

# NÄR ANVÄNDA STIFT?

Maija Korpinen

Fördjupade studiernas skriftliga arbete

ÅBO UNIVERSITET

Medicinska fakulteten

Protetik och bettfysiologi, Biomateriallära

Handledare: Universitetslektor, OD Anna-Maria Le Bell-Rönnlöf

Utvärderare: Universitetslektor, OD Anna-Maria Le Bell-Rönnlöf, Prof Pekka Vallittu och Prof Timo Närhi

Vårtermin 2025

ÅBO UNIVERSITET

Medicinska fakulteten

KORPINEN, MAIJA: När använda stift?

Fördjupade studiernas skriftliga arbete, 27 sidor

Odontologiska institutionen, Protetik och bettfysiologi, Biomateriallära

Vårtermin 2025

## SAMMANFATTNING

Meningen med mina fördjupade studier var att redogöra för de olika behandlingsalternativen och ta reda på när och om stift behövs vid restaurering av en rotbehandlad tand. Översikten behandlar också olika stiftmaterial och deras fördelar och nackdelar. De vanligaste behandlingsalternativen för en rotbehandlad tand är kompositfyllning, endokrona (endo-onlay) och stiftpelare och krona. Stift används för att få retention till restaureringen, i tänder som har endast lite tandsubstans kvar.

Fördjupade studierna är en litteraturöversikt. Som material har läroböcker i protetik- och biomateriallära, God medicinsk praxis -rekommendationer och artiklar som publicerats på PubMed använts.

På basen av mina fördjupade studier kan man säga att det är skäl att använda stift vid tänder som har 0–1 dentinväggar kvar. För att stiftpelaren och kronan ska ha en bra prognos är det viktigt att man kan preparera en ferrule, som omger minst 75% av tanden. I framtänderna och premolarerna har stift bättre prognos än i molarerna. Om bara möjligt, rekommenderas endokrona (endo-onlay) som restaureringsalternativ för molarer med lite tandsubstans.

Sakord: stift, glasfiberstift, rotbehandlad tand

TURUN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta, Hammaslääketieteen laitos

KORPINEN, MAIJA: Milloin käyttää nastaa?

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 27 sivua

Hammaslääketieteen laitos, Protetiikka ja parentafysiologia, Biomateriaalitiede

Kevätlukukausi 2025

## TIIVISTELMÄ

Syventävien opintojeni tarkoituksena oli esittää erilaiset restaurointimahdollisuudet sekä selvittää milloin nastan käyttö on aiheellista restauroidessa juurihoidettua hammasta.

Perehdyin myös erilaisiin nastamateriaaleihin sekä niiden etuihin ja haittoihin.

Tavanomaisimmat restaurointimahdollisuudet ovat yhdistelmämuovipaikkaus, endokruunu (endo-onlay) ja nastapilari ja kruunu. Nastoja käytetään restauraation retentoimiseen hampaissa, joissa on vain vähän hammaskudosta jäljellä.

Opinnäytetyö on toteutettu kirjallisuuskatsauksena. Aineistona on käytetty protetiikan sekä biomateriaalitieteiden oppikirjoja, Käypä hoito -suosituksia ja PubMed-tietokannassa julkaistuja artikkeleja.

Syventävien opintojeni perusteella voidaan todeta, että nastan käyttö on aiheellista, kun hampaassa on jäljellä 0–1 dentiiniseinämää. Jotta nastapilari-kruunun ennuste olisi hyvä, hampaaseen olisi tärkeää saada preparoitua vanne (ferrule), joka ympäröi vähintään 75% hampaasta. Etualueella ja premolaareissa nastoilla on parempi ennuste kuin molaareissa. Jos vain mahdollista molaarit tulisi restauroida endokruunulla (endo-onlaylla).

Asiasanat: nasta, kuitunasta, juurihoidettu hammas

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING
2. BEHANDLINGSALTERNATIV FÖR RESTAURERING AV ROTBEHANDLAD TAND
  - 2.1. KOMPOSITFYLLNING
  - 2.2. ENDOKRONA
  - 2.3. STIFTPELARE OCH KRONA
    - 2.3.1. FERRULE EFFECT
    - 2.3.2. STIFTMATERIALENS UTVECKLING
      - 2.3.2.1. PREFABRICERADE GLASFIBERSTIFT
      - 2.3.2.2. INDIVIDUELLA GLASFIBERSTIFT
    - 2.3.3. FIBERFÖRSTÄRKTA STIFTFÖRANKRINGAR
3. STIFTFÖRANKRINGAR UNDER BROAR
4. PROGNOSEN AV STIFTFÖRANKRINGAR
5. DISKUSSION

## REFERENSER

## 1. INLEDNING

En lyckad rotbehandling kräver en koronal restaurering av god kvalitet för att tanden ska erhålla en bra prognos. Restaurering av rotbehandlade tänder har visat sig vara utmanande inom odontologin. Förutom en fungerande och tät restaurering innebär en lyckad rotbehandling också att tanden är symtomfri och frisk periapikalt.

Rotbehandlade tänder är ofta mekaniskt försvagade på grund av bortfall av dentin både inne i tanden efter utförd rotbehandling och utanpå i form av karies eller tidigare plomberingar (Saber et al 2020, Dimitriu et al 2009). Forskningen visar att olika rotbehandlingskemikalier (t.ex. NaOCl, EDTA) också kan påverka och förändra tandvävnaden och möjligen göra tanden svagare (Perdigão 2016). Det finns också många andra viktiga faktorer som påverkar rotbehandlade tänders prognos, bland annat ocklusionen, parafunktioner och antagonist-tändernas material.

Därför är det viktigt att redan före rotbehandlingen göra en omsorgsfull analys och plan över om och hur tanden på bästa sätt ska restaureras för att erhålla en bra prognos. I litteraturen föreslås användning av ett s.k. Dental Practicality Index (DPI). Med hjälp av indexet kan tandläkaren uppskatta tandens prognos och möjligheten att restaurera den. Indexet tar hänsyn till både endodontiska, parodontala och protetiska aspekter samt restaureringsalternativ beroende på mängden kvarvarande tandsubstans. Dessutom analyserar man patientens medicinska tillstånd och tar hänsyn till patientens förväntningar. För varje kategori får tanden 0, 1, 2 eller 6 poäng. Om resultatet är 6 eller mera poäng är behandlingen komplex, och då bör remittering till specialistvård noggrant övervägas. (Dawood and Patel 2017).

Genom att utvärdera den kvarvarande tandsubstansens mängd, dvs hur mycket av den koronala delen av kronan som finns kvar, kan vi göra beslut över vilket behandlingsalternativ som är bäst för den rotbehandlade tanden. Om tanden visar sig vara i mycket dåligt skick med endast lite eller inget alls kvar av den koronala delen och en ferrule är omöjlig att preparera, kan det vara ett bättre alternativ att utesluta rotbehandling, rekommendera extraktion och annan protetisk behandling, t.ex. implantat, istället.

Meningen med de här fördjupade studierna är att redogöra för de olika behandlingsalternativen och ta reda på när och om stift behövs vid restaurering av en

rotbehandlad tand. Översikten behandlar också olika stiftmaterial och deras fördelar och nackdelar.

