäkkeitä ja lisääntyvää baktee-
rikolonisaatiota. Kariesvaurion vieres-
sä sijaitsevaan kruunupulpaan syntyy
vitaalia kudosta suojaava inflammaa-
tiovyöhyke, jonka laajuus vaihtelee.
Tervettä, kudusrakenteeltaan norma-
alia pulpakudosta taas on nähtävissä
apikaalisemmin, tai monijuuristen
hampaiden tapauksessa vastakkaisessa
pulpasarvessa (kuvat 1 ja 2) (13, 14).
Jos taas ehjän hampaan pulpa paljas-
tuu trauman – hammasvamman tai
toimenpiteen yhteydessä vahingossa
tapahtuvan pulpan perforaation – seu-
rauksena, on paljastuneen pulpan bak-
teerikuorma heti vaurion jälkeen pieni
ja inflammaatioalue näin ollen hyvin
rajoittunut. Yleisesti ottaen voidaan-
kin olettaa, että pulpa on tällöin muil-
ta osin terve ja paranemiskykyinen (15,
16). Jos asianmukainen hoito jää anta-
matta, seurauksena voi kuitenkin olla
asteittain paheneva infektio ja inflam-
maatio, joka on pulpan vitaliteetin kan-
nalta tuhoisa.

Palautuva ja palautumaton pulpiitti

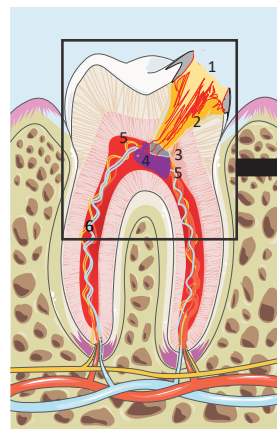
Kliininen päätöksenteko ja asianmu-
kainen hoito edellyttävät tarkkoja klii-
nisiä kriteerejä, jotta voidaan arvioi-
da, pystyykö pulpa – joko kokonaan
tai osittain – paranemaan ja palautu-
maan normaalitilaan. Yhdysvaltalaisen
AAE:n (American Association of En-
dodontists) ehdottama kaksijakoinen
määritelmä, jossa pulpiitti on joko pa-
lautuva tai palautumaton (17), on tur-
han yksinkertaistettu (taulukko 2).

Kaikkiin tällä hetkellä kliinisessä
käytössä oleviin menetelmiin liitty-
vä rajoituksia: ne eivät kovin hyvin ky-
kene määrittämään palautuvan ja pa-
lautumattoman pulpiitin välistä rajaa
eivätkä kudoksen inflammaatiotilan ja
sen paranemiskyvyn välistä yhteyttä.



smart.servier.com

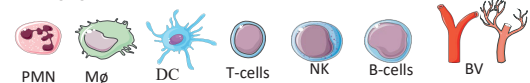
Kuva 1. Hampaassa on syvä kariesvaurio, joka ei ulotu koko dentiiniin läpi. Pulpassa näky-
vät muutokset ovat reaktio kariesvaurion mikro-organismien eli kariogeeniseen biofilmiin;
pulpassa voidaan havaita paikallinen tulehdus, vaikka varsinaista infektiota ei ole. Jos karies-
vaurio hoidetaan vaiheittaisella kariesvaurion poistolla tai osittaisella kariesvaurion poistolla
yhdellä hoitokerralla, pulpan paljastumisen riski pienenee ja sillä on mahdollisuus palautua
ennalleen ilman juurihoitoa.



smart.servier.com

1. Syvä kavitoitunut kariesvaurio, jossa näkyy tyypillinen demineralisaatio kiille-dentiinirajassa. Vaurio on edennyt dentiiniin sisimpään neljännekseen. Kariogeeninen biofilmi peittää vauriota.
2. Bakteerien penetraatio dentiinitubuluksiin; dentiinimatriksin demineralisaatio sekä entsyymien ja kasvutekijöiden vapautuminen.
3. Hypermineralisoitunut/läpikuultava dentiini.
4. Tertiaaridentiinin muodostuminen.
5. Verisuonten lisääntynyt läpäisevyys, tulehdusinfilaattien määrän lisääntyminen, mahdollisesti hermoersominen.
6. Terve pulpa.

1. Erittäin syvä, koko dentiiniin läpäisevä kariesvaurio, joka on levinnyt voimakkaasti kiille-dentiinirajaa pitkin ja jota peittää kariogeeninen biofilmi.
2. Bakteerien infiltraatio sekä entsyymien ja kasvutekijöiden vapautuminen dentiiniin demineralisaation aikana.
3. Bakteerien penetraatio tertiaaridentiiniin ja pulpakudokseen.
4. Alue, jossa on nekroottista kudosta ja mikroabsesseja.
5. Runsasta kroonista tulehdusinfilaattia, joka sisältää neutrofiileja, makrofageja, dendriittisoluja sekä B- ja T-lymfosyyttejä. Lisäksi lisääntynyttä vasodilaatiota ja angiogeneesiä (kuvattu tarkemmin alla).



