

HOVEDBUDSKAP

- Tannleger bør ha bedre kommunikasjon med pasientene om behandlingsmål og prognose, og henvise til spesialist til riktig tid uten forsinkelser for å oppnå optimalt behandlingsresultat.
- Forskning må ikke bare konsentrere seg om tekniske innovasjoner som kan gi kortsiktige fordeler for produsenter, men i større grad fokusere på variabler som kan ha betydning for resultater i kliniske langtidsstudier.
- Vi trenger bedre kunnskap for å forstå tannsmertemekanismer, håndtering av smertefølelse, og kontrollere og fjerne infeksjon.
- Studenter med kompetanse og evner til å lære å gi endodontisk behandling av høy kvalitet må rekrutteres av utdanningsinstitusjoner. Dette er en økende utfordring i et konkurranseutsatt arbeidsmarked.
- Man kan forutse at kostnadene for tannbehandling, inkludert endodonti, vil vise økt tredjepartsbetaling fra offentlige eller private forsikringsordninger. Dette vil nokså sikkert innebære at kost/nytte-vurderinger må gjennomgås i større bredde enn i dag.

FORFATTERE

Anca Virtej, førsteamanuensis, ph.d. Institutt for klinisk odontologi, Det medisinske fakultet, Universitetet i Bergen og postdoktor, Kjevekirurgisk avdeling, Haukeland universitetssjukehus. ORCID ID: 0000-0001-5918-3663

Emma Wigsten, ph.d. Institusjoner for odontologi, Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet, Sverige. ORCID ID: 0000-0001-9914-8205

Dag Ørstavik, professor emeritus, dr. odont. Institutt for klinisk odontologi, Det odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo. ORCID ID: 0000-0003-0161-7857

Sivakami Rethnam Haug, førsteamanuensis, dr. odont. Institutt for klinisk odontologi, Det medisinske fakultet Universitetet i Bergen. ORCID ID: 0000-0003-1930-8542

Korresponderende forfatter: Anca Virtej, e-post: Anca.Virtej@uib.no

Akseptert for publisering 06.08.2022.

Artikkelen er fagfellevurdert. Virtej A, Wigsten E, Ørstavik D, Haug SR. Utvikling av endodontien i fremtiden. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2023; 133: 122-30.

Nøkkelord: Tannlegeutdanning, Helsemyndigheter, Innovasjoner, Livskvalitet, Forskning

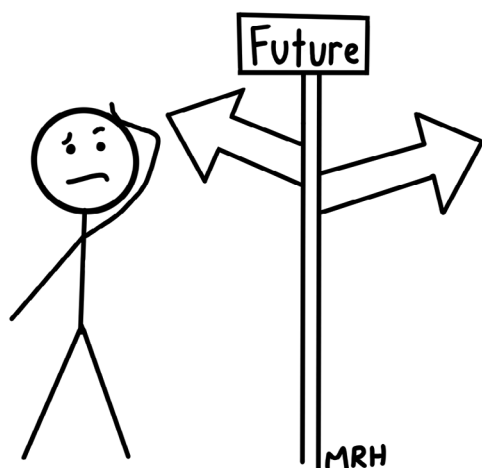
Utvikling av endodontien i fremtiden

Anca Virtej, Emma Wigsten, Dag Ørstavik og Sivakami Rethnam Haug

Det er kjent at rotbehandling har en positiv innvirkning på pasienters orale helse og livskvalitet. Tverrsnittstudier viser imidlertid at den tekniske kvaliteten på rotfyllinger i allmennpraksis ofte er suboptimal. Større bruk av spesialister i kompliserte kasus kan i fremtiden bidra til å bedre teknisk kvalitet og dermed behandlingsresultatene. Såkalt minimal invasiv endodonti har blitt fremmet for bevaring av kritisk tannsubstans, men konseptet stiller svært høye krav til operatørene, og det mangler langsiktige kliniske studier på dette området. Forskning på smertemekanismer, inflammatoriske prosesser, påvirkning av systemisk helse på sykdomsprogresjon og tilheling er nødvendig for å kunne forbedre behandlingen. Infeksjonskontroll, antibiotikaresistens og nye antibakterielle behandlingsregimer er også viktig å ta tak i fremover. Vi kan forvente økt regulering og tredjeparts administrasjon av endodontisk behandling gjennom forsikringsordninger og statlig involvering. Forbedret kvalitet på tjenestetilbudet gjennom en høy standard på tannlegeutdanning er den viktigste investeringen for å forme endodonti i fremtiden. Helsemyndigheter og media kan da ha et vitenskapelig fundert grunnlag for endodontisk terapi som et trygt, pålitelig og effektivt behandlingsalternativ til pasientenes beste.

“Studer fortiden, beskriv nåtiden, forutsi fremtiden” er et sitat tilagt Hippokrates ca. 460 f.Kr.

«Fremtid» refererer til det som vil skje eller eksistere etter nåtiden. En «retning» er den generelle måten noe utvikler seg eller utvikler seg på (figur 1). I denne artikkelen presenterer vi dagens status innen endodontisk behandling, den siste utviklingen og forfatternes meninger om i hvilken retning den endodontiske disi-



Figur 1. Den fremtidige retningen er noe vi tror vil skje eller noe vi ønsker skal skje.

