

# Primescan Connect™

## Easy scan, seamless collaboration

The benefits of one of the leading intraoral scanners on the market are now available in a laptop configuration. Fast, accurate, comfortable and flexible:

Primescan Connect provides an easy entry into digital dentistry.

Now you can focus even more on what matters most: your patients.

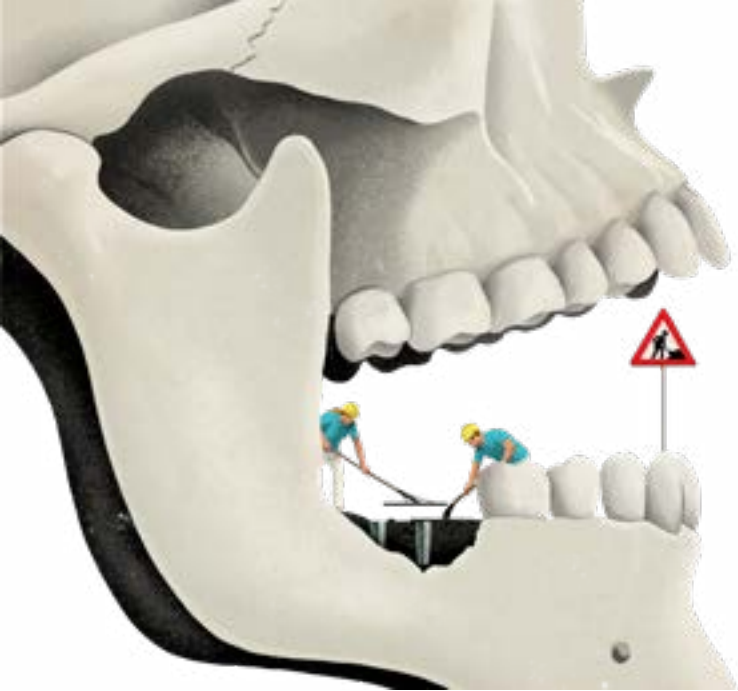
Visit [dentsplysirona.com/primescan-connect](https://dentsplysirona.com/primescan-connect) to learn more.



Let's Connect!

#PrimescanConnect





# Tema: Implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel

Implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel kan være umulig eller vanskelig som følge af reduceret afstand fra toppen af processus alveolaris til den øvre begrænsning af canalis mandibulae. Indsættelse af korte implantater, vertikal knogleopbygning før implantatindsættelse ved hjælp af sandwich-osteotomi, onlay bloktransplantat og alveolær distraktions-osteogenese eller lateralisering eller transpositionering af n. alveolaris inferior med samtidig indsættelse af standardlængde implantater er de hyppigst anvendte kirurgiske teknikker til protetisk rehabilitering af den atrofiske posteriore mandibel. Behandlingsstrategien afhænger primært af processus alveolaris' højde samt afstanden fra toppen af processus alveolaris til den øvre begrænsning af canalis mandibulae. Kendskab til de forskellige behandlingsmetoder og begrænsninger er derfor vigtigt i forbindelse med planlægning og udførelse af implantatbehandling i den atrofiske posteriore mandibel for at opnå et forudsigeligt og holdbart behandlingsresultat med mindst risiko for komplikationer.

Formålet med nærværende temanummer er at præsentere den nuværende viden om principperne for behandlingsplanlægning med fokus på den radiologiske undersøgelse samt valg af relevant behandlingsstrategi i forbindelse med protetisk rehabilitering af den atrofiske posteriore mandibel. Indledningsvis omtales de ge-

nerelle aspekter for behandlingsplanlægning. Herefter beskrives den nuværende viden om protetisk rehabilitering med korte implantater. De kirurgiske teknikker til vertikal knogleopbygning før implantatindsættelse ved hjælp af sandwich-osteotomi, onlay bloktransplantat og alveolær distraktions-osteogenese vil blive beskrevet i de efterfølgende artikler. Afslutningsvis redegøres for lateralisering eller transpositionering af n. alveolaris inferior med samtidig indsættelse af standardlængde implantater.