PMN= polymorfonukleaariset solut
Mø=makrofagit
DC=dendriittisolut
T-cells=T-solut
NK=luonnolliset tappajasolut
B-cells=B-solut
BV=verisuonet

Kuva 2. Hampaassa on erittäin syvä, koko dentiiniin läpi ulottuva kariesvaurio. Pulpassa näh-
dään paikallinen nekroosi, ja nekroottisessa osassa on infektio. Suosituksena on invasiivinen
pulpan hoito. Tapauksissa, joissa pulpasarvessa havaitaan paikallista nekroosia ja mikro-
absessi, hoitosuosituksen välillä on suuria eroja: suositukset voivat ulottua vitaiin pulpan
pintakerroksen poiston käsittävästä osittaisesta pulpotomiasta aina juurihoitoon.

Pulpatulehduksen kliininen diagnoosi
on valitettavasti vain valistunut arvaus,
johon liittyy virheen mahdollisuus. Tä-
mä johtuu siitä, että ei ole riittävästi tie-

teellistä näyttöä, jonka avulla voitaisiin
arvioida kliinisten sairauden merkkien,
oireiden tai herkkyytestien tarkkuutta
ja määrittää, onko kyseessä palautuva

Taulukko 2. Kaksi esimerkkiä pulpan tilan luokittelusta: AAE:n (American Association of Endodontists) (17) sekä Woltersin ja työtoverien (25) luokittelut. Taulukossa esitetään myös näiden luokitteluiden perustelut ja niitä kohtaan esitetty kritiikki.

	Perustelut	Kritiikki
Palautuva/ palautumaton pulpiitti AAE:n määritelmän mukaan	- Perustuu sairauden merkkeihin ja oireisiin. - Sairauden merkeistä ja oireista, joiden perusteella voidaan tehdä binaarinen ennuste (pulpa kykenee / ei kykene parantumaan vitaiin pulpan hoidon avulla) vallitsee konsensus.	- Antaa turhan yksinkertaistetun kuvan pulpiitin monitahoisesta luonteesta ja usein huonosti ennustettavissa olevasta taudinkuvasta. - Ei ota huomioon pulpiitin asteittaisuutta. - Ei erottele paikallista ja täydellistä pulpavauriota. - Ei ota huomioon pulpiitin objektiivisia mittareita, kuten kariesvaurion syvyyttä ja kariesaktiivisuuden kliinisiä indikaattoreita (mukaan lukien etenemisnopeus ja väri).
Alkava, lievä, keskivaikea ja vaikea pulpiitti Woltersin ja työryhmän määritelmän mukaan	- Perustuu sairauden merkkeihin ja oireisiin. - Ottaa huomioon asteittain etenevän pulpatulehduksen; tekee eron paikallisesti rajoittuneen ja asteittain syvemmälle pulpakudokseen levinneen tulehduksen välillä. - Voi auttaa tekemään päätöksen siitä, toteutetaanko vitaiin pulpan hoito.	- Antaa turhan yksinkertaistetun kuvan pulpiitin monitahoisesta luonteesta ja usein huonosti ennustettavissa olevasta taudinkuvasta. - Ei ota huomioon pulpiitin objektiivisia mittareita, kuten kariesvaurion syvyyttä ja kariesaktiivisuuden kliinisiä indikaattoreita (mukaan lukien etenemisnopeus ja väri).

AAE (American Association of Endodontists). [https://www.aae.org https://f3f142zs0k2w1kg84k-5p9i1o-wpengine.netdna-ssl.com/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/endodontic-diagnosisfall2013.pdf].

Taulukko 3. ESE:n kannanotossa esitetyt vitaiin pulpan hoitokonseptit (10).