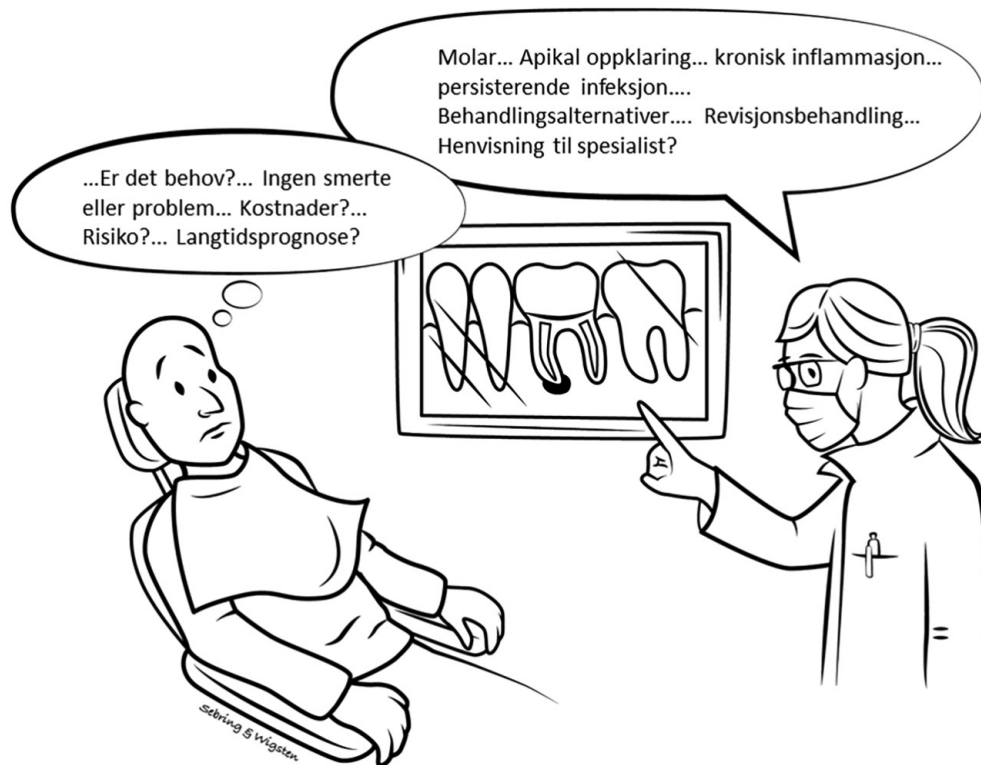
plinen kan eller bør utvikle seg i fremtiden. Vi har sett på fremtidige retninger fra tre perspektiver; pasienten, tannlegen, og nasjonalt eller samfunnsmessig nivå.

Pasienten

De siste tiårene har munnhelsen generelt blitt bedre i de nordiske landene. Samtidig har forventet levealder økt, noe som gjør at flere

beholder sitt naturlige tannsett inn i alderdommen og færre blir tannløse. Flere tenner vil derfor ha en historie med tannbehandling som eventuelt forårsaker pulpasykdom (1). Rotbehandling utføres for det meste av tannleger i allmennpraksis. Det svenske trygdeverket registrerte 217 047 innbyggere over 20 år som fikk minst én tann rotfylt i 2009 (2). Ti år senere ble nesten 190 000 tenner registrert som rotfylte i samme dataregister, noe som tyder på en viss nedgang i endodontiske behandlinger (3). En lignende trend ble også observert i Danmark i perioden 1997–2009. Videre observerte Razdan et al. (2022) (4) at mens antallet rotfylte tenner gikk ned, økte forekomsten av apikal periodontitt i ikke-rotfylte tenner. Nasjonale registre over tannbehandling kombinert med epidemiologiske studier kan oppdage trender i endodontiske behandlingsbehov i en befolkning, som vil være nyttig for å identifisere endringer som er relevante for utdannings- og forsikringssystemer.

Å redde en tann med rotbehandling har en positiv innvirkning på pasientens orale helse relaterte livskvalitet. Endodontisk behandling bør fremmes som et trygt, pålitelig og effektivt alternativ som pasientene kan ha nytte av, og for dette er helsemyndigheter og media av stor betydning. Pasienter er generelt fornøyd med sin endodontiske behandling og foretrekker å beholde sitt naturlige tannsett når det er mulig (5-8). Når behandlingen ble evaluert spesifikt gjennom såkalt pasienttilfredshet (7), var pasienter som gjennomgikk behandling,



Figur 2. Målet med rotbehandling er å bevare den berørte tannen og etablere eller opprettholde et sunt peri-radikulært vev. Men den enkelte pasient, som generelt ikke er klar over tannens status, deler ikke nødvendigvis de samme bekymringene. Det kan også være slik at pasienten og tannlegen har ulike syn på hva som anses som viktig og hva som kjennetegner en vellykket behandling (5, 6).

både i spesialist- og allmennpraksis, fornøyde med sitt valg og sin behandling (7, 9). Den faktoren man likte minst, var kostnaden. Det vil bli stadig viktigere å involvere pasienten i hans eller hennes egen behandlingsplan og prosess, samt å identifisere felles mål for det kliniske resultatet (figur 2). Suksess eller fiasko for behandlingen bør avgjøres på grunnlag av forhåndsdefinerte mål for hver enkelt (6), der kommunikasjon mellom tannlege og pasient vil spille en nøkkelrolle. Det er spesielt viktig at pasientene deler forståelsen av at tidlig intervensjon alltid gir best behandlingsresultat.

Tannleger

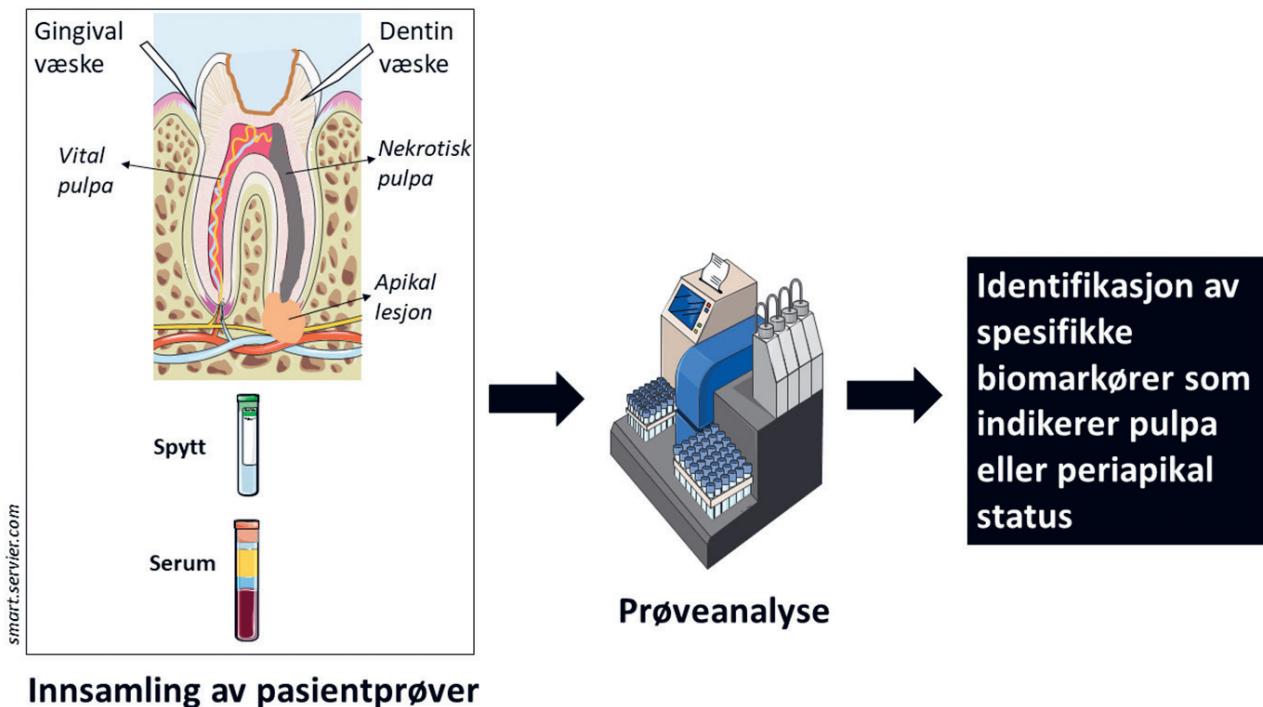
Rotbehandling kan oppleves som teknisk krevende, stressende og frustrerende, og assosiert med at tannlegen kan føle tap av kontroll (10). Nesten halvparten av kasus som ble henvist til en spesialistklinik i Västra Götaland i Sverige, var tidligere rotfylte molare som trengte ytterligere endodontisk behandling (11). Rotbehandling av molare i allmennpraksis rapporteres ofte å ha dårligere teknisk kvalitet på rotfyllingen, høyere forekomst av periapikal sykdom og lavere overlevelse sammenlignet med andre tanngrupper (12, 13). Det kan være mange årsaker til dette: molare har vanligvis flere røtter, en mer kompleks rotkanalanatomi og en plassering i tannbuen som er vanskelig tilgjengelig. De er ikke bare teknisk krevende,

