

ABSTRACT

Cone Beam CT (CBCT)-undersøgelse er en nyttig diagnostisk metode til brug i tandlægepraksis, der supplerer 2D-røntgenundersøgelse med rumlig billedinformation samt flere detaljer i den region, hvor optagelsen foretages. Da CBCT-undersøgelsen er forbundet med et større ressourceforbrug for klinikken og dermed højere omkostninger for patienten og derudover en øget stråledosis, er det helt nødvendigt at arbejde ud fra evidensbaserede indikationer. Der findes utallige studier, flest imidlertid på lave evidensniveauer, der har undersøgt CBCT og dets anvendelse, og fælles for de forskellige fagområder er, at der savnes kliniske studier, der undersøger den diagnostiske og behandlingsmæssige relevans, samt hvordan en CBCT-undersøgelse sammenlignet med traditionelle 2D-røntgenmetoder eventuelt kan forbedre patientens udfald af en behandling. Kun før fjernelse af tredjemolarer i underkæben findes der et højt niveau af evidens for anvendelsen af CBCT.

EMNEORD CBCT | evidence-based indication



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:
LOUISE HAUGE MATZEN
louise.hauge.matzen@dent.au.dk

Cone Beam CT-undersøgelse i tandlægepraksis

LOUISE HAUGE MATZEN, lektor, tandlæge, ph.d., Oral Radiologi, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Health, Aarhus Universitet

RUBENS SPIN-NETO, professor, tandlæge, dr.odont., ph.d., Oral Radiologi, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Health, Aarhus Universitet

CASPER KRUSE, tandlæge, centerleder, ph.d., Odontologisk Landsdels- og Videncenter, Tand-, Mund- og Kæbekirurgi, Aarhus Universitetshospital

ANN WENZEL, professor, tandlæge, dr.odont., ph.d., Oral Radiologi, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Health, Aarhus Universitet

LARS SCHROPP, lektor, tandlæge, ph.d., Oral Radiologi, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Health, Aarhus Universitet

► Accepteret til publikation den 26. januar 2024

Tandlægebladet 2024;128:300-9

CONE BEAM CT (CBCT)-UNDERSØGELSE er efterhånden blevet en almindeligt anvendt diagnostisk metode i almen tandlægepraksis, og der står i skrivende stund (juni 2023) 204 dentale CBCT-units i Danmark, hvoraf 21 er registreret under kommunal tandpleje. I Danmark har vi ingen tal på, hvor mange optagelser der bliver foretaget, ligesom det heller ikke registreres, på hvilket grundlag undersøgelserne bliver udført.

Der findes få undersøgelser fra andre europæiske lande, som vi kan sammenligne os med, nemlig Norge, England og Litauen (1-3). I England og Norge findes et speciale i Oral Radiologi henholdsvis Dental and Maxillofacial Radiology og Kjeve- og ansiktsradiologi. I England har alment praktiserende tandlæger lov til at optage og tolke CBCT, hvorimod det i Norge kræver specialistuddannelse at være ansvarlig for berettigelse, optimering samt tolkning af billederne. Dog kan tolkning af små field of views (FOV) op til 8 x 8 cm af et dentoalveolært område uddelegeres til en alment praktiserende tandlæge, der kan dokumentere relevante kompetencer. En norsk spørgeskemaundersøgelse fra 2015 viste, at de mest almindelige indikationer for henvisning til CBCT-undersøgelse var implantatplanlægning og lokalisering af retinerede tænder (1). 72 % af klinikker med alment praktiserende tandlæger og en oral radiolog som eneste specialist foretog fire eller færre CBCT-optagelser

om ugen, hvorimod specialistklinikker foretog mellem fem og 10 optagelser om ugen. Også i England og Litauen har man i spørgeskemaundersøgelser fundet, at implantatplanlægning var en af de hyppigste årsager til at foretage en CBCT-optagelse (2,3). Konklusionen fra den engelske spørgeskemaundersøgelse fra 2019 var desuden, at tandlæger oftest benyttede et lille FOV, og at de fleste klinikker lavede 1-10 optagelser om måneden. Ud over implantatbehandling var rodresorptioner en hyppig årsag til at foretage CBCT-undersøgelse (2). I en nyere spørgeskemaundersøgelse blandt tandlæger i Litauen fra 2021 fandt man, at 31 % af private klinikker og 22 % af de offentlige havde en CBCT-unit (3). I undersøgelsen fandt man også, at en stor del af tandlægerne aldrig havde henvist en patient til en CBCT-undersøgelse, og særligt ældre tandlæger havde aldrig hørt om CBCT. Der var stor variation i, hvor meget tandlæger, der havde installeret en CBCT-unit, anvendte apparatet (1-30 gange om måneden). Ud over implantatplanlægning var også forhold omkring retinerede tænder en hyppig indikation for at foretage en CBCT-optagelse ligesom vurdering af resorption (3). Et fælles resultat for alle tre undersøgelser var, at tandlægerne manglede viden om generelle eksponeringsforhold ift. arbejdet med CBCT.

Berettigelse og optimering

Overordnet kan man overveje CBCT-undersøgelse ud fra tanken om, at fund på CBCT ændrer diagnostik eller behandlingsvalg. De nyeste overordnede internationale guidelines for anvendelsen af CBCT inden for de forskellige odontologiske discipliner er fra 2011 (4). En CBCT-undersøgelse skal altid forudgås af en 2D-røntgenoptagelse (4). Da en CBCT-optagelse er forbundet med både en højere stråledosis til patienten (5) samt et øget ressourceforbrug og dermed højere omkostninger (6), er den vigtigste forudsætning at arbejde ud fra evidensbaserede indikationer, når man beslutter, om undersøgelsen er berettiget.

Desuden skal man overveje eksponeringsparametrene både med hensyn til størrelse af FOV og opløsning, da dette influerer på billedkvaliteten, men også på stråledosis. Generelt anvender man en standardopløsning og et lille FOV til enkelttandsproblematikker som fx vurdering af en retineret tand eller ved implantatindsættelse. Ved fx endodontiske problemstillinger, hvor der er behov for en høj detaljegrad i optagelsen, anvender man en høj opløsning i nogle units kaldet endo-mode. Endvidere skal man være opmærksom på patientpositionering og artefakter fra patientbevægelse og/eller restaureringsmaterialer, der også har indflydelse på billedkvaliteten. SuffICIENT tolkning af scanningen af en trænet fagperson spiller derefter en afgørende rolle i forhold til at opnå tilfredsstillende og meningsfuld billedinformation (4).

Nærværende artikel vil gennemgå den nuværende evidens for CBCT-undersøgelse til forskellige diagnostiske områder herunder: retinerede tænder og vurdering af resorption af nabotand – særligt problematikken omkring relationen mellem mandibulære visdomstænder og c. mandibulae, endodontiske problemstillinger, resorptioner, implantatbehandling, kæbeled og parodontopatii. Artiklen gennemgår ikke CBCT-undersøgelse inden for kæbekirurgi og ortodonti, da dette er speciale-

bærende områder i Danmark, der ligger uden for almen tandlægepraksis.