## 2. BEHANDLINGSALTERNATIV FÖR RESTAURERING AV ROTBEHANDLAD TAND

Rekommendationen är att restaurera en rotbehandlad tand färdigt så snart som möjligt efter rotbehandlingen, helst inom 2-4 månader. Om man vill följa med den periapikala helningsprocessen före den slutgiltiga restaureringen, rekommenderas en tät tillfällig fyllning av komposit eller glasionomer. (Hampaan juurihoito: God medicinsk praxis - rekommendation 2022).

En rotbehandling ökar risken för fraktur pga att mängden dentin minskar och tanden blir biomekaniskt försvagad. Därför är det viktigt att överväga nedskärning av kusporna, för att minska på fraktrrisken. Speciellt vid rotbehandlade tänder med MOD fyllningar (fyllning som täcker mesial[M], oklusal[O] och distal[D] ytorna) böjs kusporna kraftigt vid belastning och kuspnedskärning rekommenderas (Dimitriu et al 2009, Perdigão 2016).

Idag rekommenderas det att så mycket tandsubstans som möjligt sparas (eng. minimal invasive dentistry) och behandlingsalternativen ska följa den kvarvarande tandsubstansens mängd. Mängden koronalt dentin är avgörande och kan beräknas i antal dentinväggar som finns kvar (Bitter et al 2009, Naumann et al 2006, Naumann et al 2018). I många forskningsgrupper har man försökt komma fram till tydliga riktlinjer när de olika behandlingsalternativen ska användas, men fortfarande är åsikterna kontroversiella.

De främsta restaureringsalternativen för en rotbehandlad tand är vanlig kompositfyllning, endokrona (endo-onlay) eller stiftpelare och krona.

### 2.1. KOMPOSITFYLLNING

Kompositfyllning är det vanligaste restaureringsalternativet för en rotbehandlad tand. Det har föreslagits att man som regel kan tänka sig att om över 50% av dentinet består, är direkt kompositfyllning ett bra alternativ med god prognos.

Kompositfyllning är det förmånligaste alternativet för patienten och samhället, därmed använder man sig ofta av det inom den offentliga sektorn. I och med att kompositerna har utvecklats har också hållfastheten och prognosen för större kompositfyllningar ökat. Enligt litteraturen är fortfarande ändå kronterapi att föredra som restaurering för rotbehandlade tänder i jämförelse med direkta kompositfyllningar. Redan i 5-10 - årsuppföljningar verkar tänder som plomberats med komposit/amalgam ha sämre chans att överleva. Prognosen förbättras av att tanden har kontakt med bägge grann tänder (Skupien et al 2016, Hampaan juurihoito: God medicinsk praxis - rekommendation 2022). Speciellt då det fattas stora delar av den koronala delen kan det behövas hållfastare material än komposit för att erhålla en god och långvarig prognos.

När rotbehandlingen är slutförd och rotkanalarna är fyllda och kontrollerade med en intraoral röntgenbild, börjar fyllningsterapin. Efter att lämplig matris och kilar har placerats ska kavumdelen och kaviteten etsas och bondas enligt regelrätt protokoll.

Rekommendationen är att börja fyllningen med att placera färgad flytande komposit i botten på kavumdelen på rotfyllnadsmaterialet (oftast Guttaperka) för att märka ut var de fyllda kanalerna är placerade. Efter det fortsätter man som vanligt med tandfärgad flytande komposit som adapterar bra i ojämnheter i kaviteten och därefter med trögflytande komposit som härdas i lager, för att minska krympningen och förbättra härdningsgraden.

För att öka hållbarheten och skadetoleransen hos en större kompositfyllning kan man använda sig av flytande kortfiberkomposit (everX flow, GC) under fyllningen som ett baslager (Garoushi et al 2020). Meningen är att kortfiberkompositen ersätter det förlorade dentinet. Enligt forskningen ökar komposit med korta fibrer fyllningens brottseghet och gör att tanden får bättre frakturresistans och därmed bättre prognos, speciellt i molarområdet (Lassila et al 2019). Ju större mängd av fibrer i kompositen, desto högre är draghållfastheten. Andra fördelar med fiberförstärkta komposit är att de är kostnadseffektiva och estetiska. Man behöver preparera minimalt invasivt och man fäster dem med hjälp av adhesiv. Efter att den flytande kortfiberkompositen har placerats, lägger man på lager av vanlig trögflytande

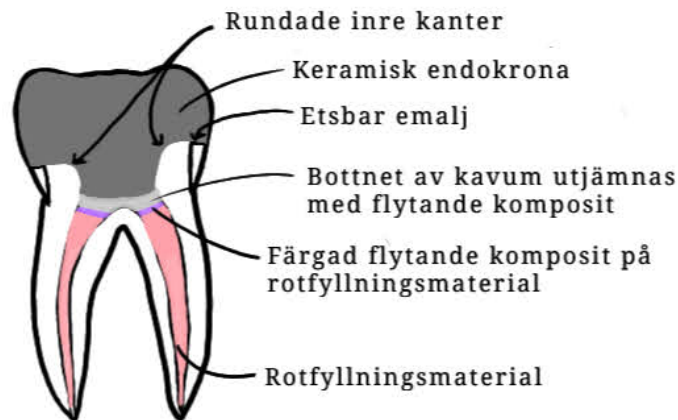
komposit. Helst ska den vanliga kompositen utgöra ett 1-2 mm tjockt lager så att fiberkompositen täcks helt och hållet (Lassila et al 2020). Den allra senaste kliniska forskningen har visat att flytande kortfiberkomposit möjligtvis inte behöver täckas helt, men uppföljningen är fortfarande endast 1,5 år (ElAziz et al 2024).

Den vanligaste komplikationen med kompositfyllningar i rotbehandlade tänder är att fyllningen fraktureras eller lossnar och i värsta fall fraktureras hela tanden.

## 2.2. ENDOKRONA

Endokronan (endo-onlay) är ett restaureringsalternativ för molarer som saknar mycket tandsubstans (Bild 1). Restaurering med endokrona är indikerat då det fattas en eller flera kusper (mera än hälften av dentinet fattas), men en till två dentinväggar fortfarande finns kvar (Hampaan juurihoito: God medicinsk praxis 2022). Enligt litteraturen bör det finnas etsbar emalj kvar i periferin (gärna hälften av periferin) och möjlighet att hålla torrt vid cementering. En jämn tjocklek på endokronan och en tjockare konstruktion ocklusalt (2-7 mm) förbättrar prognosen (Sedrez-Porto et al 2016).

Vid användning av endokronor tas retentionen från pulpakavum och de perifera sömmarna. Detta kan jämföras med stiftförankringsalternativet där man tar retention och stöd inifrån rotkanalen. Då man behandlar en tand med endokrona täcker man först rotfyllningsmaterialet med färgad flytande komposit för att märka ut rotkanalsöppningarna. Sedan brukar man jämna ut bottnet i kavum med ett tunt lager av flytande komposit. Ingen speciell prepareringstyp rekommenderas, utan oftast används s.k. Butt-joint preparering ("rakt av") på de perifera sömmarna. Alla inre kanter ska rundas, för att fyllningen inte ska fungera som en kil. Vid prepareringen bör man också ta i beaktande insättningsriktningen. Endokronan kan framställas med CAD/CAM teknik eller traditionellt av tandteknikern. Som material för endokronor används oftast glaskeramik.