men også ofte forbundet med komplikasjoner under behandling og krever dermed mer ressurser totalt (14). En fronttann eller en premolar kan imidlertid også gi vanskeligheter, for eksempel ved obliterasjoner eller når roten er kraftig buet (15). Den lavere suksessraten, kombinert med opplevelsen av stress og frustrasjon rundt behandling, reiser spørsmålet om hvem som skal utføre behandlingen, allmenntannlegen eller spesialisten (10).

En god forståelse av kasusets vanskelighetsgrad og operatørens evner er nødvendig for at allmenntannlegene skal kunne bestemme om de skal behandle en tann eller henvise til spesialist.

Endodontisk diagnostikk

Hovedårsaken til endodontisk sykdom er infeksjon av mikroorganismer. Nye teknikker for påvisning av bakterier i rotkanalen gir et visst håp om at «chair-side»- eller «real-time»-bestemmelse av mikroorganismer i rotkanaler kan være mulig i fremtiden (16). Man søker også å identifisere biomarkører som kan karakterisere en inflammasjon i tannpulpa eller det periapikale vev (figur 3). Vertsmolekyler, både systemiske og lokale, kan i teorien måles og brukes til endodontisk diagnostikk eller prognose (17, 18). Vi kan håpe at brukervennlige og nøyaktige metoder for slik diagnostikk kan bli allment tilgjengelige i en ikke altfor fjern fremtid (19). Det vil imid-



Figur 3. Prøver fra serum, spytt, gingival- eller dentin-væske samles inn og analyseres på molekylært nivå for å etablere diagnose og optimal behandling.



Figur 4. Den apikale diagnosen på tenner 15-17 var usikker etter periapikalt røntgen og fistulografi (A). En CBCT-skanning bekrefter og beskriver apikal periodontitt fra andre premolar til andre molar (B og C).

lertid være nødvendig med omfattende og tidkrevende forskning i flere fagområder for å kunne utvikle pålitelige metoder som kan gi sikker diagnostikk av endodontikarus direkte ved stolen.

Cone-beam computer tomography (CBCT) er en tredimensjonal radiografisk teknikk som overviner den anatomiske støyen og de diagnostiske begrensningene til todimensjonale periapikale røntgenbilder (figur 4). Den europeiske endodontiforeningen (ESE) anbefaler at CBCT-relatert utdanning inkluderes i læreplanene for grunn- og spesialistutdanning (20). CBCT-skannere brukes av stadig flere spesialistklinikker i USA og Skandinavia. Men det er behandlingsplanlegging for implantater som så langt har vært hovedindikasjonen for CBCT-skanning i Norge og Sverige (21, 22). Det må tas hensyn til risiko og fordeler ved å utsette pasienten for ioniserende stråling, og teknologisk utvikling gir håp om at CBCT av små volumer kan bli lettere tilgjengelig i endodontikarus.

Artificial intelligence (AI) er en gren av anvendt informatikk med opprinnelse på 1950-tallet og viser til ideen om å bygge maskiner som vil kunne utføre oppgaver som normalt utføres av mennesker (23). AI og maskinlæringsystemer har potensial til å revolusjonere tannbehandling ved å forbedre påliteligheten og oppnå nøyaktig diagnose (23). AI kan potensielt hjelpe til med å oppdage periapikale lesjoner, vertikale rotfrakturer, bestemmelse av arbeidslengde og til og med å forutsi endodontiske behandlingsresultater i fremtiden. Pålitelighet og anvendelighet av AI må verifiseres før bruk i daglig klinisk praksis (24).

Tannvevsbesparende behandling

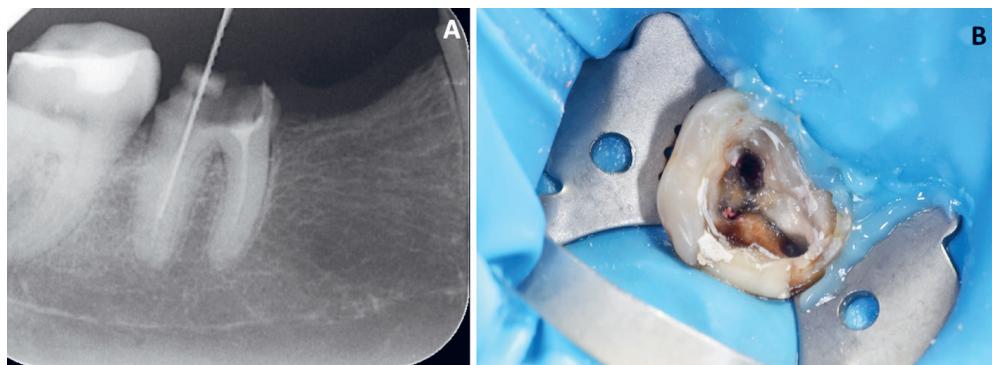
I all medisin søker man behandlinger som er minimalt invasive. Minimalt invasiv kavum-preparering eller endog en «ninja»-tilnærming til rotkanalsystemet har blitt anbefalt for å bevare dentin og minimere risikoen for tannbrudd (25). Teknikken beveger seg bort fra den tradisjonelle rettlinjede tilgangen, og søker å bevare koronal tannsubstans. Dette kan imidlertid inkludere deler av kavum-taket som kan