Det er redaktionens ønske, at dette temanummer vil bibringe læserne en ajourført viden om retningslinjerne for protetisk rehabilitering af den atrofiske posteriore mandibel med orale implantater til glæde og gavn for vores patienter. ♦



**THOMAS STARCH-JENSEN**  
Klinisk professor, overtandlæge,  
Aalborg Universitetshospital



**NILS-ERIK FIEHN**  
Ansvarshavende og faglig-  
videnskabelig redaktør  
Tandlægebladet

## ABSTRACT

Atrofi af den posteriore mandibel byder på udfordringer, når en eller flere manglende tænder ønskes erstattet med en implantatbaseret protetisk restaurering. Behandlingsstrategi afhænger af flere faktorer, herunder dimensionerne af processus alveolaris samt beliggenheden af relevante anatomiske strukturer i mundbunden og mandiblen. Lokalisation af canalis mandibulae er således yderst vigtigt i forbindelse med implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel, da intraoperativ beskadigelse af n. alveolaris inferior vil medføre neurosensoriske forstyrrelser bl.a. svarende til hagen og underlæben. Omhyggelig behandlingsplanlægning inklusive radiologisk identifikation af canalis mandibulae er derfor afgørende for valg af relevant behandlingsmodalitet ved protetisk rehabilitering af den atrofiske posteriore mandibel og at gennemføre behandlingen med et forudsigeligt og sikkert behandlingsresultat med god langtidsprognose og mindst mulig risiko for komplikationer.

I nærværende oversigtsartikel gennemgås forskellige metoder til vurdering af det tandløse område posterioart i mandiblen før implantatbehandling, herunder røntgenundersøgelse med særlig fokus på anvendelse af CBCT til lokalisering af canalis mandibulae.

**EMNEORD** Cone beam computed tomography | dental implants | diagnostic techniques and procedures | inferior alveolar nerve | treatment planning



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:  
**LARS SCHROPP**  
schropp@dent.au.dk

## Behandlingsplanlægning i forbindelse med implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel med fokus på den radiologiske undersøgelse

**LARS SCHROPP**, lektor, tandlæge, ph.d., Sektion for Oral Radiolog og Endodontii, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Health, Aarhus Universitet

**SIMON STORGÅRD JENSEN**, professor, overtandlæge, specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, dr.odont., Afdeling for Kæbekirurgi, HovedOrtoCentret, Rigshospitalet, og Fagområde Oral Kirurgi, Sektion for Oral Biologi og Immunpatologi, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

**THOMAS STARCH-JENSEN**, klinisk professor, overtandlæge, specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, postgraduat klinisk lektor, ph.d., Kæbekirurgisk Afdeling, Aalborg Universitetshospital, og Klinisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet

► Accepteret til publikation den 3. november 2022

Tandlægebladet 2023;127:308-16

**G**ENERELLE BETRAGNINGER I FORHOLD TIL BEHANDLINGSPLANLÆGNING for implantatindsættelse og relevante undersøgelsesmetoder til vurdering af processus alveolaris' dimensioner med fokus på bredden er tidligere beskrevet i et nyligt publiceret temanummer af Tandlægebladet (1). Nærværende oversigtsartikel vil således udelukkende fokusere på de specielle ud-

fordringer, der ses i forbindelse med implantatbehandling i den atrofiske posteriore mandibel, inklusive relevante kliniske og radiologiske undersøgelsesmetoder til identifikation af canalis mandibulae og omkringliggende anatomiske strukturer.

Som det altid gælder før tandbehandling, og specielt ved kirurgiske indgreb, er der behov for afklaring af patientens helbredsforhold og medicinforbrug ved en grundig anamnese, hvor der også bør være fokus på en forventningsafstem-

ning i forhold til ønsker, behov, prognose, risici og økonomi i forbindelse med behandlingen. I den forbindelse skal alternative behandlingsmuligheder overvejes og diskuteres, herunder behovet for erstatning af manglende tænder.

Ved agenesi eller tandtab vil dimensionerne af processus alveolaris være mindskede som følge af manglende knogleudvikling eller fysiologisk resorption af den tandbærende del af kæben (2,3). Det er vist, at specielt bredden i kindtandsområdet i underkæben reduceres væsentligt efter fjernelse af tænder (4). Sufficent højde og bredde af processus alveolaris er en forudsætning for at sikre en ideel implantatplacering i kæbeknoglen og etablere grundlaget for en korrekt æstetisk og funktionel udformning af den efterfølgende protetiske erstatning med en god langtidsprogno. En mindsket afstand fra toppen af processus alveolaris til den øvre begrænsning af canalis mandibulae i forbindelse med tandtab fordrer derfor ofte anvendelse af kortere implantater eller genopbygning af processus alveolaris før eller i forbindelse med indsættelse af standardlængdeimplantater. Dimensionerne af processus alveolaris samt graden af atrofi har således væsentlig indflydelse på valg af behandlingsstrategi i den atrofiske posteriore mandibel.