**Bild 1.** Ritning av en endokrona.

I en studie rapporteras betydligt högre frakturstyrka för endokronor jämfört med stiftpelare och kronor (Biacchi et Basting 2012). Endokronors största fördel jämfört med stiftpelare och krona är att man kan använda sig av ”minimal invasive” principen och spara så mycket som möjligt av den egna tandsubstansen. Den är således en konservativare behandlingsform i jämförelse med stiftförankringar. Ytterligare fördelar för endokronor är, att de sparar tid då det är möjligt att göra dem på ett besök med hjälp av CAD/CAM teknik. Därmed blir det också förmånligare för patienten i jämförelse med stiftpelare och krona, eftersom tandteknikerns arbete inte nödvändigtvis behövs (Chang et al 2009). Govare och Contrepolis rapporterar i sin review artikel att trots att in vitro studierna visar att endokronor skulle kunna lämpa sig på premolarer, så har de enligt kliniska studier sämre prognos jämfört med molarer som restaurerats med endokronor och premolarer som restaurerats med traditionella kronor. Detta kan bero på att endokronor på premolarer binder sig till en mindre yta jämfört med molarerna, samt att premolarernas kronor är högre än molarernas. I review artikeln konstaterades också att enligt kliniska studier är överlevnaden för endokronor på molarer över 90% upp till 10 år efter insättning. (Govare et Contrepolis 2020.) Endokronan är alltså ett bra restaureringsalternativ för en rotbehandlad molar och därmed är det viktigt att klinikern noga överväger när det lönar sig att övergå i följande restaureringsalternativ och använda stift. Beslutet ska alltid basera sig på hur mycket tandsubstans som finns kvar.

Endokronors nackdelar är att det keramiska materialet kan fraktureras, men frakturerna kan oftast återuppbyggas med komposit (Hampaan paikkaushoito: God medicinsk praxis - rekommendation 2023). Då man restaurerar tänder med keramiska indirekta fyllningar blir bettjustering särskilt viktig. Om det hårda keramiska materialet höjer i bettet, kan det ge upphov till slitage av antagonisttänder, förorsaka bettömheter och i värsta fall leda till periapikal inflammation.

### 2.3. STIFTPELARE OCH KRONA

Stiftpelare och krona används för rotbehandlade tänder som saknar avsevärt med tandsubstans. Forskningen har visat att när tanden har endast en dentinvägg kvar eller om endast  $\frac{1}{3}$  av kronans höjd består, förbättras prognosen av en rotbehandlad tand, av användning av stiftförankring vid restaureringen (Hampaan juurihoito: God medicinsk praxis - rekommendation 2022). För klinikern är det lättare att utvärdera den kvarvarande tandsubstansen mängd som dentinväggar, än som procent av kronans höjd, när beslutet ska tas om stiftförankring behövs eller ej (Naumann 2006). Meningen med stiftförankringen är att hämta retention ur rotkanalen åt restaureringen. Enligt forskning och läroböcker rekommenderas idag stiftpelare och krona oftare i incisiver, hörntänder och premolarer än i molarområdet. Detta beror på att framtänderna har högre kronor i förhållande till roten och mindre yta att fästa adhesivt till. Molarerna har oftast en större yta att fästa till och därför fungerar keramiska endokronor bra på dem och stiftförankring behövs mera sällan. Dessutom kräver de hårda laterala krafterna som uppstår i framtandsregionen, speciellt vid djupa bett, ofta förankring i roten för att restaureringen ska hålla.

Eftersom tandsubstansen minskar vid stiftpreparation och leder till att tanden blir svagare, borde insättning av stiftförankring alltid undvikas om det är möjligt (Nilner et al 2013).

#### 2.3.1. FERRULE EFFECT

En stiftförankring förstärker inte den rotbehandlade tanden, utan används för att förankra och skapa retention åt kronan. För att förstärka en rotbehandlad tand med stiftförankring, bör man

preparera tanden med en sk. ferrule eller "omkramning" (Torbjörner et Fransson 2004). Det har visat sig att den kommande kronans cervikala omkramning av roten är ett av de viktigaste sätten att förebygga rotfraktur efter stiftförankring (Nilner et al 2013). I en in vitro studie rapporterades att ferrulens höjd är viktigare än längden på stiftet för restaureringens hållbarhet (Isidor et al 1999). Litteraturen är inte helt enig om minimihöjden på ferrulen, men det är viktigt att få den så hög som det kliniskt är möjligt. I läroboken "A textbook of fixed prosthodontics: the Scandinavian approach" rekommenderas det att ferrulen ska vara minst 2 mm om bara möjligt (Nilner et al 2013). Om man inte kan utföra ferrulen kring hela tanden, verkar det som att en ofullständig ferrule förbättrar prognosen jämfört med en kronpreparering utan ferrul (Perdigão 2016.).

Om det inte finns tillräckligt med tandsubstans kvar koronalt, kan det vara relevant att utföra kirurgisk kronförlängning eller ortodontisk extrusion för att möjliggöra en ferrule. Det verkar som att användning av ortodontisk extrusion minskar risken för fraktur bättre än kirurgisk kronförlängning (Meng et al 2009).

### 2.3.2. STIFTMATERIALENS UTVECKLING

Vid stiftförankring användes ursprungligen metallstift som var gjutna av olika metallblandningar. Småningom utvecklades prefabricerade metallstift, för att underlätta proceduren och minska på kostnaderna. Ännu idag används i vissa länder fortfarande dessa två tekniker med metallstift: direkt teknik som görs av tandläkaren med färdiga prefabricerade metallstift, och indirekt teknik, där gjutna metallstift och pelare görs av tandteknikern med hjälp av avtryck av den preparerade rotkanalen. Prefabricerade metallstift är oftast gjorda av titan medan gjutna metallstift även görs av legerat guld. Metallstiften cementeras oftast med zinkfosfatcement oberoende av teknik. Vid tillverkning av gjutna metallstift tillverkar tandteknikern också pelaren av guld, medan med de prefabricerade metallstiften bygger tandläkaren själv upp pelaren av komposit på det prefabricerade metallstiftet. Fördelen med den indirekta tekniken är att stiftet följer rotkanalens anatomi och har en bättre passform som fördelar krafterna mera jämnt. Den direkta teknikens fördel är att den kräver mindre besök av patienten samt kostar mindre, eftersom tandteknikerns arbete

med stiftpelaren lämnas bort. Risken för bakteriellt läckage är även mindre för de prefabricerade metallstiften och direkta pelarna eftersom de görs i samma sittning och inte behöver en tillfällig krona mellan besöken. De prefabricerade metallstiftens söm till dentinet verkar också vara tätare och deras retention pga. den parallella formen är bättre än de indirekta stiftens. Därför har användningen av gjutna metallstift minskat. (Nilner et al 2013)

På grund av att metall är ett styvt material och för att metallstiften ledde till många rotfrakturer, började man på 1980-talet att utveckla rotkanalsstift av nya material som keramer och fiberkomposit. Tanken var att stift med biomekaniska egenskaper som liknade dentinets kunde "flexa" med roten och därmed inte förorsaka rotfrakturer och leda till en bättre prognos (Scmitter et al 2011, Wang et al 2019). Också de estetiska och biologiska aspekterna började tas i beaktande och man ville minska användningen av metall i restaureringar.