være infisert. Denne tilnærmingen øker imidlertid vanskeligheten ved påfølgende behandlingstrinn, som rotkanallokalisering og instrumentering, og undergraver infeksjonskontrollen (26). En annen ny metode er kavum- og kanalpreparering med data-assistert teknikk. Kort fortalt involverer dette preoperative CBCT-skanninger og fabrikasjon av stents for innføring av spesialiserte bor som arbeider i en retning som er definert av CBCT-skanningen for lokalisering av rotkanalen (27). Det er foreløpig ingen langtid kliniske oppfølgingsstudier på minimalt invasive teknikker eller data-assistert instrumentering som kan definere indikasjonsområder og vurdere resultatene i sammenligning med de tradisjonelle prinsippene og metodene.

Infeksjonskontroll

Aseptiske teknikker er essensielle for endodontiske prosedyrer. Riktig håndhygiene, bruk av kofferdam og desinfeksjon av det endodontiske operasjonsfeltet er viktig (28). Kofferdam ble introdusert for tannlegeyrket i 1864 og er standarden for alle endodontiske prosedyrer (figur 5). Likevel varierer bruken av kofferdam sterkt mellom land. I Danmark bruker de fleste tannleger ikke kofferdam (29). I Finland utføres bare rundt 30 % av endodontiske behandlinger med bruk av kofferdam (30). Det må fortsatt understrekes at resultatene av alle endodontiske behandlinger er infeksjonsrelaterte (31, 32), og at ingen andre effektive isolasjonsteknikker er tilgjengelige. Både det profesjonelle og det juridiske presset for å bruke kofferdam under endodontiske prosedyrer bør styrkes i fremtiden.

Rotkanalinfeksjon er i praksis enerådende som årsak til behandlingssvikt (32). Nye instrumenterings- og irrigasjonsteknikker og protokoller utvikles kontinuerlig for å forbedre desinfeksjon av infisert tannsubstans. Alternative irrigasjonsmidler som 2 % klorheksidin kan supplere natriumhypokloritt (NaOCl) ved kjemomekaniske instrumentering, men gir ingen målbar forbedring av desinfeksjonen (33). Ultrasonisk irrigasjonsaktivert bidrar til å



Figur 5. I Norge og Sverige bruker flere tannleger rutinemessig kofferdam ved endodontiske prosedyrer (31), med høyere frekvens blant yngre tannleger (64). Likevel er det bare svært få norske tannleger som tetter området mellom kofferdam og tann sammenlignet med et overveldende flertall av svenske allmennpraktikere (31). Her eksemplifisert er (A) et røntgenbilde tatt uten kofferdam; det setter pasienten i fare for aspirasjon av instrumenter og kan fremme infeksjon; (B) Riktig plassering av kofferdam på en molar under behandling øker synlighet og tilgang, sammen med bedre infeksjonskontroll.

øke renheten i rotkanalen (34, 35). Bruken av maskinell Ni-Ti enkeltfilssystemer for instrumentering har blitt vanlig det siste tiåret. Enkeltfil eller «single-file»-teknikker er assosiert med forkortet prepareringstid, og det blir vanligere med færre seanser for å gjennomføre behandlingen. Slike rasjonaliseringer forkorter behandlingstiden, men også tiden for desinfeksjonsmidlene til å virke. For å oppnå antibakteriell effektivitet krever NaOCl i lave konsentrasjoner store volumer og hyppige påføringer (36). Selv om redusert behandlingstid har økonomiske og praktiske fordeler, kan det derfor ha en negativ innvirkning på irrigasjon og ønsket antibakteriell effekt og kanskje etterlate mikroorganismer i rotkanalsystemet.

Intrakonale medikamenter har gjennomgått minimal innovasjon de siste 100 år. Kalsiumhydroksid, som ble introdusert i 1920, er fortsatt førstevalget. Bakterier etablerer kolonier ikke bare i hovedrotkanalene, men også i dentinale tubuli, laterale og hjelpekanaler, isthmuser og anastomoser, som er steder som ikke kan nå pålitelig med instrumentering og irrigasjon alene (37). Mikroorganismer som *E. faecalis* eller *C. albicans* påtreffes ofte ved sekundære infeksjoner og er kjent for å motstå effekten av kalsiumhydroksid (38, 39). Probiotika er forbindelser som kan påvirke infeksjon og tilheling. Disse er imidlertid ikke tilgjengelig for klinisk bruk ennå, men den antimikrobielle og immunmodulerende aktiviteten til slike produkter vil kanskje bli benyttet mot endodontiske patogener i fremtiden (40).

Odontogene infeksjoner av endodontisk opprinnelse kan kreve antibiotikabehandling når de påvirker systemisk helse. Men antibiotikabruk i tannlegepraksis er ofte empirisk og lite spesifikk, da en bakteriologisk sensitivitetstest sjelden utføres (41). Antibiotikasensitiviteten til bakterier synker globalt (42, 43), og dette påvirker også stammer som befinner seg i munnhulen (44), spesielt *Porphyromonas spp.* og *Prevotella spp.* (45). Det er en mulighet for at mikroorganismer som forårsaker endodontiske infeksjoner kan bli resistente mot antibiotika i fremtiden. Raske diagnostiske tester som gir informasjon om de infiserende mikrobenes og deres motta-