RETINEREDE TÆNDER, DIAGNOSTIK OG BEHANDLINGSPLAN

I litteraturen findes studier, der har fokuseret på tre tandgrupper henholdsvis ektopisk lejrede maksillære hjørnetænder samt mandibulære og maksillære tredjemolarer, og disse danner grundlag for at afgrænse indikationsområderne. Undersøgelserne har fokuseret på beliggenheden af tænderne i den pågældende kæberegion, relation til anatomiske strukturer og resorption på nabotænder. I forhold til resorption på nabotænder er det fælles for alle tandgrupper, at man generelt observerer alvorligere ekstern resorption på nabotænderne til ikkefrembrudte tænder på CBCT sammenlignet med de initiale 2D-røntgenbilleder (4,7-9).

Ektopisk lejrede maksillære hjørnetænder

Der findes få studier, der har vurderet, hvilken information supplerende information fra en CBCT-undersøgelse har på diagnostik og behandling af ektopisk lejrede maksillære hjørnetænder. I en oversigtsartikel fra 2021 gennemgik forfatterne eksisterende undersøgelser på forskellige evidensniveauer og konkluderede, at CBCT gav en mere præcis beskrivelse af de retinerede hjørnetænders anatomi og beliggenhed samt relation til nabotænder og anatomiske strukturer (8). Endvidere konkluderede man på baggrund af spørgeskemaundersøgelser, at CBCT sjældent ledte til ændring i den planlagte behandling. To retrospektive studier fra henholdsvis Sverige og USA har efterfølgende konkluderet, at 3D-billeddiagnostik havde en væsentlig indflydelse på behandlingsplanlægningen (10,11). I den svenske undersøgelse anførte man særligt, at når information om rodresorption af nabotand og lokalisering af hjørnetanden var nødvendig for at beslutte, hvorvidt ekstraktion var den bedste løsning, så var CBCT-optagelse indikeret (10). I den amerikanske undersøgelse fandt man, at behandlerne foretrak CBCT frem for 2D-røntgenoptagelser, og at fund på CBCT var med til at afgøre sværhedsgraden af behandlingen (11). Der findes kun ét prospektivt klinisk studie (12). I dette studie fra Danmark 2023 fandt man, at behandlingsplanen for ektopisk lejrede maksillære hjørnetænder blev ændret i ca. 1/3 af tilfældene. Inklusionskriteriet i denne undersøgelse var overlægning mellem hjørnetand og nabotand på en panoramaoptagelse med mistanke om ekstern resorption. Undersøgelsen kunne ikke understøtte, at der er forhold set på CBCT, der kunne forklare en ændring i behandlingsplanen, men de hjørnetænder, der ændrede behandlingsplan, havde generelt en større hældning i forhold til lateralen og midtlinjen målt på panoramabilleder (henholdsvis lateral- og alfavinkel) (12). Samlet set er det stadig vanskeligt at vejlede i, hvornår en CBCT af en ektopisk lejret maksillær hjørnetand er indikeret. Overordnet kan man overveje undersøgelsen, hvis der er mistanke om resorption af nabotanden og/eller ved tvivl om hjørnetændens lokalisering, og når man antager, at dette har betydning for behandlingsvalget. Denne problemstilling vurderes at kunne overføres til andre ikkefrembrudte tænder hos børn og unge. ▶

Tredjemolarer

Førstevalg af radiologisk metode til vurdering af tredjemolarer før kirurgisk fjernelse er panoramaoptagelse (13). For tredjemolarer, der ligger i tæt relation til andenmolaren, kan der på et 2D-billede være mistanke om ekstern resorption af denne, og den information kan føre til behandling. Hvis information om tilstedeværelse, beliggenhed og dybde af en resorption har betydning for valg af behandling, kan man overveje at foretage en CBCT-optagelse. For mandibulære tredjemolarer kan det ligeledes være en overvejelse at foretage en CBCT-optagelse for at vurdere beliggenheden af tanden ift. c. mandibulae.

Mandibulære tredjemolarer

Undersøgelser har vist, at tredjemolarer, der ligger enten mesioverteret eller horisontalt lejret med kronen tæt på det cervikale område på andenmolaren, har betydeligt større risiko for at forårsage resorption af andenmolaren sammenlignet med en vertikalt lejret tredjemolar (9,14). Dog er resorptionerne ofte små (15). Det betyder således, at man kan forvente, at der hyppigt kan observeres en ekstern resorption på CBCT, hvis man scanner mandibulære tredjemolarer med disse lejring. Med den viden bør en CBCT-undersøgelse ikke være nødvendig for at træffe valget, om en tredjemolar i underkæben skal fjernes eller ej, hvis indikationen for at fjerne den er resorption af nabotand.

Relationen mellem den mandibulære tredjemolar og c. mandibulae har i årtier været et emne for diskussion, og en litteratursøgning for anvendelse af CBCT viser et utal af publikationer af meget varierende validitet, kvalitet og evidensniveau. Det generelle omdrejningspunkt har været, om man med den detaljerede viden fra CBCT kan se den eksakte relation mellem n. alveolaris inferior (NAI) og rødderne af tredjemolaren og dermed udføre det kirurgiske indgreb på en sådan måde, at man undgår postoperative føleforstyrrelser. Man kan selsagt ikke se selve nerven på røntgenoptagelser, men kun begrænsningen af c. mandibulae, hvori nerve og blodkar ligger.

De studier, der findes med et højt niveau af evidens inklusive flere randomiserede, kontrollerede kliniske forsøg (RCT) og flere metaanalyser, drager alle den samme konklusion, nemlig at anvendelsen af CBCT til diagnostik af mandibulære tredjemolarer forud for fjernelse ikke nedsætter forekomsten af postoperative føleforstyrrelser af NAI (16). En af RCT'erne undersøgte ud over forekomsten af nerveskader også andre peri- og postoperative forhold herunder operationstid, antal sygedage, forbrug af smertestillende medicin og antibiotika. Heller ikke for disse parametre var der forskel mellem den gruppe af patienter, der havde fået fjernet en tredjemolar på baggrund af en CBCT og den gruppe af patienter, der havde fået fjernet en tredjemolar på baggrund af et panoramabillede (17). I 2019 opdaterede EADMF (European Association of Dentomaxillofacial Radiology) guidelines fra 2011, som konkluderer, at CBCT-undersøgelse af mandibulære tredjemolarer kun er indikeret i særligt udvalgte tilfælde og ikke til rutinebrug (16). Her kan rejses spørgsmålet, hvilke patienttilfælde det indbefatter, og om man kan forudse ud fra 2D-optagelser, hvem der får en postoperativ føleforstyrrelse af NAI.