En klassifikation af de tandløse kæber blev i 1988 foreslået af Cawood og Howell (5). Ifølge denne blev den tandløse posteriore mandibel inddelt i seks klasser baseret på graden af atrofi (Fig. 1). Når forholdene og pladsen er væsentligt kompromiterede i forhold til optimal indsættelse af implantater med en passende diameter og længde for den kommende protetiske restaurering, kan kirurgisk forbehandling eller alternative kirurgiske metoder være indicerede. Valget af kirurgisk teknik vil bl.a. afhænge af graden af atrofi. Forskellige behandlingsmodaliteter har tidligere været anvendt til implantatbaseret protetisk rehabilitering af den atrofiske posteriore mandibel,

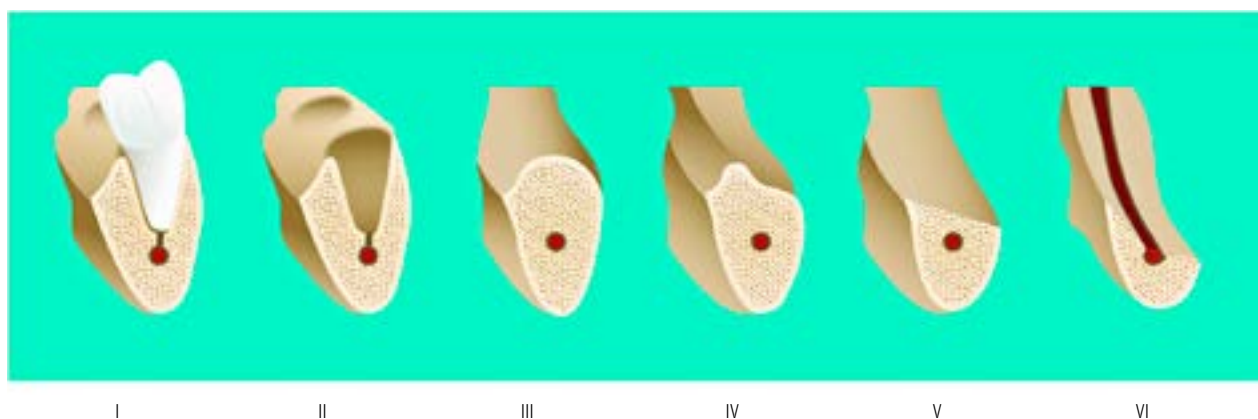
inklusive indsættelse af korte implantater, sandwich-osteotomi, onlay autolog bloktransplantation, styret knogleregeneration, alveolær distraktions-osteogenese samt transposition eller lateralisering af n. alveolaris inferior (NAI). Imidlertid er den aktuelle afstand fra den øvre begrænsning af canalis mandibulae til toppen af processus alveolaris afgørende for valg af relevant behandlingsmodalitet (6).

### DEN ATROFISKE POSTERIORE MANDIBEL OG IMPLANTATINDSÆTTELSE

Kravene til længden og diameteren af implantatet, placeringen samt hældning er større i den posteriore mandibel sammenlignet med den anteriore mandibel, da tyggekræfterne og dermed belastningen af implantaterne er større. En implantatdiameter på 5-6 mm vil ofte være optimal i molarregionerne. Det betyder, at bredden af processus alveolaris gerne skal være minimum 8-9 mm i molarområderne, da diameteren af implantatet bør modsvare den tand, som implantatet skal erstatte, og hele implantatoverfladen samtidig skal være omgivet af mindst 1,5-2 mm knogle. Kravene til implantatlængden vil bl.a. afhænge af knoglekvaliteten i området planlagt for implantatindsættelse samt belastningsforholdene. Endvidere er den vertikale placering af implantatet vigtig, da en for overfladisk placering af implantatskulderen i forhold til den marginale knoglekant og slimhinden kan have negativ indflydelse på det æstetiske resultat og langtidsholdbarheden. Det æstetiske krav vil dog oftest være mindre posteriort i kæben end anteriort.