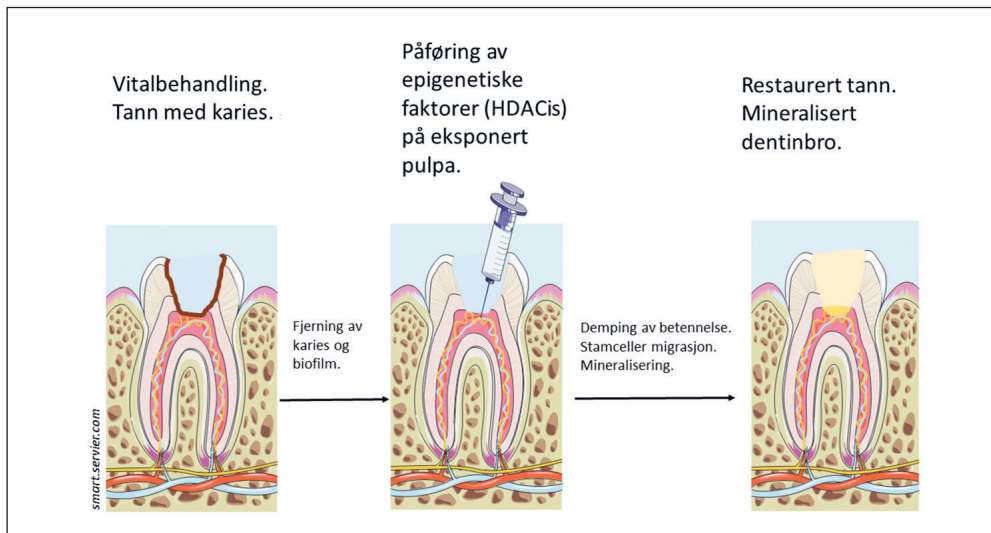
kelighet for antibiotika kan ha et stort potensial for å minimere unødvendig antibiotikabruk og øke pasientens sikkerhet (42).

Rotfyllingsmaterialer

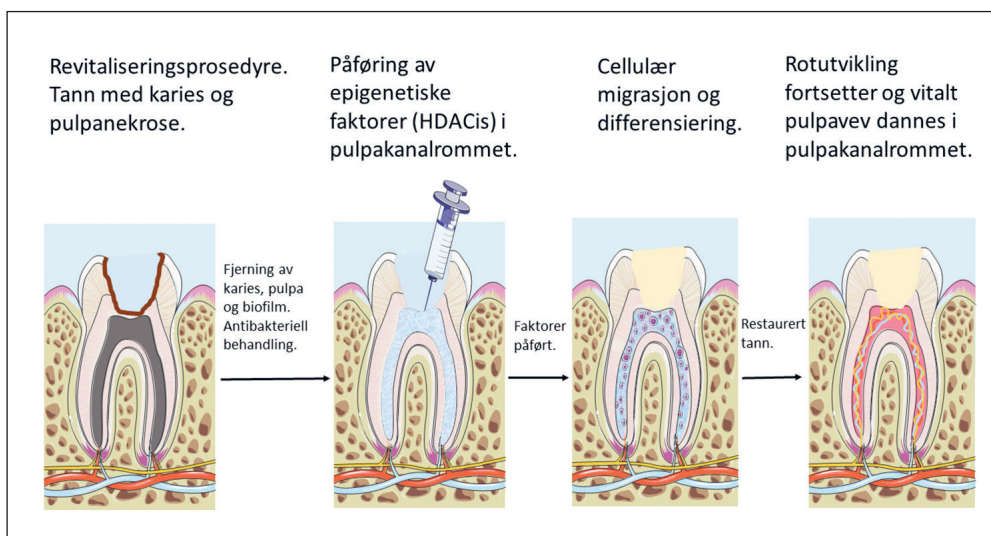
Rotfyllingen er det siste trinnet i endodontisk behandling og skal holde bakterier og orale så vel som periapikale væsker unna rotkanalsystemet. Det vanligste kjernematerialet i rotfyllinger er fortsatt guttaperka, men det kommer stadig nye sealere. Mangler ved sealerne, som krymping, løselighet eller mangel på binding til guttaperkakjernen, kan påvirke behandlingsresultatet (46). Biokeramiske sealere er interessante på grunn av deres antibakterielle egenskaper, dimensjonsstabilitet og bioaktivitet, men det er fortsatt usikkerhet knyttet til løselighet og langtids oppfølging. Nye endodontiske materialer og teknikker markedsføres ofte med «pene» periapikale røntgenbilder annonsert på sosiale medier av produsenter og eksperter med mangel på kliniske data om resultatene (26, 47). Ideelt sett bør materialvalgene våre støttes av klinisk relevant forskning med oppfølging over år.

Regenerasjonsbehandling

Regenerativ behandling av nekrotiske tenner med åpen apeks, som tillater vekst av vitalt vev i pulpa, har vært brukt i klinisk praksis i cirka 20 år. Prosedyren er avhengig av at stamceller fra den apikale papilla kan migrere inn i rotkanalrommet, differensiere og fortsette rotutviklingen (48). Teoretisk sett kan stamceller fra pulpa (DPSC) også differensiere og regenerere pulpavev som bidrar til enklere behandling av tennene etter avsluttet rotutvikling. Progresjon fra stamceller til differensierte celler krever epigenetiske modifikasjoner, som vist i figur 6. Men å hente autologe stamceller fra pulpa er ikke enkelt (49). Den amerikanske (AAE) og den europeiske endodontiforeningen (ESE) har foreløpig ikke anbefalt slik autolog transplantasjon i klinisk regenerativ endodonti, fordi de er komplekse og dyre, det er etiske problemstillinger, og det kreves særlig opplæring av og spesielle ferdigheter hos operatørene (50). I fremtiden kan



Figur 6. Eksempel på epigenetiske modifikasjoner som kan brukes som behandling av den vitale og nekrotiske pulpa, modifisert etter (51).



DNA består av histoner. Acetylering og deacetylering av histoner spiller en viktig rolle i transkripsjonsregulering av celler. Histon-deacetylaser (HDAC) er knyttet til menneskelig sykdom, mens hemmere, HDACis, er lovende hjelpemidler ved behandling av flere sykdommer, inkludert inflammasjon (65, 66).

Når karies og biofilm er fjernet, påføres HDACis lokalt på en eksponert pulpa for å redusere inflammasjon, øke dentin-mineralisering og DPSC-migrasjon, sammen med dannelse av nye blodkar, for å gjenopprette pulpavev (øvre panel). Revitaliseringsprosedyrer, som skal gi fortsatt rotutvikling og gjenvekst av vitalt vev i pulpakanalrommet, er også målet for denne teknologien i fremtiden, som vist i det nedre panelet.

disse barrierene overvinnes og det kan bli mulig å behandle betent, nekrotisk, og infisert pulpa med slike regenereringsteknikker (51).