Flere kanalrelaterede tegn set på et panoramabillede, som fx afbrudt kanalforløb og mørkfarvning over rødderne, har tidligere været foreslået som risikoindikatorer for, at patienten udvikler en nerveskade af NAI (18). Nyere studier har sammenlignet disse "panoramategn" med tegn set på CBCT, som fx manglende ossøs adskillelse mellem tand og kanal og indsnævring af kanallumen, hvor det er konkluderet, at de tidligere foreslåede panoramategn samt tegn på CBCT ikke er valide som risikofaktorer (19,20). Nyere studier har dog vist, at den kraniokaudale position af rødderne af en mandibulær tredjemolar har betydning; tilfælde, hvor rødderne strækker sig neden for den nedre begrænsning af c. mandibulae, var forbundet med øget forekomst af postoperative føleforstyrrelser sv.t. NAI (20,21). Om dette fund bør udmønte sig i indikation for CBCT-undersøgelse inden amotio, at man foretager koronektomi i stedet for amotio, eller at man henviser disse patienter til fjernelse hos en operatør med stor erfaring, foreligger der for nuværende ikke undersøgelser af. Konklusionen er, at CBCT jævnfør den europæiske røntgenorganisations opdaterede guidelines fra 2019 stadig kun er indikeret i særligt selekterede tilfælde. Den kirurgiske håndtering af tredjemolarer ligger uden for temaet for nærværende artikel, og i skrivende stund afventer man opdaterede danske rekommandationer vedrørende indikation for fjernelse af tredjemolarer. Præliminært er det dog anført, at svære dybtliggende tredjemolarer bør håndteres af specialister. I en svensk spørgeskemaundersøgelse fra 2021 fandt man, at et flertal af tandlæger foretrak et panoramabillede før fjernelse af en tredjemolar, næste valg var intraorale billeder og sidste valg CBCT (22). På den anden side fandt man, at flertallet vurderede, at information fra CBCT var behjælpelig med at reducere de postoperative komplikationer relateret til information om anatomi og beliggenhed, og at CBCT blev anvendt i særligt komplicerede tilfælde både af generelle tandlæger og kæbekirurger (22).

Maksillære tredjemolarer

Der findes få studier, der har vurderet, hvilken indflydelse supplerende information fra CBCT-undersøgelse har på diagnostik og behandling af retinerede maksillære tredjemolarer. I en oversigtsartikel fra 2021 gennemgik forfatterne eksisterende undersøgelser på forskellige evidensniveauer og konkluderede, at CBCT var bedre til at vurdere tilstedeværelsen og omfanget af resorption på andenmolaren end en panoramaoptagelse (7). Yderligere konkluderede man, at der ikke fandtes guidelines for anvendelsen af CBCT, samt hvordan denne undersøgelse influerer på behandlingen. For nylig blev der publiceret et prospektivt klinisk studie fra Danmark indeholdende 260 patienttilfælde (23), hvor man fandt, at behandlingsplanen baseret på panoramabillede for maksillære tredjemolarer blev ændret i ca. 1/3 af tilfældene, efter information fra CBCT var til rådighed. Inklusionskriteriet i studiet var overlejring mellem tredjemolaren og andenmolaren. I studiet fandt man, at dyb resorption af andenmolaren, dvs. mere end halvvejs ind i dentin set på CBCT, resulterede i, at man ændrede sin oprindelige behandlingsplan besluttet ud fra panoramabilledet. De fleste patienter fik fjernet tredjemolaren, og mesioverteret lejring, marginalt knog-

letab distalt på andenmolaren og overfladisk ekstern resorption på andenmolaren influerede på dette valg. I 12 % valgte man imidlertid at fjerne andenmolaren, og tilstedeværelse af dyb resorption mere end halvvejs ind i dentin i andenmolaren var årsag til dette valg (23). Samlet set kan man konkludere, at man ikke på 2D-billeder kan afgøre, hvilke tredjemolarer der har forårsaget resorption af andenmolaren, og heller ikke, hvor dyb en eventuel resorption er. Tilsyneladende er denne information essentiel for valg af behandling, og derfor vurderes det, at der kan være indikation for CBCT-undersøgelse ved overlejring mellem en maksillær tredjemolar og andenmolaren. I Fig. 1 ses et eksempel på en maksillær tredjemolar og dens relation til andenmolaren. Det er vigtigt at påpege, at man i det ovennævnte studie (23) har valgt behandlingsstrategi ud fra de involverede operatørers erfaring, da der ikke foreligger guidelines på området. Hvad der er den mest gunstige behandling for patienten, kan ikke dokumenteres ud fra de foreliggende studier, hvorfor longitudinelle studier med en forholdsvis lang observationstid er påkrævede.

ENDODONTI, DIAGNOSTIK OG BEHANDLINGSPLAN

Inden for endodontien anvendes CBCT helt overordnet til følgende områder: diagnostik (fx apikal parodontitis og rodfrakturer), planlægning og evaluering af behandling (primære endodontiske behandlinger og genbehandlinger) herunder vurdering af anatomi og morfologiske variationer (fx anomalier, nabostrukturer og rod-/kanalforhold) og vurdering af komplikationer (fx parietal perforation).

Apikal parodontitis

Adskillige studier har vist, at der opdages 20-30 % flere periapikale opklaringer med CBCT sammenlignet med periapikal optagelse af samme kæbeområde hos en patient eller

Klinisk relevans

CBCT-undersøgelse er i dag en udbredt diagnostisk 3D-røntgenmetode i tandlægepraksis i tilfælde, hvor flere billedetaljer har betydning for diagnostik og behandlingsvalg. Da 2D-røntgenoptagelse i mange tilfælde vil være sufficient, er det nødvendigt, at tandlægen løbende opdaterer sig på nyeste viden for at kunne vurdere berettigelse til CBCT-undersøgelse på baggrund af evidensbaserede indikationer.

i kæbemodeller. Det er dog vigtigt at understrege, at hovedparten af disse sammenlignende studier mangler en referencestandard for, om den radiologiske forandring rent faktisk er en inflammatorisk læsion, altså apikal parodontitis (24). Studier af den diagnostiske rigtighed for diagnostik af apikal parodontitis med CBCT, hvor der har været anvendt en histologisk reference (gold standard), viser, at det med stor rigtighed kan diagnosticeres, hvorvidt der er apikal parodontitis eller ej på ikke rodfyldte tænder (25,26), mens rigtigheden er lavere for rodfyldte tænder (26). Denne forskel er vigtig at være opmærksom på, da det ofte er for rodfyldte tænder, man er mest afhængig af radiologisk diagnostik, fordi muligheden for udvidet klinisk undersøgelse med sensibilitets-/vitalitetstest ikke er til stede. CBCT bør kun anvendes målrettet til periapikal diagnostik i de tilfælde, hvor klinisk undersøgelse og 2D-optagelse ikke har kunnet verificere en diagnose (27). Pga. en betydelig risiko for overdiagnostik er CBCT ikke egnet til screening for apikal parodontitis, mens CBCT er en god diagnostisk metode, når det fx efter grundig klinisk un- ▶

Retineret +8, der resorberer +7

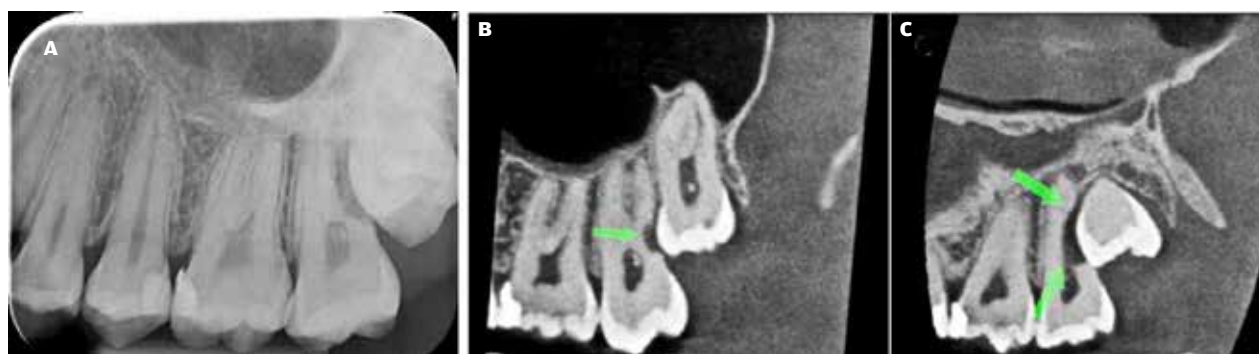


Fig. 1. Eksempel på maksillær 3.-molar, der har forårsaget ekstern resorption af 2.-molaren. **A.** Periapikalt røntgenbillede, hvor +8 overlæjrer +7. Her kan man være i tvivl, om der er ekstern resorption af +7, eller om det er udvidet perikoronarrum omkring kronen +8, der overprojicerer rodkomplekset. **B.** CBCT-snit i sagittalplanet, der viser ekstern resorption af den distofaciale rod (pil) +7. **C.** CBCT-snit i sagittalplanet, der viser ekstern resorption af den palatinale rod +7 (pil).