De keramiska stiften är ett estetiskt alternativ, men de är styva, och kan liksom metallstiften också förorsaka rotfrakturer (Mannocci et al 1999). För att minska spänningarna i roten introducerades kol- och kvartsfiberstiften. In vitro studierna gav en hoppfull prognos för dessa (Isidor et al 1996). Kolfiberstiften är dock problematiska vid estetiska områden tex i framtandsregionen pga. att färgen kan lysa igenom kompositpelaren, speciellt då kronan är gjord av helkeramik.

Eftersom också kolfiberstiften hade en relativt hög böjmodul som ledde till rotfrakturer, började utvecklingen av de mera estetiska och böjliga glasfiberförstärkta kompositstiften ta fart. Dessa har en böjmodul som liknade dentinets, vilket resulterar i en mer jämn distribution av ocklusala krafter i roten (Perdigão 2016, Vallittu 2018) (Tabell 1). Dessutom bidrar den adhesiva fastsättningen av glasfiberstiften till dentinet till att ocklusionskrafterna distribueras jämnare i tanden än med metallstift. Materialutvecklingen resulterade i att antalet rotfrakturer började minska. Ett större problem för de prefabricerade glasfiberstiften utgör bindningen av glasfiberstiften till resincement, pelarkomposit material och dentin. Som alternativ till de prefabricerade glasfiberstiften finns idag även individuella glasfiberstift.

Material	Böjhållfasthet	Böjmodul
Titan		~ 100 GPa
Guld	~ 800 MPa	~ 90 GPa
Kolfiberstift	~ 900 MPa	~ 40 GPa
Zirkoniumkeram	~ 900 MPa	~ 400 GPa
Glasfiberkomposit *	~ 800 MPa	~ 30 GPa
Glasfiberkomposit **	~ 1200 MPa	~ 25 GPa
Dentin		~ 18 GPa
Emalj		~ 40 GPa

\* Epoximatrix i prefabricerat glasfiberstift

\*\* IPN polymermatrix i individuellt glasfiberstift

**Tabell 1.** Mekaniska egenskaper för stiftmaterial och tandvävnader. (modifierad från Lassila et al 2004, O'Brien 2008, Le Bell-Rönnlöf 2007)

### 2.3.3. FIBERFÖRSTÄRKTA STIFTFÖRANKRINGAR

Då man har gjort beslutet att restaurera tanden med en stiftförankring, börjar man med att göra en s.k. stiftpreparering, vilket betyder att man borrar bort en del av rotfyllnadsmaterialet (oftast Guttaperka och ett sealermaterial). I tänder med många rotkanaler, prepareras oftast den största kanalen t.ex. i övre käken den palatinala och i nedre käken den distala rotkanalen. Man kan använda sig av flera stift i olika kanaler om det behövs mera retention, men det är ovanligare. Stiftprepareringen kan utföras med Largo/Gates Glidden borrar eller borrar som kommer med prefabricerade stift (t.ex. RelyX seriens borrar). Man bör kontrollera prepareringslängden och -riktningen med en periapikal röntgenbild. Efter detta provar man det prefabricerade stiftet och försäkras sig att stiftet går till den planerade längden och att det sitter tätt. Sedan putsar man stiftet med alkohol varefter man följer tillverkarens direktiv för

de adhesiver och resincement man använder. Dualhärdad resincement rekommenderas för cementering av glasfiberstift, eftersom det är begränsat hur mycket ljus som kan nå ner i kanalen (Le Bell-Rönnlöf et al 2019, Giachetti et al 2004). Vissa fördelar med självetsande resincement finns, jämfört med total-etch tekniken, t. ex. behöver man inte rengöra kanalväggarna efter etsning, vilket gör användningen av självetsande resincement lättare.

När man har fört resincementet ner i kanalen lägger man stiftet på plats, tar bort cementöverskott och ljushärdar först i riktning med fibrerna i glasfiberstiftet och sen i 45° vinkel från två olika håll. Vid användning av metallstift preparerar man på liknande sätt och kan använda antingen resincement eller zinkfosfatcement vid fastsättningen.

På de prefabricerade stiften, både på metall- och andra nyare stiftmaterial som tex glasfiber, bygger oftast tandläkaren upp pelaren av komposit med direkt teknik. Pelaren kan vara gjord av dualhärdad komposit, vanlig ljushärdad komposit eller fiberförstärkt komposit. Färsk forskning visar att då pelaren byggs upp av flytande kortfiberkomposit har den hög hållfasthet, bra bindning och är lätt att forma (Garoushi et al 2020, Lassila et al 2020).

De vanligaste orsakerna till att stiftförankringar misslyckas är förlust av retention (prefabricerade glasfiberstift) och rotfraktur (metallstift) (Scmitter et al 2011). För att minska frakturer har man traditionellt använt sig av den s.k. momentkompensationsprincipen. I praktiken betyder det här att man använt sig av långa stift. Längden på stiftet har en stor inverkan på retentionen, speciellt för de styva metallstiften. Vid planering av stiftpelare och krona bör man ta i beaktande att det förblir tillräckligt med rotfyllning vid rotspetsens apex samtidigt som stiftet är tillräckligt långt. För att förbättra retentionen och undvika rotfrakturer bör man göra prepareringen för de styva metallstiften så djupt i rotkanalen som möjligt. Rekommendationen för metallstift är att göra stiftprepareringen till 2/3 av hela rotens längd. Detta innebär en stor risk för rotperforation, samt kan vara svårt i praktiken, t.ex. om roten är böjd. Glasfiberstiften behöver inte prepareras lika djupt som metallstiften, eftersom fiberkomposit är böjligt och man binder stiftet till rotkanalen med adhesivtekniken. Man använder sig alltså av stiftmaterial vars biomekaniska egenskaper liknar dentinets och detta kallas modulkompensations-principen. Vid användning av glasfiberstift rekommenderas att stiftprepareringen ska vara åtminstone lika lång som tandens kliniska krona eller hälften av rotens längd.

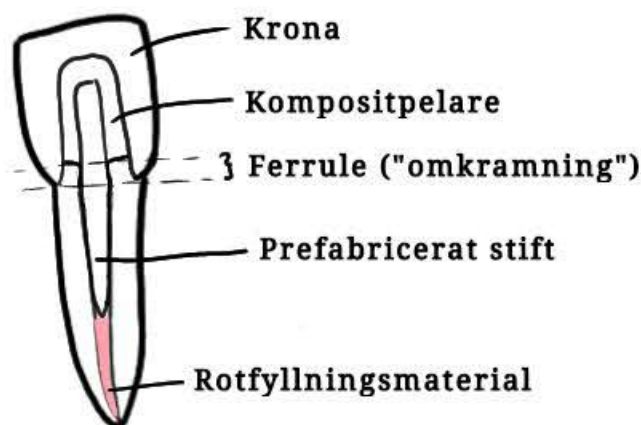
### 2.3.3.1. PREFABRICERADE GLASFIBERSTIFT

Prefabricerade fiberförstärkta stift består av parallellt riktade fibrer som är bundna tillsammans i en kompositmatris. För det mesta är fibrerna av glas, men kan även vara av kol eller kvarts. Kompositmatrisen består av epoxi eller en blandning av epoxi och dimetakrylat.