Vaiheittainen kariesvaurion poisto	Ensimmäisellä käynnillä kaviteetin perifeeriset seinämät puhdistetaan kovaan dentiiniin asti. Pulpaseinämälle jätetään pehmeää dentiiniä ja kavitettiin laitetaan väliaikainen paikka. Tästä 6–12 kuukauden kuluttua väliaikainen paikka poistetaan ja tehdään selektiivinen ekskavointi kiinteään dentiiniin asti. Hampaaseen laitetaan lopullinen paikka.
Osittainen kariesvaurion poisto yhdellä kertaa	Kaviteetin perifeeriset seinämät puhdistetaan kovaan dentiiniin asti. Pulpaseinämälle jätetään pehmeää tai kiinteää dentiiniä. Hampaaseen laitetaan lopullinen paikka.
Välitön pulpan kattaminen	Aseptinen työskentelytapa ja suurennoksen käyttö on suositeltavaa. Pulpahaava desinfioidaan ja verenvuoto tyrehdytetään esim. natriumhypokloriitilla. Pulpahaava katetaan hydraulisella kalsiumsilikaattisementillä. Hampaaseen laitetaan lopullinen paikka.
Osittainen pulpotomia	Aseptinen työskentelytapa ja suurennoksen käyttö on suositeltavaa. Pieni osa perforaatiokohdan viereistä kruunupulpakudosta poistetaan. Pulpahaava desinfioidaan ja verenvuoto tyrehdytetään esim. natriumhypokloriitilla, minkä jälkeen jäljellä oleva pulpa katetaan hydraulisella kalsiumsilikaattisementillä. Hampaaseen laitetaan lopullinen paikka.
Kruunupulpotomia	Aseptinen työskentelytapa on suositeltava. Kruunupulpa poistetaan juurikanavien suille asti, minkä jälkeen alue desinfioidaan ja verenvuoto tyrehdytetään esim. natriumhypokloriitilla. Pulpakudos katetaan sen jälkeen välittömästi hydraulisella kalsiumsilikaattisementillä juurikanavien suuaukojen tasolla. Hampaaseen laitetaan lopullinen paikka.

vai palautumaton pulpiitti (18). Palautumattoman pulpiitin kliinisen määritelmän ja kruunupulpan nekroottisessa kudoksessa olevien bakteerisiinty-

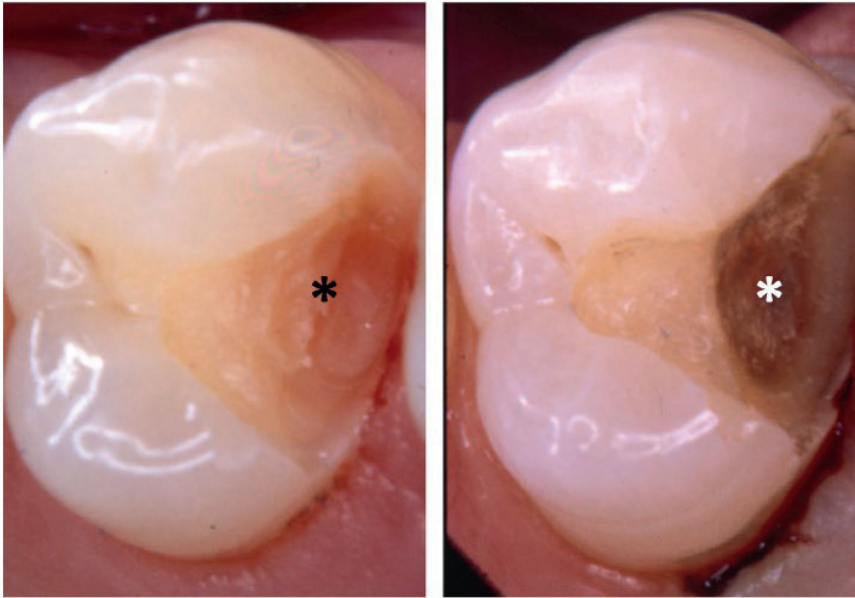
mien välillä on kuitenkin suhteellisen korkea vastaavuus (14). Myös hiljattain saatu tutkimustieto pitkälle edenneiden kariesvaurioiden histologisesta ja

bakteeriprofiilista saattaa tukea ajatusta, että inflammaatio paikallistuu kruunupulpan alueelle ja on yhteydessä kariesvaurion penetraatioon – mikä korostaa kariesvaurion syvyyden merkitystä (19).

Viime vuosina on julkaistu kliinisiä tutkimuksia, joissa on saatu hyviä tuloksia vitaiin pulpan hoidosta osittaisella pulpotomialla tai kruunupulpotomialla potilailla, joilla on palautumattoman pulpiitin merkkejä ja oireita (20–22). Koska pulpan infektio ja inflammaatio voivat heikentää vitaiin pulpan hoidon tulosta (3), on selvää, että aiempaa tarkemmalle pulpan tilan luokittelulle on tarvetta (24). Wolters työryhmineen julkaisi hiljattain uuden pulpiitin luokitteluehdotuksen. Tässä ehdotuksessa kliininen diagnoosi on yhdistetty vitaiin pulpan hoitoon; taustalla on ajatus, että hampaasta löytyy aina vitaiia pulpakudosta, joka voi parantua, mikäli sitä hoidetaan oikein (taulukko 1) (25). Prospektiivisessä kliinisessä tutkimuksessa selvitettiin, kuinka tehokas hoitomuoto osittainen pulpotomia oli, kun toimenpidettä edeltävät oireet oli luokiteltu Woltersin ja työtoverien ehdotuksen mukaan (26). Tutkimuksessa todettiin, että AAE:n luokitusta käytettäessä osittainen pulpotomia oli yhtä tehokas palautuvan ja palautumattoman pulpiitin hoidossa. Sen sijaan Woltersin ja työryhmän luokitusta käytettäessä lievän ja vaikean pulpiitin hoitotulosten välillä oli merkitsevä ero (26).