Fig. 1. Example of a maxillary third molar causing external resorption of the second molar. **A.** Periapical radiograph showing superimposition of tooth 28 and 27. There may be doubt whether the radiolucent area on 27 is external resorption or overprojection of an enlarged follicular space around the crown of 28. **B.** CBCT image section in the sagittal plane showing external resorption of the disto-buccal root of 27 (arrow). **C.** CBCT image section in the sagittal plane showing external resorption of the palatal root of 27 (arrow).

dersøgelse og 2D-røntgen ikke har været muligt at lokalisere årsagen til symptomgivende apikal patologi (26).

Rodfrakturer

Kun gennemgående rodfrakturer kan ses på røntgenbilleder, og i mange tilfælde må mistanke om fraktur vurderes på baggrund af en sekundær vurdering af et knogletab, der indirekte indikerer en mulig vertikal rodfraktur eller krone-rod-fraktur. I mange tilfælde vil en klinisk undersøgelse specifikt for lokalt fæstetab kunne identificere det selvsamme knogletab. Dog er der områder på fx flerrodede tænder eller broankre, hvor der ikke er adgang for klinisk undersøgelse med måling af lokalt fæsteniveau. Eksplorativ opklapning, evt. med indfarvning af rodoverfladen med fx methylenblåt, er en mere sikker metode og helt uden stråledosis til patienten, men et operativt indgreb er dog heller ikke uden ubehag og udgift for patienten. Metalartefakter fra metalholdige rodfyldningsmaterialer og stifter vil endvidere forstyrre muligheden for korrekt diagnostik. Der er da også fortsat enighed om, at CBCT-undersøgelse i de fleste tilfælde ikke er en bedre egnet metode end kirurgisk inspektion til diagnostik af krone-rod-frakturer og vertikale rodfrakturer særligt i rodfyldte tænder (28).

Primær og sekundær ortograd endodonti

Svenske studier har vurderet, at der i under 5 % af tilfældene er indikation for en præ-operativ CBCT-undersøgelse i forbindelse med ortograd endodonti (29,30). Samme studier viser, at efter CBCT-undersøgelse blev der i 35 % af tilfældene stillet en ny diagnose og i 42 % valgt en anden behandlingsstrategi. CBCT giver mulighed for at vurdere antal og beliggenhed af rødder og rodkanaler samt disses morfologi. Dog er det langt fra altid muligt direkte at se fx ganske tynde rodkanaler entydigt på CBCT, enten fordi de er mindre, end opløsningen tillader at visualisere (typisk min. 0,250 mm voxelstørrelse) (31) el-

ler pga. artefakter fra patientbevægelse eller dentalmaterialer. Fig. 2 viser et eksempel, hvor der på CBCT er afbildet en uinstrumenteret rodkanal i en overkæbemolar med persistent apikal parodontitis. Hvis der er behov for en 3D-vurdering af atypiske morfologier inden endodontisk behandling, er CBCT desuden en god præoperativ metode. Eksempel på dette kunne være tænder med invaginationer.

Behandlingsresultatet efter ortograd endodontisk behandling bør i første omgang vurderes ud fra klinisk undersøgelse og 2D-røntgen. Hvis der ikke er overensstemmelse mellem klinisk opfølgning og 2D-røntgen, kan opfølgning med CBCT overvejes, hvis det vurderes at være af afgørende betydning for det videre patientforløb (27). Såfremt der anvendes CBCT til opfølgning, er det vigtigt at have risikoen for overdiagnostik af sygdom (altså undervurdering af behandlingssucces), som beskrevet ovenfor, in mente. Pga. artefakter fra rodfyldningsmaterialer kan kun rodfyldningens længde og ikke dens tæthed vurderes sikkert med CBCT. CBCT giver i nogle tilfælde mulighed for at visualisere og lokalisere fx parietale perforationer og knækkede rodfile med henblik på vurdering af mulighed og strategi for korrekt behandling (32).

Kirurgisk endodonti

CBCT-undersøgelse er en velegnet metode, hvis man inden kirurgisk endodonti ønsker at kende placeringen af anatomiske strukturer (fx nervekanaler eller kæbehule) samt udbredelse af den behandlingskrævende periapikale læsion. Ligeledes kan CBCT bidrage til at give et detaljeret billede af rodforhold, knoglemængde og knoglestruktur, der spiller en vigtig rolle for prognosen for den kirurgiske endodontiske behandling. Der er dog i litteraturen alene evidens for, at operationstiden er kortere, hvis der er foretaget præoperativ CBCT, mens der ikke foreligger data om en positiv effekt på behandlingsresultatet (33).

Uinstrumenteret rodkanal og apikal parodontitis +6

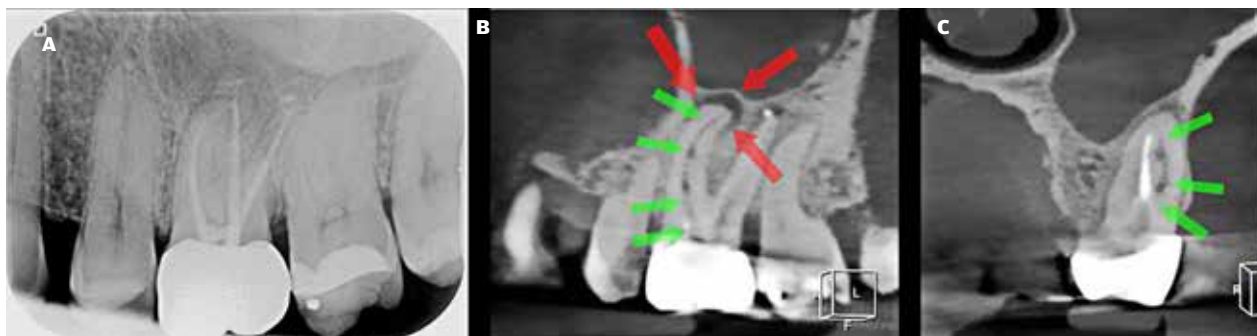


Fig. 2. Eksempel på +6 med en uinstrumenteret rodkanal og apikal parodontitis. **A.** Periapikalt røntgenbillede. **B.** CBCT-snit i sagittalplanet, der viser uinstrumenteret rodkanal i den mesiofaciale rod +6 (grønne pile) og med apikal opklaring (røde pile). **C.** CBCT-snit i koronalplanet, der viser den mesiofaciale rod +6 med en uinstrumenteret facial rodkanal (grønne pile). Case udlånt af specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi Lars Hjelm Johannesen, Nørresundby.