De prefabricerade glasfiberstiftens fördelar är att de är relativt lätta för klinikerna att använda och de är estetiska och passar bra att använda under glaskeramiska kronor. Dessutom ger de sällan upphov till rotfrakturer pga. sin böjlighet (Bild 2).

De prefabricerade glasfiberstiften har fått en del kritik pga. problem med bindningen mellan stift, resincement och tandytan. Det har lett till att stiftet lossnar och ibland hela kronan med den (Vallittu 2016). Problemet beror på att de prefabricerade glasfiberstiftens kompositmatris är fullständigt härdad i fabriken, i sk. cross-linked form, som är omöjlig för resinerna/adhesiverna att penetrera och binda till (Le Bell et al 2004, Le Bell et al 2005, Mannocci et al 2005).

Vissa forskningsgrupper anser att speciellt de tunnare prefabricerade glasfiberstiften är för böjliga och för svaga koronalt (Lassila et al 2004). Om tanden inte är restaurerad med en stark krona med ferrule effekt, kan det smala böjliga glasfiberstiftet leda till att kompositpelaren böjer sig för mycket under ocklusionskrafterna. Detta leder så småningom till att den cervikala sömmen öppnar sig, sekundär karies bildas och till sist lossnar stiftet och man förlorar stiftförankringen. De prefabricerade glasfiberstiftens passform är dessutom dålig i kavumdelen, speciellt i ovala kanaler, och de följer inte rotkanalens anatomiska form. Detta leder till att de tomma områdena i kavumdelen runt glasfiberstiftet fylls med en stor mängd resincement vilket i sig potentiellt leder till ett svagare område som kan försämra långtidsprognosen. Ett stort problem är att få kompositmaterialen som t.ex. adhesiver och resincement att härda tillräcklig i den djupa mörka rot/stiftkanalen. (Perdigão 2016).



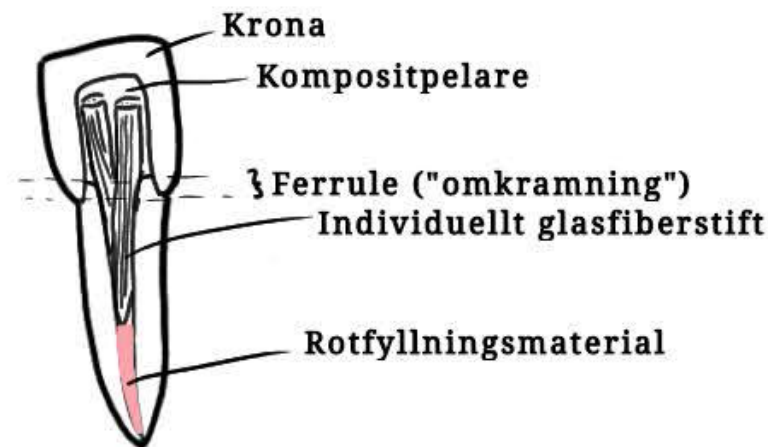
**Bild 2.** En rotbehandlad tand restaurerad med prefabricerat glasfiberstift, kompositpelare och krona.

### 2.3.3.2. INDIVIDUELLA GLASFIBERSTIFT

Vid användning av individuella glasfiberstift bygger och utformar tandläkaren själv stiftet så att det passar i den rotbehandlade tandens rotkanal och till den kommande restaureringen. De individuella stiftens fördelar är att tandläkaren kan forma stiftet så att det blir tillräckligt starkt av fibrer koronalt (Bild 3). De individuella stiftet följer rotkanalens anatomiska form och man behöver därmed inte preparera onödigt dentin apikalt i rotkanalen. Dessutom minskar risken för mikroläckage mellan stiftet, resinkompositcement och dentinet (Makarewicz et al 2013, Garoushi et al 2020).

När tandläkaren bygger upp ett individuellt glasfiberstift används glasfiberknippen av ett speciellt glasfibermaterial (everX Post, GC, Japan) som är preimpregnerat och mjukt. Efter att ha provat längden och klippt till det första glasfiberknippet (stammen), lägger tandläkaren till ytterligare glasfiberknippen tills hela stiftprepareringen och den koronala delen är full av glasfiber. Det finns möjlighet att utforma och böja det individuella glasfiberknippet hur man vill före härdningen. Efter utformningen tar man ut glasfiberknippet och skyddar det från ljus medan man behandlar rotkanalen och rotändan enligt adhesiv- och cementtillverkarens direktiv.

Vid cementering av individuella glasfiberstift förs först det dualhärdande resincementet in i rotkanalen, varefter det mjuka fiberknippet placeras på plats i den preparerade rotkanalen. Cementöverskott tas försiktigt bort före ljushärdningen som sker i stiftets riktning längs med glasfibrerna och därefter i 45 graders vinkel till stiftet. Alternativt kan det individuella glasfiberknippet förhärdas utanför rotkanalen före cementeringen, så det är lättare att placera på plats. Därefter bygger man upp pelaren med flytande kortfiberkomposit eller dualhärdande pelarkomposit.



**Bild 3.** En rotbehandlad tand restaurerad med individuellt glasfiberstift, kompositpelare och krona.

Individuella glasfiberförstärkta stift består av en så kallad “semi-interpenetrating polymer network” (semi-IPN) polymer matris. Matrisen består av både lineariska och tvärbundna (cross-linked) polymerer. Monomererna i adhesiverna och resincementen kan diffundera mellan de lineariska polymererna och genom polymerisation bilda en interdiffusions bindning. De prefabricerade glasfiberstiftens polymer matris består enbart av polymerer som är färdigt härdade och tvärbundna (cross-linked) och därmed kan inte interdiffusions bindning ske. Bindningen mellan individuella glasfiberstift och resincement är bättre i jämförelse med bindningen som uppstår mellan prefabricerade fiberstift eller metallstift och

resin cement. Individuella glasfiberstift verkar även bilda en bättre bindning till både resin cement och dentin jämfört med prefabricerade glasfiberstift. (Le Bell et al 2005)

### 3. STIFTFÖRANKRINGAR UNDER BROAR

När man planerar broar vars stödtänder är rotbehandlade, bör man extra noggrant tänka på antagonisterna, om patienten har parodontala sjukdomar, hur bra bentsupport stödtänderna har och hur stora krafter stödtänderna kommer att bära (Perdigão 2016). Prognosen för en rotbehandlad tand med traditionell metallstiftförankring är bättre under en krona eller en bro jämfört med en uttagbar protes (Raedel et al 2015). En rotbehandlad tand som restaurerats med krona har sämre prognos om den är stödtand för en bro eller en delprotes jämfört med en enskilda rotbehandlad tand med krona (Ferrari et al 2017, Hampaan juurihoito: God medicinsk praxis - rekommendation 2022).