Det nasjonale eller samfunnsmessige nivået

Tannlegeutdanning

Tannlegeutdanning er den viktigste investeringen for å forme fremtiden også for endodonti. Studenter i dag vil være våre fremtidige lærere, beslutningstakere, spesialister, forskere, samt allmenntannleger. Opplæring under grunnutdanning skal bygge tillit og trygghet på egne ferdigheter (52). En fersk undersøkelse viste at mer enn 70 % av allmenntannlegene følte at de ikke fikk tilstrekkelig klinisk opplæring (53). Kravene til endodontisk behandling ved odontologiske fakulteter varierer, og antall pasientkasus som egnert seg for studentbehand-

ling er noe begrenset i enkelte institusjoner (52, 54, 55). Dette kan resultere i at nyutdannede studenter kan mangle anbefalt kompetanse (56). Livslang læring eller videreutdanning av tannleger er en integrert del av tannlegeutdanningen, men kan ikke erstatte en mangelfull grunnutdanning (57, 58). Derfor må klinisk undervisning i undervisningsinstitusjoner styrkes og støttes. Studenter med kompetanse og evner til å lære å gi endodontisk behandling av høy kvalitet må rekrutteres av utdanningsinstitusjoner. Dette er en økende utfordring i et konkurranseutsatt arbeidsmarked.

Forskning

På slutten av nittenhundretallet ble innovasjoner som mikroskop, maskinell instrumentering og elektronisk apekslokator introdusert

til klinisk endodonti. Disse teknologiske fremskrittene har gjort det mulig for oss å beholde tenner som ville blitt trukket for noen få tiår siden. Nytt utstyr og nye materialer har også gitt langt bedre behandlingsresultater for endodontisk mikrokirurgi (59).

Odontologi generelt, og endodonti spesielt, lider av mangel på forskningsmidler (60). Innovasjoner er drevet av kommersielle interesser, primært dentalindustrien. Smerte er fortsatt grunnen til at de fleste pasienter søker tannbehandling, og rotbehandling anses fortsatt som en smertefull prosedyre blant publikum (61, 62). Vår forståelse av smertemekanismer, inflammatoriske prosesser og virkningen av systemisk helse på sykdomsprogresjon og helbredende mekanismer er begrenset (63). Videre mangler vi viktige data om infeksjonskontroll, håndtering av antibiotikaresistente bakterier og nye behandlingsregimer. Fremtidig forskning må ikke bare konsentrere seg om tekniske fremskritt, men også gå inn på emner som har et lengre perspektiv enn kortsiktig økonomisk vinning.

Kostnader, forsikringer og helsemyndigheter

Selv om kostnadene er en faktor som opererer på alle nivåer, kan en reell kostnadsreduksjon for pasientene lettest oppnås gjennom in- volvering av forsikring, enten privat eller statlig. Den nordiske tannhelsetjenesten finansieres for det meste av den voksne betalen-

de befolkningen. Kostnader for endodontisk behandling bør ideelt sett sammenlignes med kostnadene for erstatningsbehandling med protetikkbehandlinger (8). I fremtiden vil vi trenge regulering og administrasjon av tannbehandling, inkludert endodonti, gjennom forsikringsordninger og offentlig finansiering. Det er også kostbart å utdanne og lære opp endodontispecialister. Både undervisning og forskning krever sterke fagmiljøer, som må videreføres og styrkes.

Konklusjoner

Tekniske fremskritt for å optimalisere endodontisk behandling og prognose må suppleres med bedre diagnostiske metoder og en forbedret forståelse av sykdomsprosessene, spesielt mekanismer for smerte, infeksjon og betennelse. Forskning av høy kvalitet på grunnleggende, translasjons- og kliniske nivåer er nødvendig. Godt finansierte forsikringssystemer og trygder kan øke oral helse, livskvalitet og gjøre avansert endodonti bedre tilgjengelig for flere. Lokal, regional og nasjonal dokumentasjon av behandlinger kan muliggjøre forskning og en oppfølging av endodontisk sykdom i befolkningen. Sist, men ikke minst, en evidensbasert og oppdatert tannlegeutdanning kan være den viktigste investeringen til sikring av god endodonti for fremtiden.

REFERANSER

- Bjørndal L, Reit C. The annual frequency of root fillings, tooth extractions and pulp-related procedures in Danish adults during 1977-2003. *Int Endod J.* 2004;37(11):782-8.
- Fransson H, Dawson VS, Frisk F, Bjørndal L, EndoReCo, Kvist T. Survival of Root-filled Teeth in the Swedish Adult Population. *J Endod.* 2016;42(2):216-20.
- Försäkringskassan. Statistik inom tandvårdsområdet [Internet]. Stockholm: Försäkringskassan; 2021 [updated cited 2021-04-08]. Available from: https://www.forsakringskassan.se/statistik/statistikdatabas/lut/p/z1/hY45D4JAFIR_iwUt73EZYkcgngI-8I25jwKwLZmEJJPx9CdQYeEw3k28yAwQSIFXa-FyztClGIFPQnMj-ba1_3Q1RjdCMVN7HtmcYh-0Bxbh-ME4BdZCORfn0yl7ju24tkYeWHgorXfroxAJRxcas_gxOQlhHGRPe9aVaaZDEHDr7ShjXxvjjvurpdSCj-hMAwyE4JxKl9EKeGnSi7aDpj3EuoywZvB-6U1mz0A-EA_DBw!/#1/tand (opened 27.06.2022).
- Razdan A, Jungnickel L, Schropp L, Vaeth M, Kirkevang LL. Trends of endodontic and periapical status in adult Danish populations from 1997 to 2009: A repeated cross-sectional study. *Int Endod J.* 2022;55(2):164-76.
- Azarpazhooh A, Dao T, Ungar WJ, Da Costa J, Figueiredo R, Krahn M, et al. Patients' Values Related to Treatment Options for Teeth with Apical Periodontitis. *J Endod.* 2016;42(3):365-70.
- Friedman S, Mor C. The success of endodontic therapy—healing and functionality. *J Calif Dent Assoc.* 2004;32(6):493-503.
- Dugas NN, Lawrence HP, Teplitsky P, Friedman S. Quality of life and satisfaction outcomes of endodontic treatment. *J Endod.* 2002;28(12):819-27.
- Gatten DL, Riedy CA, Hong SK, Johnson JD, Cohenca N. Quality of life of endodontically treated versus implant treated patients: a University-based qualitative research study. *J Endod.* 2011;37(7):903-9.
- Hamasha AA, Hatiwsh A. Quality of life and satisfaction of patients after nonsurgical primary root canal treatment provided by undergraduate students, graduate students and endodontic specialists. *Int Endod J.* 2013;46(12):1131-9.
- Dahlström L, Lindwall O, Rystedt H, Reit C. 'Working in the dark': Swedish general dental practitioners on the complexity of root canal treatment. *Int Endod J.* 2017;50(7):636-45.
- Sebring D, Dimenäs H, Engstrand S, Kvist T. Characteristics of teeth referred to a public dental specialist clinic in endodontics. *Int Endod J.* 2017;50(7):629-35.
- Laukkanen E, Vehkalahti MM, Kotiranta AK. Radiographic outcome of root canal treatment in general dental practice: tooth type and quality of root filling as prognostic factors. *Acta Odontol Scand.* 2021;79(1):37-42.
- Fransson H, Bjørndal L, Frisk F, Dawson VS, Landt K, Isberg PE, et al. Factors Associated with Extraction following Root Canal Filling in Adults. *J Dent Res.* 2021;100(6):608-14.
- Wigsten E, EndoReCo, Kvist T. Patient record assessment of results and related resources spent during 1 year after initiation of root canal treatment in a Swedish public dental organization. *Int Endod J.* 2022.
- Haug SR, Solfeld AF, Ranheim LE, Bårdsen A. Impact of Case Difficulty on Endodontic Mishaps in an Undergraduate Student Clinic. *J Endod.* 2018;44(7):1088-95.
- Knight A, Blewitt I, Al-Nuaimi N, Watson T, Herzog D, Festy F, et al. Rapid Chairside Microbial Detection Predicts Endodontic Treatment Outcome. *J Clin Med.* 2020;9(7).
- Mente J, Petrovic J, Gehrig H, Rampf S, Michel A, Schurz A, et al. A Prospective Clinical Pilot Study on the Level of Matrix Metalloproteinase-9 in Dental Pulpal Blood as a Marker for the State of Inflammation in the Pulp Tissue. *J Endod.* 2016;42(2):190-7.
- Rechenberg DK, Galicia JC, Peters OA. Biological Markers for Pulpal Inflammation: A Systematic Review. *PLoS One.* 2016;11(11):e0167289.
- Zehnder M, Belibasakis GN. A critical analysis of research methods to study clinical molecular biomarkers in Endodontic research. *Int Endod J.* 2021.
- Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by. *Int Endod J.* 2019;52(12):1675-8.
- Hol C, Hellen-Halme K, Torgersen G, Nilsson M, Moystad A. How do dentists use CBCT in dental clinics? A Norwegian nationwide survey. *Acta Odontol Scand.* 2015;73(3):195-201.