Fig. 2. Example of tooth 26 with an untreated root canal and apical periodontitis. **A.** Periapical radiograph. **B.** CBCT image section in the sagittal plane showing the mesio-buccal root of 26 with an untreated root canal (green arrows) and with an apical lesion (red arrows). **C.** CBCT image section in the coronal plane showing the mesio-buccal root of 26 with an untreated buccally located root canal (green arrows). Case lent from oral and maxillofacial surgeon Lars Hjelm Johannesen, Nørresundby.

Til opfølgning efter endodontisk kirurgi vil det i de fleste tilfælde være tilstrækkeligt med opfølgning med klinisk undersøgelse og intraorale røntgenoptagelser, hvor der sammenlignes med intraoral kontroloptagelse optaget umiddelbart postoperativt vurderet efter Rud og Molvens kriterier (34,35). På særlig klinisk indikation, hvor der fx er tvivl om periapikal heling inden planlagt større protetisk rekonstruktion, kan CBCT anvendes til opfølgning. Bruges CBCT til opfølgningen, bør der anvendes et af de dedikerede CBCT-indices til evaluering af behandlingsresultatet efter endodontisk kirurgi, hvor knogleheling over resektionsfladen og i knoglekaviteten vurderes for sig og samlet (36,37). CBCT giver mulighed for en separat evaluering af forskellige periapikale strukturer (kortikal knogle, spongios knogle og parodontalligament), og det ses ofte, at disse væv heler med meget forskellig hastighed. Derfor er der risiko for undervurdering af behandlingens succes (38,39). Patientens rapport om symptomer vil være en sikker indikator for persisterende inflammation (38).

RODRESORPTIONER

I denne del beskrives CBCT-undersøgelse til diagnostik af interne og eksterne cervikale resorptioner. Der er sjældent kliniske manifestationer ved disse resorptioner, hvorfor det er forandringer, man oftest opdager tilfældigt på et røntgenbillede (40).

Intern resorption ses radiologisk som en ballonudvidelse af pulpalumen, og klinisk er det koronalt beliggende pulpa-væv nekrotisk, mens det apikalt beliggende væv er vitalt. En tand kan derfor give varierende respons på sensibilitetstest. Behandling af en intern resorption er endodontisk behandling. CBCT-undersøgelse til diagnostik af en intern resorption vil sjældent være indikeret pga. det forholdsvis entydige radiologiske 2D-billede og ditto behandlingsvalg. Der kan være tilfælde, hvor behandlingen kan være udfordret som fx ved mistanke om perforation af den interne resorption til det omkringliggende knoglevæv, og i sådanne tilfælde kan man overveje CBCT (40). Hvis der hersker tvivl, om en resorption er intern eller ekstern, kan der også være indikation for CBCT-undersøgelse, særligt hvis den mistænkte interne resorption ligger i cervikalområdet, hvor resorptionen så i stedet meget vel kan være en ekstern cervikal resorption.

Ekstern cervikal resorption har varierende udseende på 2D-røntgenoptagelser lige fra små velafgrænsede læsioner til mere diffust afgrænsede læsioner med og uden radiolucente strøg langs med og omkransende (og måske involverende) pulpalumen. Alt efter lokalisering og udbredelse kan det være vanskeligt at opdage resorptionen i et tidligt stadie. Der findes flere klassifikationssystemer til vurdering af ekstern cervikal resorption, hvor Heithersay's klassifikation fra 1999 stadig vurderes at være den mest relevante, da klassifikationen kan sammenholdes med prognosen for en eventuel behandling, der bliver dårligere jo højere klassifikationsstrin (41,42). En nyere undersøgelse har vist, at der generelt observeres en højere Heithersay-score og hyppigere ses pulpainvolvering på CBCT end på intraorale røntgenbilleder (42). CBCT bidrager til at vurdere antal, størrelse og lokalisering af overfladebrud, hvilket sammen med udstrækningen af det resorptive væv, udfældning af

mineraliseret væv og forekomst af smerter også er essentielt for behandlingsmulighederne (40,44). Nogle af disse faktorer er medtaget i et nyere klassifikationssystem, der baserer sig på CBCT (45). Udfordringen ved dette system er, at der ikke ligger systematisk forskning bag, og at klassifikationerne er svære at reproducere (46), hvilket gør det svært anvendeligt i praksis. Nyere forskning fremhæver desuden, at CBCT også kan underestimere udbredelsen af resorption, samt at indvækst af mineraliseret væv forringer tandens prognose ved behandling (45). I dette studie fandt man, at tænder, som man valgte ikke at behandle, da man ikke mente at kunne forlænge tandens levetid med behandling, i gennemsnit overlevede syv år (45). Dette kan holdes op mod, at man ved insuffICIENT behandling af tænder med ekstern cervikal resorption initierer en progression af resorptionen og dermed forkorter tandens levetid, især hvis behandlingen inkluderer endodontisk behandling (45,47).

I et nyt studie fra Danmark med 174 patienttilfælde fandt man, at behandlingsplanen for tænder med ekstern cervikal resorption blev ændret i 32 % af tilfældene efter CBCT sammenlignet med periapikale optagelser (48). For kun 1 % ændrede planen sig fra, at man på periapikale røntgenoptagelser vurderede, at man med behandling ikke kunne forlænge tandens levetid til, at man efter information fra CBCT fandt det muligt at foretage en prognoseforbedrende behandling. I de resterende 31 %, der ændrede behandling efter CBCT, ændrede behandlingen sig modsat til, at man fravalgte at foretage en behandling. Der er indikation for CBCT af tænder med mistanke om ekstern cervikal resorption, hvis man mener, at man kan behandle tanden og dermed forlænge dens levetid (49) (Fig. 3). CBCT-undersøgelse synes ikke at gavne patienter med omfattende resorptioner, hvor man allerede på baggrund af 2D-røntgenoptagelser (og relevante kliniske fund) ikke mener at kunne gennemføre sufficient behandling.

IMPLANTATBEHANDLING

Røntgenundersøgelse er relevant i forbindelse med rehabilitering med tandimplantater og vil være indikeret forud for implantatindsættelse og ved kontrol af forholdene efterfølgende.

Behandlingsplanlægning

Den kliniske undersøgelse vil ved hjælp af palpation give et indtryk af processus alveolaris' morfologi, mens et mere nøjagtigt billede kan fås ved at supplere med ridge mapping, hvor man efter måling af slimhindens tykkelse kan indtegne knoglens morfologi på en savemodel i gips eller en virtuel model fremstillet på en computer. Suppleret med periapikale optagelser og/eller et panoramabillede fås desuden information om beliggenheden af anatomiske strukturer, som skal respekteres ved implantatindsættelsen. Det skal bemærkes, at der ved disse typer optagelser, og specielt for panoramateknikken, ses en vis projektforsørrelse (50).

En klar ulempe ved periapikale optagelser og panoramabilleder er, at de kun fremstiller kæberne i 2D. En 3D-optagelse som CBCT kan derfor virke oplagt at anvende i forbindelse med implantatplanlægning. Yderligere ses der i praksis ingen projektforsørrelse i CBCT-optagelser, og målinger foretaget ▶

Ekstern cervikal resorption af 6-



Fig. 3. Eksempel på 6- med ekstern cervikal resorption (Heithersay klasse 2) i den distale del af tanden. Ingen symptomer eller kliniske fund. **A.** Periapikalt røntgenbillede, hvor området, der mistænkes for resorption, er markeret med en pil. **B.** 3D CBCT-model, hvor stort overfladebrud ses facielt 6- (pil). **C.** CBCT-snit i sagittalplanet, hvor resorption er markeret. **D.** CBCT-snit i koronalplanet, hvor facial lokalisation og overfladebrud ses (pil). **E.** CBCT-snit i aksialplanet, hvor der i tillæg ses pulpainvolvering (pil).