De morfologiske karakteristika for den posteriore mandibel samt tilstedeværelsen af "kritiske" anatomiske strukturer stiller væsentlige krav til behandleren, når implantatbehandlingen skal planlægges og udføres. Kendskab til anatomen, normalanatomiske variationer samt opmærksomhed på mu- ▶

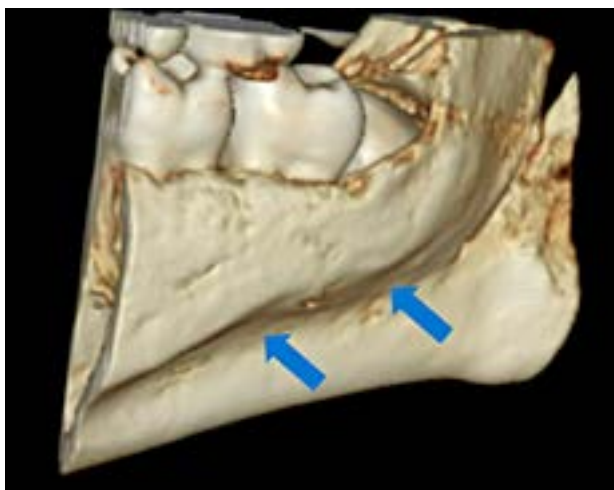
## Cawood & Howell's klassifikation af den tandløse posteriore mandibel



**Fig. 1.** Mandiblen inddelt i seks klasser: Klasse I, betandet posterior mandibel. Klasse II, umiddelbart efter tandudtrækning. Klasse III, velformet processus alveolaris med sufficient højde og bredde. Klasse IV, knivskarp processus alveolaris med sufficient højde og utilstrækkelig bredde. Klasse V, flad processus alveolaris med utilstrækkelig højde og bredde. Klasse VI, deprimeret processus alveolaris med varierende grad af basalt knogletab.

**Fig. 1.** The mandible graduated into six classes: Class I, dentate posterior mandible. Class II, immediately post extraction. Class III, well-rounded ridge form, adequate in height and width. Class IV, knife-edge ridge form, adequate in height and inadequate in width. Class V, flat ridge form, inadequate in height and width. Class VI, depressed ridge form, with some basalar loss evident.

## Fossa submandibularis



**Fig. 2.** Fossa submandibularis (markeret med pile) ses oralt i den posteriore del af mandiblen på en 3-d-model i et softwareprogram til analyse af CBCT-scanninger.

**Fig. 2.** The submandibular fossa (marked with arrows) is located lingually in the posterior part of the mandible on a 3D model in a software program for analysis of CBCT scans.

lige afvigelser er afgørende for at mindske risikoen for komplikationer og sikre et forudsigeligt behandlingsresultat med en god langtidsprognose (7). Intraoperative skader på nerver, kar og omliggende blødtvæv kan medføre neurosensoriske forstyrrelser svarende til bl.a. hagen og underlæben samt intra- og postoperativ blødning.

Indkærvninger i mandiblen kan ligeledes give udfordringer (8). Lingvalt i mandiblen findes konkaviteter i form af fossa

submandibularis i molarregionen og fossa sublingualis i præ-molarregionen, som bl.a. indeholder blodkar og kirtelvæv (Fig. 2). Risiko for perforation til disse strukturer i forbindelse med udboering af implantatlejet er naturligvis større, når fossae er særligt udtalte. Omhyggelig palpation og evt. ”ridge mapping” (9), hvor morfologien vurderes på basis af mål af slimhindetykkelsen og en savemodel (1), samt røntgenundersøgelse er essentielt til vurdering af de anatomiske forhold.

Canalis mandibulae og foramen mentale er ligeledes strukturer, som er vigtige at identificere før indsættelse af implantater i den posteriore mandibel for at undgå skade på NAI. Man skal her være opmærksom på variationer af canalis mandibulae – fx bifide kanaler (10) eller det såkaldte ”anteriore loop” (11), som udgår fra NAI. Dette loop kan også have forskellig form og forløb.