### 4. PROGNOSEN AV STIFTFÖRANKRINGAR

På grund av den stora risken för rotfraktur vid användning av metallstift, utvecklade man fiberförstärkta stiftförankringarna. Trots att glasfiberkomposit biomekaniskt passar bra i tanden, är de prefabricerade glasfiberstiftens svaga bindningsegenskaper oftast orsaken till deras misslyckande. Jämfört med rotfraktur, är misslyckandet med bindningen en lindrigare nackdel, eftersom man ofta kan göra om stiftförankringen.

I en randomiserad kontrollerad studie gjord av Sarkis-Onofre et al, var man undersökte tänder med inga dentinväggar kvar, var prognosen 97,1 % för traditionella metallstiftförankringar och 91,9 % för glasfiberstiftförankringar efter 3 års uppföljning. Skillnaden på överlevnadsgraden mellan stiftmaterialen var inte signifikant (Sarkis-Onofre et al 2014). I en annan studie skiljde sig inte 5 års prognosen för prefabricerade metallstift jämfört med traditionella gjutna metallstift signifikant (Salvi et al 2007). Det finns få studier med längre uppföljning av glasfiberförstärkta stiftförankringar. Enligt Raedel et al retrospektiva studie verkar traditionella metallstift ha en måttlig långtidsprognos: 86,9 % överlevnadsgrad efter 5

år, 75,7 % överlevnadsgrad efter 10 år och en överlevnadstid i medeltal på 13,5 år, det vill säga hur länge innan restaurerade tanden måste extraheras på grund av misslyckanden. Prognosen för stiftförankring försämras om tanden har bara en eller ingen tand bredvid sig (Raedel et al 2015).

Enligt god medicinsk praxis - rekommendationerna fraktureras en rotbehandlad tand, med mindre än två dentinväggar kvar, mera sällan om man har restaurerat den med stiftförankring än utan stift. För övrigt rapporteras ingen skillnad på prevalensen av rotfraktur då man jämför fiber- och metallstift (Hampaan juurihoito: God medicinsk praxis - rekommendation, 2022).

Bettets betydelse och att restaureringarna görs i en god ocklusion, är troligen mycket viktigare för stiftförankrade rotbehandlade tänders prognos, än vilket stiftmaterial man har valt (Torbjörner et Fransson 2004). Horisontella krafter påverkar stiftförankrade tänders hållbarhet och prognos negativt, därför har anteriora stiftförankrade tänder möjligen sämre prognos än posteriora. Vissa studier antyder att användningen av fiberstift i rotbehandlade framtänder förbättrar deras resistans mot fraktur (Perdigão 2016).

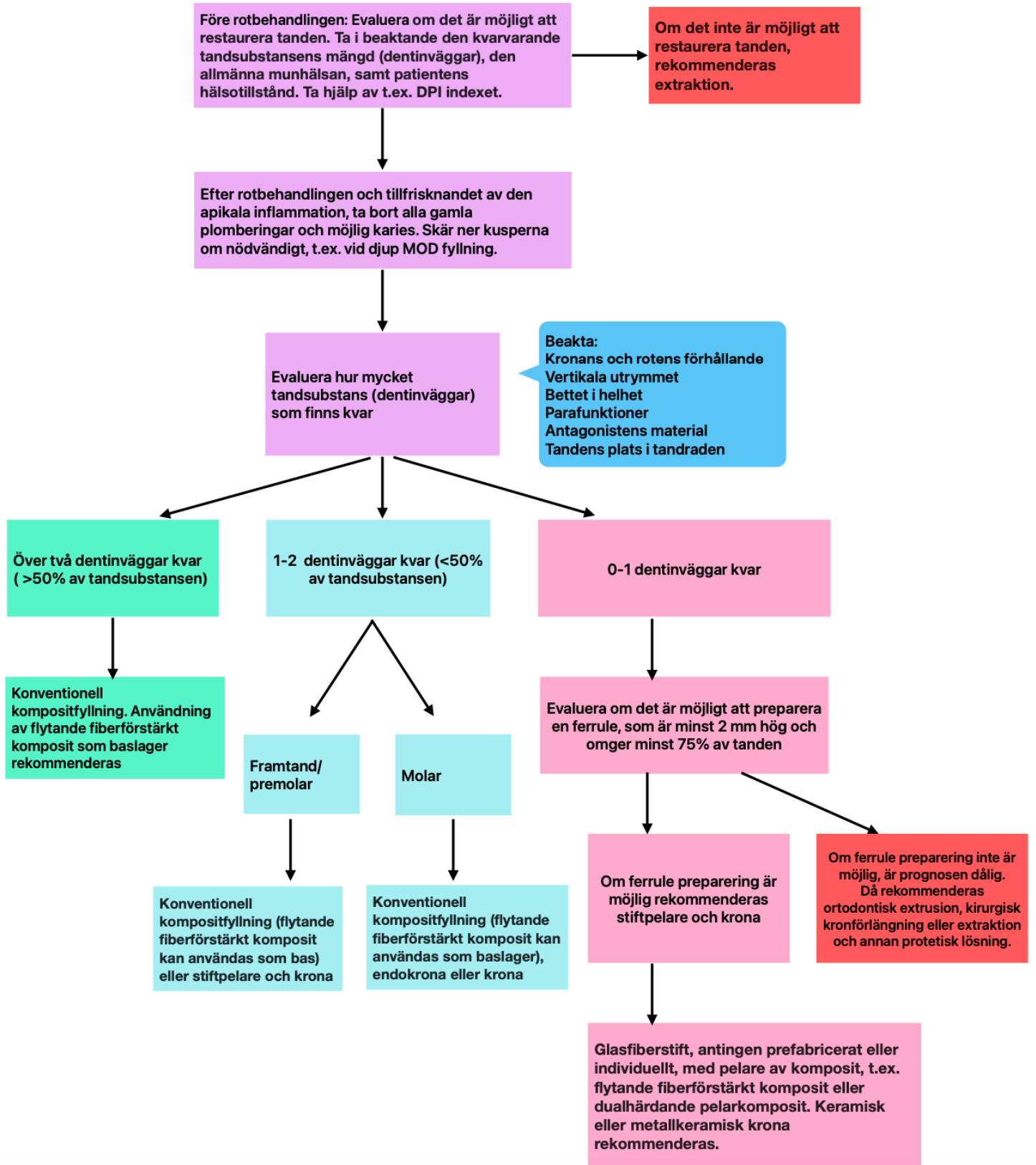
I en tre års klinisk studie utförd av Cagidiaco et al där man jämförde prefabricerade glasfiberstift (DT Light Post) med individuella glasfiberstift (Ever Stick Post), rapporterades bättre överlevnad för prefabricerade glasfiberstift (90,9% respektive 76,7%). Det blev dock oklart om forskningsgruppen hade använt tillräckligt stor fibervolym i de individuella stiften. För liten fibervolym kunde ha påverkat överlevnadsgraden negativt. I samma studie jämförde man även rotbehandlade tänder utan stift. I studien kom man fram till att det är viktigt för den rotbehandlade tandens prognos att man sparar så mycket koronalt dentin som möjligt. I gruppen där man använde stift var prognosen sämre för tänderna med inga dentin väggar kvar jämfört med en vägg, oberoende om man hade en omkramning (ferrule) eller ej (Cagidiaco et al 2008). I litteraturen finns däremot ett antal fallbeskrivningar med lyckade 12-månaders uppföljningar av individuella stift (Vilkins and Žilinskas 2016).