Fig. 3. Example of tooth 46 with external cervical resorption (Heithersay class 2) in the distal part of the tooth. No clinical manifestations or symptoms. **A.** Periapical radiograph, the area with suspicion of resorption is marked with an arrow. **B.** 3D CBCT model where a large surface lesion is located in the buccal part of 46 (arrow). **C.** CBCT image section in the sagittal plane where the resorption is marked with an arrow. **D.** CBCT image section in the coronal plane showing a buccal location of the surface lesion (arrow). **E.** CBCT image section in the axial plane showing pulp involvement of the lesion (arrow).

ved hjælp af scanningssoftwarens måleværktøj kan regnes for målfaste. Ved sammenligning af breddemål af processus alveolaris vurderet klinisk og på basis af CBCT er det dog vist, at der ikke er væsentlig forskel på de to metoder, og at CBCT ikke bidrager med yderligere diagnostisk information sammenlignet med ridge mapping (51,52). Til gengæld viser undersøgelser, at c. mandibulae er mere synlig på CBCT-snitbilleder end på panorambilleder (53,54) samt at valg af implantatstørrelse ændrer sig ved planlægning udført på basis af CBCT sammenlignet med panoramaoptagelse (55).

E.A.O. (European Association for Osseointegration) har i forbindelse med en konsensuskonference opstillet retningslinjer for diagnostik og planlægning af implantatindsættelse, som konkluderer, at der i de fleste tilfælde kun er behov for at supplere med en CBCT-undersøgelse, hvis tilstrækkelig information ikke kan opnås ved den kliniske undersøgelse og periapikale optagelser og/eller panoramarøntgenbilleder, evt. kombineret med ridge mapping og savemodel (56). Ved større atrofi af kæberne, hvor fx optimal visualisering af c. mandibulae/foramen mentale er afgørende for at undgå en

nerveskade, eller det vurderes, at der er behov for knogleopbygning eller andre supplerende kirurgiske indgreb, vil en CBCT-undersøgelse ofte være indikeret. Ved mere avancerede former for implantatplanlægning som computer-guided kirurgi med brug af boreskinner eller navigationssystemer er CBCT uundværlig. Der findes på nuværende tidspunkt ingen klar indikation for, hvornår computer-guided kirurgi giver et bedre behandlingsresultat.

For en mere detaljeret gennemgang af behandlingsplanlægning før lateral genopbygning af processus alveolaris og i forbindelse med implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel refereres til tidligere temanumre i Tandlægebladet (57,58).

Kontrol af implantater

Periapikale optagelser med parallelteknik er mest velegnede til kontrol af implantater, tilpasningen mellem de forskellige implantatkomponenter og vurdering af det marginale knogleniveau. For at opnå optimale billeder med skarpe implantatgevind kan det anbefales at anvende huskereglene RB-RB/LB-LB (Right Blur-Raise Beam/Left Blur-Lower Beam) (59,60), der angiver, hvordan man skal ændre stråleretningen i den næste optagelse i tilfælde af, at implantatets gevind ikke er skarpt afbildet på begge sider af implantatet i den første optagelse.

For at kunne vurdere knogleforholdene på alle implantatets flader er det fristende at foreslå en CBCT-undersøgelse. Imidlertid vil materialeartefakter, som opstår pga. de materialer, selve implantatet samt den protetiske restaurering er lavet af, oftest forstyrre de diagnostiske muligheder, da gengivelsen af den omgivende knogle forringes i væsentlig grad. De førnævnte retningslinjer foreslået af E.A.O. anfører, at klinisk undersøgelse, evt. suppleret med 2D-optagelser, i langt de fleste tilfælde er tilstrækkelig til kontrol af implantater efter indsættelse. Dog vil CBCT være relevant som supplement i situationer, hvor der er opstået komplikationer, fx føleforstyrrelser forårsaget af en nerveskade eller postoperative infektioner i relation til sinus maxillaris (56).

KÆBELED

Indikation for CBCT-undersøgelse af kæbeled tager afsæt dels i SEDENTEXCT guidelines og dels i Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) (4,61). Sidstnævnte er guidelines til klinisk vurdering og diagnostik og omhandler ikke udelukkende CBCT. I stedet lægger retningslinjerne vægt på en tilgang til diagnostik, som omfatter en grundig klinisk-fysiologisk undersøgelse, der sammenholdes med patientens anamnese, samt en overvejelse af at inkludere andre diagnostiske værktøjer. Myalgi er den hyppigste TMD-

diagnose og diskusdisplacering den hyppigste diagnose i kæbeledet, disse tilstande kræver hverken CBCT ift. udredning eller monitorering.

Det er vigtigt at pointere, at en røntgenundersøgelse af kæbeledene også med CBCT kun kan afbilde knoglestrukturer som kondyl, tuberculum articulare og fossa mandibularis (62). En røntgenundersøgelse kan hjælpe med at identificere anomaliteter, fx frakturer og anatomiske variationer, og røntgenundersøgelse kan give information om positionen af kondylen i fossa, herunder om der er malposition. CBCT kan være relevant til at vurdere knogleforandringer i kæbeledene relateret til artrose, men en panoramaoptagelse vil stadigvæk være den mest relevante røntgenoptagelse i forbindelse med smerter og trismus (63,64). Desuden er det væsentligt at nævne, at artrose ofte er uden kliniske symptomer, og de fleste patienter blot observeres eller behandles konservativt, efter tilstanden er blevet identificeret radiologisk (65,66), samt at der er en risiko for overdiagnosticering, hvorfor kriterierne i RDC/TMD nøje bør følges (64). Affladning og subkondral sklerosering af kondylen alene er ikke diagnostiske indikatorer for tilstanden.

Det er rimeligt at anføre, at CBCT kan anvendes, når systemisk sygdom påvirker kæbeledene fx ved juvenil arthritis, medfødte misdannelser eller lokalt ved fx mistanke om ankylose eller tumor. Derudover er der evidens for, at kondylfrakturer bedre ses på CBCT end på 2D-billeder, og ved tvivl om en kondylfraktur set på en initial panoramaoptagelse kan patienten henvises til CBCT. Disse opgaver varetages af specialister.

Man kan diskutere, om det er en fordel at have begge kæbeled gengivet i samme optagelse med et mediumstørrelse FOV, eller om man skal udføre en optagelse med et lille FOV for hvert kæbeled. Det første anbefales, da man nemmere her kan foretage en sammenligning af de to led (67,68). Billedkvaliteten spiller her en stor rolle. Det er fx vist, at artefakter kan fortolkes som en osteofyt og dermed et falsk positivt fund (60,69).