Pulpan paljastumista ehkäisevä hoito

Pulpan kattamishoitoa koskevissa julkaisuissa nähdään usein kuvia kariesvaurioista, joiden kohdalla voi pohtia, oliko invasiivinen pulpan hoito tarpeen vai olisiko se ollut vältettävissä. Ei ole selvää konsensusta siitä, milloin hampaat, joissa on syviä kariesvaurioita, vaativat invasiivisen pulpan hoidon ja milloin pulpan paljastumista taas tulee välttää. Myös yksiselitteinen syvän kariesvaurion määritelmä puuttuu.



Kuva 3. Kaksi preparointia. Selektiivisesti pehmeään dentiiniin asti ekskavoitu alue on merkitty mustalla tähdellä ja selektiivisesti kiinteään dentiiniin asti ekskavoitu alue valkoisella tähdellä. Molemmissa preparoinneissa perifeeriset alueet on puhdistettu ei-selektiivisesti kovaan dentiiniin asti.

Tutkimusnäytön perusteella pulpan paljastumista voidaan pyrkiä välttämään, jos syvä kariesvaurio on tarkkarajainen ja ulottuu röntgenkuvan perusteella dentiinin sisimpään neljännekseen niin, että vaurion ja pulpan väliin jää selvästi erottuva radio-opaakki alue. (27) Satunnaistetuissa kliinisissä tutkimuksissa todettiin, että kun hampaisiin, joissa oli syvä kariesvaurio, tehtiin vaiheittainen kariesvaurion poisto, pulpan vitaliteetti säilyi vähintään viiden vuoden ajan yli 70 %:ssa tapauksista. Sen sijaan kontrollihampaissa, joissa pulpa paljastui, vastaava osuus oli alle 10 % (28). Tämä viittaa siihen, että pysyvissä hampaissa, joissa on syviä kariesvaurioita, pulpan paljastumisen välttäminen on tärkeä ennustetekijä. Pulpan paljastumisen välttämistä ei kuitenkaan suositella, jos kyseessä on erittäin syvä, pulpaan saakka ulottuva kariesvaurio (9, 29).

Vaiheittainen kariesvaurion poisto

Vaiheittainen kariesvaurion poisto on tärkein hoitomenetelmä tilanteissa,

joissa halutaan välttää pulpan paljastuminen (taulukko 3). Menetelmä on kaksivaiheinen. Ensimmäisellä käyntikerralla tavoitteena on selektiivinen, pehmeään dentiiniin saakka ulottuva kariesvaurion poisto. Karioitunutta dentiiniä poistetaan vain sen verran, että hampaaseen voidaan laittaa väliaikainen täyte, joten pulpaseinämältä vaurion syvässä osassa tarvitsee poistaa vain vähän karioitunutta kudosta. Tällöin kaviteetin keskiosaan jää pehmeää dentiiniä. Kaviteetin reuna-alueilta karioitunut dentiini poistetaan kuitenkin kokonaan, eli tehdään ei-selektiivinen kariesvaurion poisto kovaan dentiiniin asti, jotta kaviteetti saadaan suljettua tiiviisti. Seuraavalla käynnillä, 6–12 kuukauden kuluttua, poistetaan kariesvaurio selektiivisesti kiinteään dentiiniin saakka kaviteetin keskiosasta. ESE:n määritelmän mukaan "pehmeä dentiini on helposti ekskavoitavissa käsi-instrumentein, kun taas ekskavoitavissa kiinteää dentiiniä käsi-instrumenteilla tulisi tuntua vastusta. Kovan dentiinin tulisi olla tervettä siten, että son-

di ei tartu siihen eikä sitä voi raaputtaa" (10) (ks. preparoinnit kuvassa 3).

Kaksivaiheisen menetelmän taustalla on ajatus, että dentiinin kariesprosessi pysähtyy tiiviin väliaikaisen paikan alla. Kliiniset bakteerinäytteet ovat osoittaneet, että viljeltävissä olevan bakteeriflooran määrä vähenee huomattavasti hoitokertojen välillä (30). Histologisissa tutkimuksissa on myös käynyt ilmi, että tarkkarajaisissa syvissä kariesvaurioissa bakteerit ovat harvoin päässeet tunkeutumaan pulpaan saakka, kun taas koko dentiinin syvyisissä vaurioissa tämä on yleisempää (19, 31). Kun kariesprosessi on saatu pysähtymään, jäljellä olevan karioituneen dentiinin lopullinen poisto on vähemmän invasiivista. Väliaikaisen paikan ja karioituneen dentiinin väliin ei myöskään muodostu rakoa, joka yleensä syntyy, kun karioitunut dentiini kutistuu kariesprosessin pysähtymisen seurauksena. Näin ollen lopullinen restauraatio voidaan tehdä stabiiliin kaviteettiin.