22. Strindberg JE, Hol C, Torgersen G, Moystad A, Nilsson M, Nasstrom K, et al. Comparison of Swedish and Norwegian Use of Cone-Beam Computed Tomography: a Questionnaire Study. *J Oral Maxillofac Res.* 2015;6(4):e2.
23. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *J Dent Res.* 2020;99(7):769-74.
24. Aminoshariae A, Kulild J, Nagendrababu V. Artificial Intelligence in Endodontics: Current Applications and Future Directions. *J Endod.* 2021;47(9):1352-7.
25. Clark D, Khademi J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dent Clin North Am.* 2010;54(2):249-73.
26. Silva E, Pinto KP, Ferreira CM, Belladonna FG, De-Deus G, Dummer PMH, et al. Current status on minimal access cavity preparations: a critical analysis and a proposal for a universal nomenclature. *Int Endod J.* 2020;53(12):1618-35.
27. Zehnder MS, Connert T, Weiger R, Krastl G, Kuhl S. Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. *Int Endod J.* 2016;49(10):966-72.
28. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J.* 2006 Dec;39(12):921-30.
29. Markvart M, Fransson H, EndoReCo, Björndal L. Ten-year follow-up on adoption of endodontic technology and clinical guidelines amongst Danish general dental practitioners. *Acta Odontol Scand.* 2018;76(7):515-9.
30. Leinonen S, Vehkalahti MM. Compliance with Key Practices of Root Canal Treatment Varies by the Reward System Applied in Public Dental Services. *J Endod.* 2021;47(10):1592-7.
31. Malmberg L, Hägg E, Björkner AE. Endodontic infection control routines among general dental practitioners in Sweden and Norway: a questionnaire survey. *Acta Odontol Scand.* 2019;77(6):434-8.
32. Bergenholtz G. Assessment of treatment failure in endodontic therapy. *J Oral Rehabil.* 2016;43(10):753-8.
33. Ruksakiet K, Hanák L, Farkas N, Hegyi P, Sadaeng W, Czumbel LM, et al. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Endodontics.* 2020;46(8):1032-41.e7.
34. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y, Curtis A, Patel P, Khakpour M. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. *J Endod.* 2014;40(8):1178-81.
35. Sigurdsson A, Garland RW, Le KT, Woo SM. 12-month Healing Rates after Endodontic Therapy Using the Novel GentleWave System: A Prospective Multicenter Clinical Study. *J Endod.* 2016;42(7):1040-8.
36. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics.* 2012;27(1):74-102.
37. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(2):231-52.
38. Ma J, Tong Z, Ling J, Liu H, Wei X. The effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine irrigants on the antibacterial activities of alkaline media against *Enterococcus faecalis*. *Arch Oral Biol.* 2015;60(7):1075-81.
39. Kvist T, Molander A, Dahlen G, Reit C. Microbiological evaluation of one- and two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a randomized, clinical trial. *J Endod.* 2004;30(8):572-6.
40. Kumar G, Tewari S, Tagg J, Chikindas ML, Popov IV, Tiwari SK. Can Probiotics Emerge as Effective Therapeutic Agents in Apical Periodontitis? A Review. *Probiotics Antimicrob Proteins.* 2021;13(2):299-314.
41. Poveda Roda R, Bagán JV, Sanchis Bielsa JM, Carbonell Pastor EJMO, Patología Oral y Cirugía Bucal. Antibiotic use in dental practice: A review. 2007;12(3):186-92.
42. Laxminarayan R, Duse A, Wattal C, Zaidi AKM, Wertheim HFL, Sumpradit N, et al. Antibiotic resistance—the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases.* 2013;13(12):1057-98.
43. Laxminarayan R, Heymann DL. Challenges of drug resistance in the developing world. *BMJ.* 2012;344:e1567.
44. Prieto-Prieto J, Calvo A. Microbiological basis of oral infections and sensitivity to antibiotics. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2004;9 Suppl:15-8; 1-4.
45. Bresco-Salinas M, Costa-Riu N, Berini-Ayres L, Gay-Escoda C. Antibiotic susceptibility of the bacteria causing odontogenic infections. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2006;11(1):E70-5.
46. Li G-H, Niu L-N, Zhang W, Olsen M, De-Deus G, Eid AA, et al. Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: a review. *Acta Biomater.* 2014;10(3):1050-63.
47. Ørstavik D. Endodontic filling materials. *Endodontic Topics.* 2014;31(1):53-67.
48. Kim SG, Malek M, Sigurdsson A, Lin LM, Kahler B. Regenerative endodontics: a comprehensive review. *Int Endod J.* 2018;51(12):1367-88.
49. Liu Y, Gan L, Cui DX, Yu SH, Pan Y, Zheng LW, et al. Epigenetic regulation of dental pulp stem cells and its potential in regenerative endodontics. *World J Stem Cells.* 2021;13(11):1647-66.
50. Lin LM, Huang GT, Sigurdsson A, Kahler B. Clinical cell-based versus cell-free regenerative endodontics: clarification of concept and term. *Int Endod J.* 2021;54(6):887-901.
51. Kearney M, Cooper PR, Smith AJ, Duncan HF. Epigenetic Approaches to the Treatment of Dental Pulp Inflammation and Repair: Opportunities and Obstacles. *Front Genet.* 2018;9:311.
52. Baaij A, Ozok AR, Vth M, Musaeus P, Kirkevang LL. Self-efficacy of undergraduate dental students in Endodontics within Aarhus and Amsterdam. *Int Endod J.* 2020;53(2):276-84.
53. Haug SR, Linde BR, Christensen HQ, Vilhjalmsson VH, Bårdsen A. An investigation into security, self-confidence and gender differences related to undergraduate education in Endodontics. *Int Endod J.* 2021;54(5):802-11.
54. Gatley S, Hayes J, Davies C. Requirements, in terms of root canal treatment, of undergraduates in the European Union: an audit of teaching practice. *Br Dent J.* 2009;207(4):165-70.
55. Qualtrough AJ. Undergraduate endodontic education: what are the challenges? *Br Dent J.* 2014;216(6):361-4.
56. Patel J, Fox K, Grieveeson B, Youngson CC. Undergraduate training as preparation for vocational training in England: a survey of vocational dental practitioners' and their trainers' views. *British dental journal.* 2006;201(S5):9-15.
57. Whitney EM, Walton JN, Aleksejuniene J, Schönwetter DJ. Graduating Dental Students' Views of Competency Statements: Importance, Confidence, and Time Trends from 2008 to 2012. *J Dent Educ.* 2015;79(3):322-30.
58. Christensen HQ, Linde BR, Bårdsen A, Vilhjalmsson VH, Haug SR. Influence of dental education on adoption and integration of technological aids in the delivery of endodontic care by dental practitioners: a survey. *Acta Odontologica Scandinavica.* 2022:1-8.
59. Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, Telishevsky Strauss Y, Ceresoli V, Del Fabbro M. Outcomes of Surgical Endodontic Treatment Performed by a Modern Technique: An Updated Meta-analysis of the Literature. *Journal of Endodontics.* 2013;39(3):332-9.
60. D'Souza RN, Colombo JS. How Research Training Will Shape the Future of Dental, Oral, and Craniofacial Research. *Chicago 2017.* p. eS73-eS82.
61. Wigsten E, Jonasson P, EndoReCo, Kvist T. Indications for root canal treatment in a Swedish county dental service: patient- and tooth-specific characteristics. *Int Endod J.* 2019;52(2):158-68.
62. Wigsten E, Al Hajj A, Jonasson P, EndoReCo, Kvist T. Patient satisfaction with root canal treatment and outcomes in the Swedish public dental health service. A prospective cohort study. *Int Endod J.* 2021.
63. Zilinskaite-Petrauskienė I, Haug SR. A Comparison of Endodontic Treatment Factors, Operator Difficulties, and Perceived Oral Health-related Quality of Life between Elderly and Young Patients. *Journal of Endodontics.* 2021;47(12):1844-53.
64. Bletsas A, Iden O, Sulo G, Berggreen E. Work experience influences treatment approaches in endodontics: a questionnaire survey among dentists in Western Norway. *Acta Odontol Scand.* 2019;77(8):617-23.
65. Hull EE, Montgomery MR, Leyva KJ. HDAC Inhibitors as Epigenetic Regulators of the Immune System: Impacts on Cancer Therapy and Inflammatory Diseases. *Biomed Res Int.* 2016;2016:8797206.
66. Duncan HF, Smith AJ, Fleming GJ, Cooper PR. Histone deacetylase inhibitors induced differentiation and accelerated mineralization of pulp-derived cells. *J Endod.* 2012;38(3):339-45.