PARODONTOLOGI

Der kan være indikation for CBCT-undersøgelse, når der er et mistænkt eller bekræftet behov for parodontal kirurgi. CBCT kan tilføje diagnostiske oplysninger om anatomen af komplekse knogledefekter. I et review fra 2016 konkluderede forfatterne, at der ikke findes evidens, der retfærdiggør CBCT til diagnostik og behandlingsplanlægning af vertikale knogledefekter og/eller knogledefekter i furkaturområdet (70). AAP (American Academy of Periodontology) anbefaler overordnet, at CBCT anvendes, når 2D-optagelser ikke giver tilstrækkelig information (71). På den anden side har EADMFR en mere stringent tilgang til brugen af CBCT inden for parodontologien anført i SEDENTEXCT guidelines (4). ♦ ▶

ABSTRACT (ENGLISH)

INDICATIONS FOR CONE BEAM CT

Cone Beam CT (CBCT) examination is a useful diagnostic method in dentistry, since it provides three-dimensional image information and more details of the region of interest. CBCT examination is associated with a large use of resources in the clinic and therefore, the expenses for the patient are higher compared to 2D radiographs. Moreover, CBCT exposure is associated with a heavier radiation burden to the patient. Consequently, it is necessary to use CBCT on evidence-based indications. Numerous studies, however

mostly on a low level of evidence, have evaluated the use of CBCT. To be conclusive for general dentistry, more clinical studies using higher levels of evidence are needed, showing the influence of CBCT on diagnosis and treatment planning. Moreover, we need studies exploring whether treatment based on CBCT is advantageous for the patient compared to treatment based on 2D radiographs. Only for the use of CBCT for assessment of mandibular third molars before removal, a high level of evidence exists.

LITTERATUR

- Hol C, Hellén-Halme K, Togersen G et al. How do dentists use CBCT in dental clinics? A Norwegian nationwide survey. *Acta Odontol Scand* 2015;73:195-201.
- Andraws Yalda F, Holroyd J, Islam M et al. Current practice in the use of cone beam computed tomography: a survey of UK dental practices. *Br Dent J* 2019;226:115-24.
- Masyte V, Sefeldaitė S, Venskutonis T. A questionnaire of digital radiography and CBCT use and knowledge among Lithuanian Dentists. *J Oral Maxillofac Res* 2021;12:e2.
- SEDENTEXCT PROJECT. Radiation protection no 172: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Luxembourg: European Commission Directorate-General for Energy, 2012.
- Wenzel A, Spin-Neto R, Pauwels R. Risiko-estimer i forbindelse med røntgenundersøgelse i tandlægepraksis. In: Pedersen AML, ed. Oslo: Aktuel Nordisk Odontologi 2023;48:122-45.
- Petersen LB, Christensen J, Olsen K et al. Image and surgery-related costs comparing cone beam CT and panoramic imaging before removal of impacted mandibular third molars. *Dentomaxillofac Radiol* 2014;43:20140001.
- Hermann L, Wenzel A, Matzen LH. Røntgenundersøgelse af 3. molar i overkæben. *Aktuel Nordisk Odontologi* 2021;46:193-206.
- Stoustrup PB, Küseler A, Matzen LH. Cone-beam CT undersøgelse af retinerede hjørnetænder i overkæben. *Aktuel Nordisk Odontologi* 2021;46:173-92.
- Matzen LH, Schropp L, Spin-Neto R et al. Radiographic signs of pathology determining removal of and impacted mandibular third molar assessed in a panoramic image or CBCT. *Dentomaxillofac Radiol* 2017;46:20160330.
- Ihlis RL, Giovanos C, Liao H et al. Cone beam computed tomography indications for interdisciplinary therapy planning of impacted canines. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2023;135:e1-9.
- Keener DJ, de Oliveira Ruellas AC, Aliaga-Del Castillo A et al. Three-dimensional decision support system for treatment of canine impaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2023;164:491-504.
- Stoustrup P, Videbæk A, Wenzel A et al. Will supplemental cone beam computed tomography change the treatment plan of impacted maxillary canines based on 2D radiography. A prospective clinical study. *Eur J Orthod* 2023;45,1-9 (in press).
- EUROPEAN COMMITTEE FOR RADIOLOGY. Radiation protection. European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. European Committee Issue 2004;136.
- Matzen LH, Schropp L, Spin-Neto R et al. Use of cone beam computed tomography to assess significant imaging findings related to mandibular third molar impaction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2017;124:506-16.
- Suter VGA, Rivola M, Schriber M et al. Risk factors for root resorption of second molars associated with impacted mandibular third molars. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019;48:801-9.
- Matzen LH, Berkhout E. Cone beam imaging of the mandibular third molar: a position paper prepared by the European Academy of Dentomaxillofacial Radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 2019;48:20190039.
- Petersen LB, Vaeth M, Wenzel A. Neurosensoric disturbances after surgical removal of the mandibular third molar based on either panoramic imaging or cone beam CT scanning: a randomized controlled trial (RCT). *Dentomaxillofac Radiol* 2016;45:20150224.
- Rood JP, Shehab BA. The radiological prediction of inferior alveolar nerve injury during third molar surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1990;28:20-5.
- Matzen LH, Petersen LB, Schropp L et al. Mandibular canal-related parameters interpreted in panoramic images and CBCT of mandibular third molars as risk factors to predict sensory disturbances of the inferior alveolar nerve. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019;48:1094-1101.
- Matzen LH, Petersen LB, Schropp L et al. Risk factors observed in 2D radiographs for a permanent injury of the inferior alveolar nerve after removal of mandibular third molars – a case-control study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2023;123:490-99.
- Szalma J, Lempel E, Csuta T et al. The role of panoramic radiography in assessing the risk of injury to the inferior alveolar nerve before the extraction of mandibular wisdom teeth. The effect of the extent of root curvature and inferior alveolar canal-root tip overlap on the risk assessment. *Fogorv Sz* 2010;103:43-8.
- Cederhag J, Truedsson A, Alstergren P et al. Radiographic imaging in relation to the mandibular third molar: a survey among oral surgeons in Sweden. *Clin Oral Invest* 2022;26:2073-83.
- Hermann L, Nørholt SE, Wenzel A et al. Does cone beam CT change the treatment decision for maxillary second and third molars? A prospective study. *Dentomaxillofac Radiol* 2023;52:20230128.
- Kruse C, Spin-Neto R, Wenzel A et al. Cone beam computed tomography and periapical lesions: a systematic review analyzing studies on diagnostic efficacy by a hierarchical model. *Int Endod J* 2015;48:815-28.
- Kanagasigam S, Lim CX, Yong CP et al. Diagnostic accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in detecting apical periodontitis using histopathological findings as a reference standard. *Int Endod J* 2017;50:417-26.
- Kruse C, Spin-Neto R, Kraft DCE et al. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography used for assessment of apical periodontitis: an ex vivo histopathological study on human cadavers. *Int Endod J* 2019;52:439-50.
- Duncan HF, Kirkevåg L-L, Peters OA et al. Treatment of pulpa and apical disease: The European Society of Endodontology (ESE) S3-level clinical practice guideline. *Int Endod J* 2023;00:1-58.