Osittainen kariesvaurion poisto yhdellä kertaa

On kiistanalaista, onko vaiheittaisen kariesvaurion poiston toinen vaihe turha. Monessa Pohjoismaassa suositellaan joka tapauksessa tätä nykyä osittaista kariesvaurion poistoa yhdellä kertaa (taulukot 1 ja 3). Tämä hoito vastaa muilta osin vaiheittaista kariesvaurion poistoa, mutta väliaikaisen paikan sijaan hampaaseen laitetaan pysyvä paikka ja kaviteetin sisimpään osaan jätetään tarkoituksella pehmeää dentiiniä (32).

Pulpan paljastuminen

Jos pulpa paljastuu kariesvaurion poiston aikana, vaihtoehtoina ovat joko vitaaalin pulpan hoito tai juurihoito (33). Vitaalin pulpan hoitovaihtoehdot ovat paljastuneen pulpan tapauksessa välitön pulpan kattaminen, osittainen pulpotomia ja kruunupulpotomia (taulukko 3) (10). On olemassa hyvin vähän tutkimuksia, joissa vertaillaan vitaalin

pulpan eri hoitomuotoja toisiinsa tai vitalin pulpan hoitoa ja juurihoitoa, minkä vuoksi tästä aiheesta ei voida antaa näyttöön perustuvia suosituksia (27, 28, 34, 35).

Välitön pulpan kattaminen

Hampaisiin, joissa on syviä kariesvaurioita ja paljastunut pulpa, suositellaan välitöntä pulpan kattamista, mikäli hammas ei oireile tai potilaalla on palautuvaan pulpiittiin viittavia oireita. Suosituksena on, että välitön pulpan kattaminen tehdään aina ei-selektiivisen karieskudoksen poiston jälkeen (10). ESE suosittelee tehostetun protokollan käyttöä välittömään pulpan kattamiseen hampaissa, joissa on syviä kariesvaurioita. Toistaiseksi ei kuitenkaan ole tehty satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia, joissa olisi käytetty tätä tehostettua protokollaa, johon kuuluvat desinfektio, suurennoksen – luuppien tai operaatiomikroskoopin – käyttö sekä kariesvaurion poiston yhteydessä paljastuneen pulpan kattaminen hydraulisella kalsiumsilikaattisementillä.

Ennen pulpan kattamista verenvuoto tyrehdytetään steriilillä, desinfektioaineella kostutetulla vanupallolla (36, 37). Vitaalin pulpan hoidossa käytetään enenevässä määrin natriumhypokloriittia keittosuolaliuoksen sijaan (26). Kun verenvuoto on saatu tyrehtymään suhteellisen nopeasti, 5–10 minuutissa (37), pulpa katetaan esimerkiksi hydraulisella kalsiumsilikaattisementillä, kuten mineraaltrioksididiagregaatilla (MTA), valmistajan ohjeen mukaan. Tämän jälkeen hampaaseen laitetaan pysyvä paikka. (38) Pulpan välittömän kattamisen lopputulos riippuu todennäköisesti siitä, miten tulehtunut pulpa on.

Tuoreessa systemaattisessa katsauksessa ja meta-analyysissä hoidon onnistumisprosentti oli 2–3 vuoden kohdalla 84–86 %; näyttö tosin arvioitiin heikkolaatuiseksi (38).

Osittainen pulpotomia

Toinen hoitovaihtoehto edellä kuvatussa tilanteessa – eli kun pulpa on paljastunut kariesvaurion poiston yhteydes-

Vital pulp treatments in teeth with deep carious lesions

Vital pulp treatments (VPT) are performed to preserve the defense functions of the pulp and, thus, to avoid pulpectomy and root filling which can be technically demanding and not always result in the desired outcome. The European Society of Endodontology (ESE) has published a position paper on VPT in teeth with deep carious lesions which partly adhere to national guidelines in Nordic countries.

There are unsolved difficulties in assessing the pulpal status in teeth with deep carious lesions. As long as the carious lesion has not reached the pulp, treatments performed to avoid pulp exposure, such as stepwise excavation, are recommended. On the other hand, when the pulp is ex-

sä hampaassa, joka on joko oireeton tai jossa on palautuva pulpiitti – on osittainen pulpotomia. Tätä hoitoa tehtäessä työympäristön aseptiikka tulee varmistaa (10). Osittaisessa pulpotomiassa paljastuneen pulpan pintakerros poistetaan bakteerien ja tulehtuneen pulpakudoksen eliminoimiseksi; samalla poistetaan mahdolliset pulpaan työntyneet, infektoituneet dentiinilastut (39). Pulpakudos poistetaan terävällä instrumentilla ja nopealla steriilillä poranterällä vesijähdytyksessä (10). Mikäli verenvuotoa ei saada tyrehdytettyä desinfektioaineella viiden minuutin kuluessa, pulpakudosta voidaan poistaa lisää, minkä jälkeen verenvuoto pyritään tyrehdyttämään uudelleen. Kattamismateriaali laitetaan paikoilleen vasta, kun verenvuoto on saatu tyrehdytettyä kokonaan.