ENGLISH SUMMARY

Virtej A, Wigsten E, Ørstavik D, Haug SR.

Future Directions in Endodontics

Nor Tannlegeforen Tid. 2023; 133: 122-30.

Preserving a tooth with root canal treatment has a positive impact on the patient's oral health-related quality of life. However, cross-sectional studies show that technical quality of root fillings is less than optimal. In the future, more dental practitioners need to evaluate case difficulty and decide on whether they want to treat a tooth or refer to a specialist. The concept of minimally invasive treatment has been advocated during cavity preparation, instrumentation, and regenerative procedures. Unfortunately, long-term clinical outcome studies are lacking in this area. Research in pain mechanisms, inflammatory processes, the impact of systemic health on

disease progression, and healing mechanisms is scarce. Infection control, antibiotic resistance and new antibacterial treatment regimens are issues to address in the future. We may anticipate increased regulation and administration of dental, including endodontic, services through insurance schemes and government involvement. Improved quality of service provision through a high standard of dental education is the most important investment to shape endodontics in the future. Health authorities and media may then present endodontic treatment as a safe, reliable, and effective option that is performed to benefit patients.

Tidendes pris for beste oversiktsartikkel

Tidende ønsker å oppmuntre til gode oversiktsartikler i tidsskriftet. Prisen på 40 000 kroner tildeles forfatteren(e) av den artikkelen som vurderes som den beste publiserte oversiktsartikkelen i løpet av to årganger av Tidende.

Tidende ønsker å oppmuntre til en type fagskriving som er etterspurt blant leserne og som bidrar til

å opprettholde norsk fagspråk. Tidendes pris for beste oversiktsartikkel deles ut hvert annet år og neste gang i forbindelse med NTFs landsmøte i 2023.

Ved bedømmelse blir det lagt særlig vekt på:
– artikkelens systematikk og kilde-
håndtering

– innholdets relevans for Tidendes lesere
– disposisjon, fremstillingsform og lesbarhet
– illustrasjoner

Nærmere opplysninger fås ved henvendelse til redaktøren.