28. PradeepKumar AR, Shemesh H, Nivedhitha MS et al. Diagnosis of vertical root fractures by cone-beam computed tomography in root-filled teeth with confirmation by direct visualization: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2021;47:1198-1214.
29. Mota de Almeida FJ, Knutsson K, Flygare L. The effect of cone beam CT (CBCT) on therapeutic decision-making in endodontics. *Dentomaxillofac Radiol* 2014;43:20130137.
30. Mota de Almeida FJ, Knutsson K, Flygare L. The impact of cone beam computed tomography on the choice of endodontic diagnosis. *Int Endod J* 2015;48:564-72.
31. Brüllmann D, Schulze RK. Spatial resolution in CBCT machines for dental/maxillofacial applications – what do we know today? *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140204.
32. Patel S, Brown J, Semper M et al. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int Endod J* 2019;52:1675-8.
33. Kurt SN, Üstün Y, Erdogan Ö et al. Outcome of periradicular surgery of maxillary first molars using a vestibular approach: a prospective, clinical study with one year of follow-up. *J Oral Maxillofac Surg* 2014;72:1049-61.
34. Rud J, Andreasen JO, Jensen JE. Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Surg* 1972;1:195-214.
35. Molven O, Halse A, Grung B. Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987;16:432-9.
36. von Arx T, Janner SF, Hänni S et al. Evaluation of new cone-beam computed tomographic criteria for radiographic healing evaluation after apical surgery: assessment of repeatability and reproducibility. *J Endod* 2016;42:236-42.
37. Chen I, Karabucak B, Wang C. Healing after root-end microsurgery by using mineral trioxide aggregate and a new calcium silicate-based bioceramic material as root-end filling materials in dogs. *J Endod* 2015;41:389-99.
38. Kruse C, Spin-Neto R, Reibel J et al. Diagnostic validity of periapical radiography and CBCT for assessing periapical lesions that persist after endodontic surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 2017;46:20170210.
39. von Arx T, Janner SF, Hänni S et al. Radiographic assessment of bone healing using cone-beam computed tomographic scans 1 and 5 years after apical surgery. *J Endod* 2019;45:1307-13.
40. Villefrance JS, Wenzel A, Kirkevang L-L et al. Diagnostik af resorption – klinisk og radiologisk. *Tandlægebladet* 2018;122:3-9.
41. Heithersay GS. Clinical, radiological, and histopathologic features of invasive cervical resorption. *Quintessence Int* 1999;30:27-37.
42. DeLuca S, Choi A, Pagni S et al. External cervical resorption: relationships between classification, treatment and 1-year outcome with evaluation of the Heithersay and Patel classification systems. *J Endod* 2023;49:469-77.
43. Villefrance JS, Kirkevang LL, Wenzel A et al. Impact of cone beam CT on diagnosis of external cervical resorption: the severity of resorption assessed in periapical radiographs and cone beam CT. A prospective clinical study. *Dentomaxillofac Radiol* 2022;51:20210279.
44. Mavridou A-M, Rubberts E, Schryvers A et al. A clinical approach strategy for the diagnosis, treatment and evaluation of external cervical resorption. *Int Endod J* 2022;55:347-73.
45. Patel S, Foschi F, Mannocci F et al. External cervical resorption: a three-dimensional classification. *Int Endod J* 2018;51:206-14.
46. Jebiril A, Aljamani S, Jarad F. The surgical management of external cervical resorption: a retrospective observational study of treatment outcomes and classifications. *J Endod* 2020;46:778-85.
47. Mavridou A-M, Hauben E, Weves M et al. Understanding external cervical resorption patterns in endodontically treated teeth. *Int J Endod* 2017;50:1116-33.
48. Villefrance JS, Kirkevang L-L, Wenzel A et al. Does supplemental information from cone beam CT change the treatment plan for teeth with external cervical resorption. Preliminary results. *Helsinki: Kongresabstrakt ESE*, 2023.
49. EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY (ESE) developed by: Patel S, Lambrechts P, Shemesh H et al. European society of endodontology position statement: external cervical resorption. *Int J Endod* 2018;51:1323-26.
50. Schropp L, Stavropoulos A, Gotfredsen E et al. Calibration of radiographs by a reference metal ball affects preoperative selection of implant size. *Clin Oral Invest* 2009;13:375-81.
51. Chen LC, Lundgren T, Hallstrom H et al. Comparison of different methods of assessing alveolar ridge dimensions prior to dental implant placement. *J Periodontol* 2008;79:401-5.
52. Torabi S, Panjnoush M, Poursafar F et al. Comparison of ridge mapping and cone beam computed tomography for the determination of alveolar ridge width. *J Maxillofac Oral Surg* 2021;21:802-7.
53. Canttekin K, Sekerci AE, Miloglu O et al. Identification of the mandibular landmarks in a pediatric population. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2014;19:e136-41.
54. Jung YH, Cho BH. Radiographic evaluation of the course and visibility of the mandibular canal. *Imaging Sci Dent* 2014;44:273-8.
55. Correa LR, Spin-Neto R, Stavropoulos A et al. Planning of dental implant size with digital panoramic radiographs, CBCT-generated panoramic images, and CBCT cross-sectional images. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:690-5.
56. Harris D, Horner K, Grondahl K et al. E.A.O. guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry 2011. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:1243-53.
57. Schropp L, Jensen SS, Starch-Jensen T. Behandlingsplanlægning for lateral genopbygning af processus alveolaris med henblik på implantatbehandling. *Tandlægebladet* 2022;126:410-7.
58. Schropp L, Jensen SS, Starch-Jensen T. Behandlingsplanlægning i forbindelse med implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel med fokus på den radiologiske undersøgelse. *Tandlægebladet* 2023;127:308-16.
59. Schropp L, Stavropoulos A, Spin-Neto R et al. Huskeregel (RB-RB/LB-LB) til røntgenoptagelse af tandimplantater. *Tandlægebladet* 2012;116:880-7.
60. Schropp L, Stavropoulos A, Spin-Neto R et al. Evaluation of the RB-RB/LB-LB mnemonic rule for recording optimally projected intraoral images of dental implants: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:298-304.
61. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E et al. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network and Orofacial Pain Special Interest Group, International Association for the Study of Pain. *J Oral Facial Pain Headache* 2014;28:6-27.
62. Larheim TA, Abrahamsson AK, Kristensen M et al. Temporomandibular joint diagnostics using CBCT. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140235.
63. Schroder ÅGD, Goncales FM, Germiniani JDS et al. Diagnosis of TMJ degenerative diseases by panoramic radiography: is it possible? A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2023; 27:6395-6412.
64. Ahmad M, Hollender L, Anderson Q. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:844-60.
65. Abrahamsson AK, Kristensen M, Arvidsson LZ. Frequency of temporomandibular joint osteoarthritis and related symptoms in a hand osteoarthritis cohort. *Osteoarthritis Cartilage* 2017;25:654-57.
66. Ottersen MK, Larheim TA, Hove LH. Imaging signs of temporomandibular joint osteoarthritis in an urban population of 65-year-olds: a cone beam computed tomography study. *J Oral Rehabil* 2023;50:1194-1201.
67. Iskanderani D, Nilsson M, Alstergren P et al. Evaluation of a low-dose protocol for cone beam computed tomography of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 2020;49:20190495.
68. Nascimento HAR, Andrade MEA, Frazão MAG et al. Dosimetry in CBCT with different protocols: emphasis on small FOVs including exams for TMJ. *Braz Dent J* 2017;28:511-6.
69. Larheim TA, Hol C, Ottersen MK. The role of imaging in the diagnosis of temporomandibular joint pathology. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2018;30:239-49.
70. Nikolic-Jakoba N, Spin-Neto R, Wenzel A. Cone-Beam Computed Tomography for detection of intrabony and furcation defects: a systematic review based on a hierarchical model for diagnostic efficacy. *J Periodontol* 2016;87:630-44.
71. AMERICAN ACADEMY OF PERIODONTOLOGY. Position Paper: Use of cone beam computed tomography in periodontics. *J Periodontol* 2017;88:853-5.