Systemaattisen katsauksen ja meta-analyysin mukaan osittaisen pulpotomian onnistumisprosentti oli pysyvässä takahampaissa kahden vuoden jälkeen 92 % (40).

Kruunupulpotomia

Kruunupulpotomia on ehdotettu vaihtoehtoksi juurihoidolle (10), mutta Pohjoismaissa sitä ei ole suositeltu py-

posed due to caries, the recommendations are somewhat different between the ESE and national guidelines in Nordic countries. This is most probably due to a lack of evidence favoring one treatment over the other and due to difficulties in assessing which exposed pulps are irreversibly damaged.

Minimally invasive management strategies with recently developed hydraulic calcium silicate cements show promising results of VPTs aiming at avoiding root canal treatment. The VPTs will be further developed and changes to clinical recommendations are anticipated.

syväksi hoidoksi. Kruunupulpotomiassa koko kruunupulpa poistetaan ja juurikanavien suuaukot katetaan (41, 42). Toimenpide ei välttämättä edellytä suurennoksen – luuppien tai operaatiomikroskoopin – käyttöä, mutta aseptista työskentelytapaa, hydraulisen kalsiumsilikaattisementin käyttöä ja välitöntä restauraatiota suositellaan (10).

Systemaattisessa katsauksessa tarkasteltiin kruunupulpotomiaa aikuisten hampaissa, joissa esiintyi palautumattoman pulpiitin oireita. Hoidon kliininen onnistumisprosentti oli 94 ja radiologinen onnistumisprosentti 88 kolmen vuoden jälkeen. (43) Katsauksen tutkimuksiin liittyi kuitenkin korkea vinouman riski, ja epidemiologisten tutkimusten perusteella hampaissa, joihin on tehty kruunupulpotomia, esiintyy runsaasti apikaalista parodontiittia (44).

Vitaalinen pulpan hoidon seuranta

Vitaalinen pulpan hoitotuloksia tulisi aina seurata tapauskohtaisesti. Seurannan pitäisi perustua hoidon ennusteeseen sekä vakavien seurausten todennäköisyyteen tilanteessa, jossa hoidon epäonnistuminen jää havaitsematta. Epäonnistuneen vitalin pulpan hoidon



merkkejä ovat seuraavat, joko yksin tai yhdessä:

- kipu
- vitaliteetin menetys
- periapikaalinen radiolusentti muutos.

Kehittyvien hampaiden tapauksessa tarvitaan lisäksi radiologista näyttöä siitä, että juuren kehitys jatkuu hoidon jälkeen (45). Oireilevia potilaita tulisi hoitaa oireiden mukaan, mutta ennen toimenpidettä on vaikea arvioida, onko pulpan tulehdus palautuva – ja tauti etenee usein pulpakuolioon ja apikaaliseen parodontiittiin saakka täysin oireettomana. Tästä syystä on suositeltavaa, että vitaalin pulpan hoidon kohteena olleita hampaita seurataan vitaliteetin ja periapikaalisen tilanteen osalta (18).

Vitaalin pulpan hoitoon liittyvät terveystaloudelliset näkökohdat

Koska vitaalin pulpan hoidosta on tehty hyvin vähän suoria vertailututkimuksia, edellytykset terveystaloudellisten arvioiden toteutukselle ovat huonot, ja aiheesta onkin julkaistu vain vähän tutkimuksia (27, 28, 34, 35, 46, 47). Taloudellisen mallinnuksen perusteella näyt-

täisi joka tapauksessa siltä, että pulpan kattaminen on juurihoitoon verrattuna kustannustehokkaampaa lapsilla ja nuorilla, joilla pulpa on paljastunut kariesvaurion takia. Sen sijaan aikuisilla juurihoito vaikuttaa olevan kustannustehokkaampi vaihtoehto. (48, 49) Ei ole varmaa näyttöä siitä, että osittainen kariesvaurion poisto yhdellä kertaa olisi hoidon epäonnistumisriskin ja kustannusten kannalta tehokkaampi kuin vaiheittainen kariesvaurion poisto (29, 50). ■

Kiitokset Anca Virtej'lle (Bergenin yliopisto) arvokkaasta avusta kuvien 1 ja 2 toteutuksessa.