## 5. DISKUSSION

I den här fördjupade studien ville man besvara frågan när det är nödvändigt att använda stift vid restaurering av rotbehandlade tänder. På bild 4 beskrivs de olika behandlingsalternativen och hur man ska gå till väga i beslutsprocessen för restaurering av en rotbehandlad tand (Bild 4). Enligt litteraturen är restaurering med stiftpelare och krona nödvändig, för rotbehandlade tänder med 0–1 dentinväggar kvar, för att tanden ska kunna bevaras och ha en prognos. På framtänder och premolarer kan det behövas stiftförankringar redan tidigare, då dentinförlusten är måttlig (2 dentinväggar kvar), speciellt om dentinväggarna är tunna. Indirekt framställda endokronor rekommenderas främst som ett restaureringsalternativ för molarer.

Förutom antalet kvarvarande dentinväggar, är det viktigt att evaluera om det är möjligt att preparera en ferrule på tanden som kräver stiftförankring. I en reviewartikel av Naumann et al kom man fram till att om ferrulen omger minst 75% av tanden är restaureringens 5 års prognos signifikant bättre än utan ferrule preparering. Efter 17 år hade tänder som restaurerats med prefabricerade stift, kompositpelare och krona med en ferrule som omgav minst 75% av tanden, signifikant bättre överlevnad än utan ferrule. (Naumann et al 2018).

Litteraturen är inte helt enig om vilket stiftmaterial som kan rekommenderas. De traditionella metallstiften är väl forskade med långa uppföljningstider och har skäliga överlevnader, men man vet att misslyckanden oftast leder till rotfraktur som inte går att reparera, utan leder till extraktion av tanden (Raedel et al 2015). De nya glasfiberstiftens hållbarhet har det inte forskats lika mycket i kliniskt, och studierna har inte ännu lika långa uppföljningstider som metallstift. För prefabricerade glasfiberstift har överlevnaderna varit goda (90,9 - 91,7%) i kortare 3-års uppföljningsstudier (Sarkis Onofre et al 2014, Cagidiaco et al 2008). I en meta-analys och review artikel var överlevnaden under en uppföljningstid på 3-7 år för rotbehandlade tänder med 0-1 dentinväggar kvar, restaurerade med prefabricerade glasfiberstift, signifikant bättre än för tänder restaurerade med prefabricerade metallstift (Wang et al 2019). Glasfiberstiftens misslyckanden går också ofta att repareras jämfört med metallstiftens. Det finns väldigt få studier om prognosen av individuella glasfiberstift. Det behövs mera klinisk forskning om individuella glasfiberstift samt längre uppföljningsstudier om alla typer av glasfiberstift.



**Bild 4.** Beslutsprocessen och behandlingsalternativ för restaurering av en rotbehandlad tand.

## REFERENSER

Biacchi GR, Basting RT. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Oper Dent*. 2012;37(2):130-136. doi: 10.2341/11-105-L. Epub 2011 Sep 26. PMID: 21942234.

Bitter K, Noetzel J, Stamm O, Vaudt J, Meyer-Lueckel H, Neumann K, Kielbassa AM. Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of postendodontic restorations: preliminary results of a mean period of 32 months. *J Endod*. 2009 Nov;35(11):1477-82. doi: 10.1016/j.joen.2009.07.026. Epub 2009 Sep 18. PMID: 19840634.

Cagidiaco MC, García-Godoy F, Vichi A, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. *Am J Dent*. 2008 Jun;21(3):179-84. PMID: 18686771.

Chang CY, Kuo JS, Lin YS, Chang YH. Fracture resistance and failure modes of CEREC endo-crowns and conventional post and core-supported CEREC crowns. *J Dent Sci*. 2009;4(3):110-117. doi:10.1016/S1991-7902(09)60016-7

Dawood A, Patel S. The Dental Practicality Index-assessing the restorability of teeth. *Br Dent J*. 2017;222(10):755-758. doi: 10.1038/sj.bdj.2017.447. PMID: 28546619.

Dimitriu B, Vârlan C, Suci I, Vârlan V, Bodnar D. Current considerations concerning endodontically treated teeth: alteration of hard dental tissues and biomechanical properties following endodontic therapy. *J Med Life*. 2009 Jan-Mar;2(1):60-5. PMID: 20108492; PMCID: PMC5051483.

ElAziz RHA, ElAziz SAA, ElAziz PMA, Frater M, Vallittu PK, Lassila L, Garoushi S. Clinical evaluation of posterior flowable short fiber-reinforced composite restorations without proximal surface coverage. *Odontology*. 2024 Oct;112(4):1274-1283. doi:

10.1007/s10266-024-00905-5. Epub 2024 Feb 23. PMID: 38393515; PMCID: PMC11415407.

Ferrari M, Sorrentino R, Juloski J, Grandini S, Carrabba M, Discepoli N, Ferrari Cagidiaco E. Post-Retained Single Crowns versus Fixed Dental Prostheses: A 7-Year Prospective Clinical Study. *J Dent Res*. 2017 Dec;96(13):1490-1497. doi: 10.1177/0022034517724146. Epub 2017 Aug 3. PMID: 28771388.

Garoushi S, Tanner J, Keulemans F, Le Bell-Rönnlöf AM, Lassila L, Vallittu PK. Fiber Reinforcement of Endodontically Treated Teeth: What Options Do We Have? Literature Review. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2020;28(2):54-63. doi: 10.1922/EJPRD\_2002Garoushi10. PMID: 32391677.

Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bertini F, Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *J Dent*. 2004 Nov;32(8):629-34. doi: 10.1016/j.jdent.2004.06.004. PMID: 15476957.

Govare N, Contrepolis M. Endocrowns: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2020 Mar;123(3):411-418.e9. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.04.009. Epub 2019 Jul 26. PMID: 31353111.

Hampaan juurihoito. God medicinsk praxis -rekommendation. Finska Läkarföreningen Duodecims och Finlands Tandläkarförening Apollonia RF:s tillsatta jobbgrupp. Helsingfors: Finska Läkarföreningen Duodecim, 2022 (refererat 22.11.2023). Tillgängligt på internet: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Hampaan paikkaushoito. God medicinsk praxis -rekommendation. Finska Läkarföreningen Duodecims och Finlands Tandläkarförening Apollonia RF:s tillsatta jobbgrupp. Helsingfors: Finska Läkarföreningen Duodecim, 2023 (refererat 26.01.2024). Tillgängligt på internet: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Isidor F, Ödman P, Brøndum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. *Int J Prosthodont.* 1996;9:131-136.

Isidor F, Brøndum K, Ravnholt G. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. *Int J Prosthodont.* 1999 Jan-Feb;12(1):78-82. PMID: 10196832.

Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater.* 2004 Jan;20(1):29-36. doi: 10.1016/s0109-5641(03)00065-4. PMID: 14698771.

Lassila L, Säilynoja E, Prinssi R, Vallittu P, Garoushi S. Characterization of a new fiber-reinforced flowable composite. *Odontology.* 2019;107(3):342-352. doi: 10.1007/s10266-018-0405-y. Epub 2019 Jan 8. PMID: 30617664; PMCID: PMC6557871.