Helena Fransson, Associate Professor, DDS, PhD

Department of Endodontics, Faculty of Odontology, Malmö University, Malmö, Sweden
helena.fransson@mau.se

Lina Stangvaltaite-Mouhat, Senior Researcher, DDS, MPH, PhD
Oral Health Center of Expertise in Eastern Norway (OHCE-E), Oslo, Norway

Katri Croft, Specialist in Cariology and Endodontology, DDS, PhD-candidate
Western Uusimaa Wellbeing Services County and Department of Oral and Maxillofacial Diseases, University of Helsinki, Helsinki, Finland

Athanasia Bletsas, Associate Professor, DDS, PhD
Oral Health Centre of Expertise in Western Norway, Vestland Bergen and Institute of Clinical Dentistry, University of Bergen, Bergen, Norway

Lars Bjørndal, Associate Professor, DDS, Dr Odont,
Cariology and Endodontics, Faculty of Health and Medical Sciences, Department of Odontology, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

Käännös: **Anna Vuolteenaho**

KIRJALLISUUS

1. Frisk F, Kvist T, Axelsson S, Bergenholtz G, Davidson T, Mejare I. ym. Pulp exposures in adults--choice of treatment among Swedish dentists. *Swed Dent J* 2013; 37: 153–60.
2. Schwendicke F, Stangvaltaite L, Holmgren C, Maltz M, Finet M, Elhennawy K. ym. Dentists' attitudes and behaviour regarding deep carious lesion management: a multi-national survey. *Clin Oral Investig* 2017; 21: 191–8.
3. Stangvaltaite L, Schwendicke F, Holmgren C, Finet M, Maltz M, Elhennawy K. ym. Management of pulps exposed during carious tissue removal in adults: a multi-national questionnaire-based survey. *Clin Oral Investig*. 2017; 21: 2303–9.
4. Croft K, Kervanto-Seppälä S, Stangvaltaite L, Kerosuo E. Management of deep carious lesions and pulps exposed during carious tissue removal in adults: a questionnaire study among dentists in Finland. *Clin Oral Investig* 2019; 23: 1271–80.
5. Edwards D, Bailey O, Stone S, Duncan H. The management of deep caries in UK primary care: A nationwide questionnaire-based study. *Int Endod J* 2021; 54: 1804–18.
6. Randow K, Glantz PO. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand* 1986; 44(5): 271–7.
7. Smith AJ. Pulpal responses to caries and dental repair. *Caries Res* 2002; 36: 223–32.
8. Ou KL, Chang CC, Chang WJ, Lin CT, Chang KJ, Huang HM. Effect of damping properties on fracture resistance of root filled premolar teeth: a dynamic finite element analysis. *Int Endod J* 2009; 42: 694–704.
9. Tibúrcio-Machado CS, Michelon C, Zanatta FB, Gomes MS, Marin JA, Bier CA. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2021; 54: 712–35.
10. Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon S, El-Karim I, Kundzina R. ym. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019; 52: 923–34.
11. Mjor IA, Tronstad L. The healing of experimentally induced pulpitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 38: 115–21.
12. Smith AJ, Duncan HF, Diogenes A, Simon S, Cooper PR. Exploiting the Bioactive Properties of the Dentin-Pulp Complex in Regenerative Endodontics. *J Endod* 2016; 42: 47–56.
13. Lin L, Langeland K. Light and electron microscopic study of teeth with carious pulp exposures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*

1981; 51: 292–316.

14. Ricucci D, Lohin S, Siqueira JF, Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod* 2014; 40: 1932–9.

15. Cvek M, Lundberg M. Histological appearance of pulps after exposure by a crown fracture, partial pulpotomy, and clinical diagnosis of healing. *J Endod* 1983; 9: 8–11.

16. Bimstein E, Rotstein I. Cvek pulpotomy - revisited. *Dent Traumatol* 2016; 32: 438–42.

17. American Association of Endodontists. Endodontic Diagnosis. [https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/endodonticdiagnosisfall2013.pdf].

18. Mejäre IA, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T. ym. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. *Int Endod J* 2012; 45: 597–613.

19. Demant S, Dabelsteen S, Bjørndal L. A macroscopic and histological analysis of radiographically well-defined deep and extremely deep carious lesions: carious lesion characteristics as indicators of the level of bacterial penetration and pulp response. *Int Endod J* 2021; 54: 319–30.

20. Simon S, Perard M, Zanini M, Smith AJ, Charpentier E, Djole SX. ym. Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *Int Endod J* 2013; 46: 79–87.

21. Taha NA, Khazali MA. Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod* 2017; 43: 1417–21.

22. Uesrichai N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Srisuwan T, Sastraruji T, Chompu-Inwai P. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial. *Int Endod J* 2019; 52: 749–59.

23. Al-Hiyasat AS, Barrieshi-Nusair KM, Al-Omari MA. The radiographic outcomes of direct pulp-capping procedures performed by dental students: a retrospective study. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 1699–705.

24. Rechenberg DK, Zehnder M. Call for a review of diagnostic nomenclature and terminology used in Endodontics. *Int Endod J*. 2020; 53: 1315–7.

25. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL, Karim IE, McKenna G, Dorri M. ym. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *Int Endod J* 2017; 50: 825–9.

26. Careddu R, Duncan HF. A prospective clinical study investigating the effectiveness of partial pulpotomy after relating preoperative symptoms to a new and established classifica-

tion of pulpitis. *Int Endod J* 2021; 54: 2156–72.

27. Bjørndal L, Reit C, Bruun G, Markvart M, Kjældgaard M, Näsman P. ym. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci* 2010; 118: 290–7.

28. Bjørndal L, Fransson H, Bruun G, Markvart M, Kjældgaard M, Näsman P. ym. Randomized Clinical Trials on Deep Carious Lesions: 5-Year Follow-up. *J Dent Res* 2017; 96: 747–53.

29. Schwendicke F, Walsh T, Lamont T, Al-Yaseen W, Bjørndal L, Clarkson JE. ym. Interventions for treating cavitated or dentine carious lesions. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2021; 7: CD013039.

30. Bjørndal L, Larsen T, Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res* 1997; 31: 411–7.

31. Bjørndal L, Ricucci D. Pulp inflammation: From the Reversible Inflammation to Pulp necrosis during caries progression. Kirjassa: Goldberg M. (toim.). *The Dental Pulp Biology, Pathology, and Regenerative Therapies*. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg; 2014. s. 125–39.

32. Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D. ym. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res* 2016; 28: 58–67.

33. Bergenholtz G, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T. ym. Treatment of pulps in teeth affected by deep caries – A systematic review of the literature. *Singapore Dent J* 2013; 34: 1–12.

34. Galani M, Tewari S., Sangwan P, Mittal S, Kumar V, Duhan J. Comparative Evaluation of Postoperative Pain and Success Rate after Pulpotomy and Root Canal Treatment in Cariously Exposed Mature Permanent Molars: A Randomized Controlled Trial. *J Endod* 2017; 43: 1953–62.

35. Asgary S, Hassanizadeh R, Torabzadeh H, Eghbal MJ. Treatment Outcomes of 4 Vital Pulp Therapies in Mature Molars. *J Endod* 2018; 44: 529–35.

36. Mente J, Hufnagel S, Leo M, Michel A, Gehrig H, Panagidis D. ym. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: long-term results. *J Endod* 2014; 40: 1746–51.

37. Kundzina R, Stangvaltaite L, Eriksen HM, Kerosuo E. Capping carious exposures in adults: a randomized controlled trial investigating mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide. *Int Endod J* 2017; 50: 924–32.

38. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Chua P, Elamin AD, Clarke M. ym. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2021; 54: 556–71.

39. Mejäre I, Cvek M. Partial pulpotomy in young permanent teeth with deep carious lesions. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 238–42.

40. Elmsmari F, Ruiz XF, Miró Q, Feijoo-Pato N, Durán-Sindreu F, Olivieri JG. Outcome of Partial Pulpotomy in Cariously Exposed Posterior Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod* 2019; 45: 1296–1306.e3.

41. Barnkgkei IH, Halboub ES, Alboni RS. Pulpotomy of symptomatic permanent teeth with carious exposure using mineral trioxide aggregate. *Iran Endod J* 2013; 8: 65–8.

42. Simon S, Perard M, Zanini M, Smith AJ, Charpentier E, Djole SX. ym. Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *Int Endod J* 2013; 46: 79–87.

43. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Tomson PL, Lundy FT, Cooper P. ym. Pulpotomy for mature carious teeth with symptoms of irreversible pulpitis: A systematic review. *J Dent* 2019; 88: 103158.

44. Jersa I, Kundzina R. Periapical status and quality of root fillings in a selected adult Riga population. *Stomatologija* 2013; 15: 73–7.

45. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 2006; 39: 921–30.

46. Qu Z, Zhang S, Krauth C, Liu X. A systematic review of decision analytic modeling techniques for the economic evaluation of dental caries interventions. *PLoS One* 2019; 14: e0216921.

47. Labib ME, Hassanein OE, Moussa M, Yassen A, Schwendicke F. Selective versus stepwise removal of deep carious lesions in permanent teeth: a randomised controlled trial from Egypt – an interim analysis. *BMJ Open* 2019; 9: e030957.

48. Brodén J, Davidson T, Fransson H. Cost-effectiveness of pulp capping and root canal treatment of young permanent teeth. *Acta Odontol Scand* 2019; 77: 275–81.

49. Schwendicke F, Stolpe M. Direct pulp capping after a carious exposure versus root canal treatment: a cost-effectiveness analysis. *J Endod* 2014; 40: 1764–70.

50. Schwendicke F, Stolpe M, Meyer-Lueckel H, Paris S, Dörfer CE. Cost-effectiveness of one- and two-step incomplete and complete excavations. *J Dent Res* 2013; 92: 880–7.