Lassila L, Säilynoja E, Prinssi R, Vallittu PK, Garoushi S. Bilayered composite restoration: the effect of layer thickness on fracture behavior. *Biomater Investig Dent.* 2020 Jun 2;7(1):80-85. doi: 10.1080/26415275.2020.1770094. PMID: 33015638; PMCID: PMC7521310.

Lassila L, Oksanen V, Fráter M, Vallittu PK, Garoushi S. The influence of resin composite with high fiber aspect ratio on fracture resistance of severely damaged bovine incisors. *Dent Mater J.* 2020 Jun 5;39(3):381-388. doi: 10.4012/dmj.2019-051. Epub 2019 Dec 18. PMID: 31852857.

Le Bell A-M, Tanner J, Lassila LVJ, Kangasniemi I, Vallittu PK. Bonding of composite resin luting cement to fibre-reinforced composite root canal posts. *J Adhes Dent.* 2004;6(4):319-325. PMID: 15779318.

Le Bell AM, Lassila LVJ, Kangasniemi I, Vallittu PK. Bonding of fibre-reinforced composite post to root canal dentin. *J Dent.* 2005;33(7):533-539. doi: 10.1016/j.jdent.2004.11.014. Epub 2005 Apr 1. PMID: 16005792.

Le Bell-Rönnlöf A-M. Fibre-reinforced composites as root canal posts. Thesis, Turun yliopisto 2007.

Le Bell-Rönnlöf A-M, Jaatinen J, Lassila L, Närhi T, Vallittu P. Transmission of light through fiber-reinforced composite posts. *Dent Mater J*. 2019 Dec 1;38(6):928-933. doi: 10.4012/dmj.2018-217. Epub 2019 Aug 10. PMID: 31406094.

Makarewicz D, Le Bell-Rönnlöf A-M, Lassila LVJ, Vallittu PK. Effect of cementation technique of individually formed fiber-reinforced composite post on bond strength and microleakage. *Open Dent J*. 2013 Jul 26;7:68-75. doi: 10.2174/1874210601307010068. PMID: 23986792; PMCID: PMC3750973.

Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Intermittent loading of teeth restored using quartz fiber, carbon-quartz fiber, and zirconium dioxide ceramic root canal posts. *J Adhes Dent*. 1999 Summer;1(2):153-8. PMID: 11725680.

Mannocci F, Sheriff M, Watson TF, Vallittu PK. Penetration of bonding resins into fiber posts: a confocal microscopic study. *Int Endod J*. 2005 Jan;38(1):46-51. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00900.x. PMID: 15606823.

Meng QF, Chen LJ, Meng J, Chen YM, Smales RJ, Yip KH. Fracture resistance after simulated crown lengthening and forced tooth eruption of endodontically-treated teeth restored with a fiber post-and-core system. *Am J Dent*. 2009 Jun;22(3):147-50. PMID: 19650594.

Naumann M, Blankenstein F, Barthel CR. A new approach to define defect extensions of endodontically treated teeth: inter- and intra-examiner reliability. *J Oral Rehabil*. 2006 Jan;33(1):52-8. doi: 10.1111/j.1365-2842.2006.01530.x. PMID: 16409517.

Naumann M, Schmitter M, Frankenberger R, Krastl G. "Ferrule Comes First. Post Is Second!" Fake News and Alternative Facts? A Systematic Review. *J Endod.* 2018 Feb;44(2):212-219. doi: 10.1016/j.joen.2017.09.020. Epub 2017 Dec 8. PMID: 29229457.

Nilner, Krister, et al. *A Textbook of Fixed Prosthodontics: The Scandinavian Approach.* Second [updated] edition., Gothia fortbildning, 2013, sidorna 152-171 och 238-254.

O'Brien, William J. *Dental Materials and Their Selection.* 4. ed., Quintessence Publishing, 2008.

Perdigão J. *Restoration of Root Canal-Treated Teeth : An Adhesive Dentistry Perspective.* (Perdigão J, ed.). Springer; 2016 sidorna 25-100.

Raedel M, Fiedler C, Jacoby S, Boening KW. Survival of teeth treated with cast post and cores: A retrospective analysis over an observation period of up to 19.5 years. *J Prosthet Dent.* 2015 Jul;114(1):40-45. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.08.017. Epub 2015 Apr 7. PMID: 25862272.

Saber SM, Hayaty DM, Nawar NN, Kim HC. The Effect of Access Cavity Designs and Sizes of Root Canal Preparations on the Biomechanical Behavior of an Endodontically Treated Mandibular First Molar: A Finite Element Analysis. *J Endod.* 2020 Nov;46(11):1675-1681. doi: 10.1016/j.joen.2020.06.040. Epub 2020 Jul 5. PMID: 32640266.

Salvi GE, Guldener BES, Amstad T, Joss A, Lang NP. Clinical evaluation of root filled teeth restored with or without post-and-core systems in a specialist practice setting. *Int Endod J.* 2007 Mar;40(3):209-215. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01218.x. PMID: 17305698.

Sarkis-Onofre R, Jacinto RDC, Boscato N, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Cast metal vs. glass fibre posts: A randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. *J Dent.* 2014 May;42(5):582-587. doi: 10.1016/j.jdent.2014.02.003. Epub 2014 Feb 12. PMID: 24530920.

Schmitter M, Hamadi K, Rammelsberg P. Survival of two post systems--five-year results of a randomized clinical trial. *Quintessence Int.* 2011 Nov-Dec;42(10):843-50. PMID: 22025998.

Sedrez-Porto JA, Rosa WL, da Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2016 Sep;52:8-14. doi: 10.1016/j.jdent.2016.07.005. Epub 2016 Jul 12. PMID: 27421989.

Skupien JA, Cenci MS, Opdam NJ, Kreulen CM, Huysmans MC, Pereira-Cenci T. Crown vs. composite for post-retained restorations: A randomized clinical trial. *J Dent.* 2016 May;48:34-39. doi: 10.1016/j.jdent.2016.03.007. Epub 2016 Mar 11. PMID: 26976553.

Torbjörner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont.* 2004 May-Jun;17(3):369-76. PMID: 15237888.

Vallittu P. Are we misusing fiber posts? Guest editorial. *Dent Mater.* 2016 Feb;32(2):125-126. doi: 10.1016/j.dental.2015.11.001. Epub 2015 Nov 30. PMID: 26652233.

Vallittu PK. An overview of development and status of fiber-reinforced composites as dental and medical biomaterials. *Acta Biomater Odontol Scand.* 2018 Apr 12;4(1):44-55. doi: 10.1080/23337931.2018.1457445. PMID: 29707613; PMCID: PMC5917305.

Vilkinis V, Žilinskas J. Direct composite resin crown fabrication on a custom formed root canal post - EverStick®POST. *Stomatologija.* 2016;18(1):32-36. PMID: 27649615.

Wang X, Shu X, Zhang Y, Yang B, Jian Y, Zhao K. Evaluation of fiber posts vs metal posts for restoring severely damaged endodontically treated teeth: a systematic review and meta-analysis. *Quintessence Int.* 2019;50(1):8-20. doi: 10.3290/j.qi.a41499. PMID: 30600326.