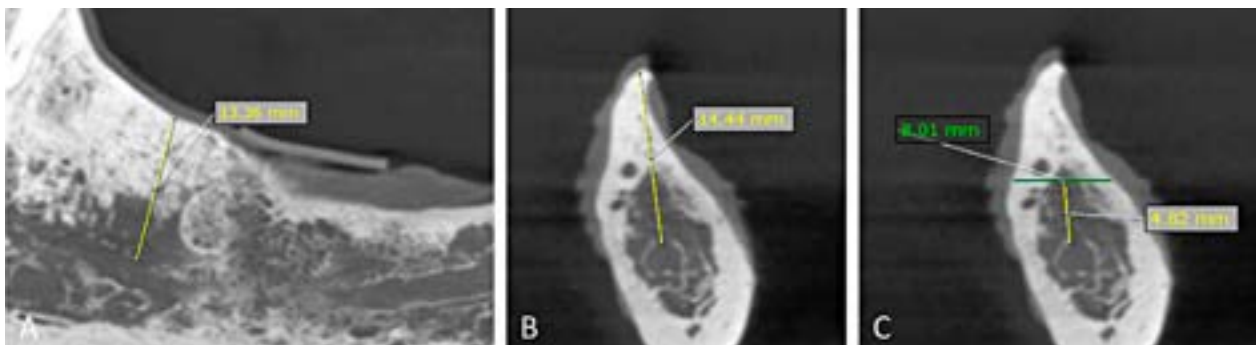
Når der ses udtalt atrofi af mandiblen, er behandleren endnu mere udfordret end ellers, da der vil være mindre knogle til stede, og afstanden til vigtige anatomiske strukturer er mindsket. Komplexiteten ved planlægningen af implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel er således større (12), hvorfor mere avancerede undersøgelsesmetoder kan være relevante.

## VURDERING AF PROCESSUS ALVEOLARIS’ BREDDDE OG AFSTAND TIL CANALIS MANDIBULAE

Som tidligere nævnt er generelle undersøgelsesmetoder til vurdering af processus alveolaris’ bredde beskrevet i en nyligt publiceret artikel i Tandlægebladet (1). I nærværende artikel vil der være fokus på metoder til bestemmelse af den vertikale dimension af processus alveolaris samt relationen til canalis mandibulae.

For at kunne vurdere den vertikale og horisontale atrofi af processus alveolaris før indsættelse af implantater med en passende længde i den posteriore mandibel er det nødvendigt at identificere toppen af processus alveolaris og den øvre be-

## Målinger af pladsforholdene posteriort i en atrofisk mandibel



**Fig. 3. A.** Længdemål fra toppen af processus alveolaris til canalis mandibulae på et CBCT-snit i det sagittale plan (ca. 13 mm). **B.** Længdemål fra toppen af processus alveolaris til canalis mandibulae på et CBCT-snit i det koronale plan (ca. 14 mm). **C.** Længdemål fra tværlinje (grøn), hvor bredden af processus alveolaris er 8 mm, til canalis mandibulae på samme CBCT-snit (ca. 5 mm).

**Fig. 3. A.** Vertical measurement from the top of the alveolar ridge to the mandibular canal in a CBCT section in the sagittal plane (approximately 13 mm). **B.** Vertical measurement from the top of the alveolar ridge to the mandibular canal in a CBCT section in the coronal plane (approximately 14 mm). **C.** Vertical measurement from horizontal line (green), where the width of the alveolar ridge is 8 mm, to the mandibular canal in the same CBCT section (approx. 5 mm).



grænsning af canalis mandibulae. I præmolarregionen er det også relevant at identificere foramen mentale. Til det formål anvendes røntgenoptagelser, som desuden vil kunne afsløre patologiske tilstande, der skal behandles før implantatindsættelsen. Periapikale røntgenoptagelser har typisk en forholdsvis høj billedopløsning og vil i teorien være ideelle til at visualisere fx canalis mandibulae. Ulempen er den begrænsede størrelse af billedfeltet, hvorfor det kan være vanskeligt at få relevante anatomiske strukturer gengivet på billedet i hele deres udstrækning. Panorambilleder dækker et større område af kæben og er, på trods af en lidt ringere billedopløsning i forhold til periapikale optagelser, derfor ofte oplagte ved implantatplanlægningen, specielt hvis det drejer sig om større behandlinger med indsættelse af flere implantater. Panorambilledet giver et godt overblik over hele tandsættet og kæberne, hvormed patologiske tilstande, som skal behandles inden eventuel implantatbehandling, kan identificeres. I visse tilfælde kan det være relevant at anvende segmenterede optagelser, så man fx ved planlægning posterior i mandiblen kan fravælge bestråling af øvrige områder og hermed reducerer stråledosis.

Da et implantat ideelt set skal være omgivet af 1-2 mm knogle langs hele implantatoverfladen, vil der i tilfælde af en smal knoglekam være risiko for, at implantatet bliver placeret dybt, hvor implantatets skulder således forsænkes i forhold til den mest marginale begrænsning af processus alveolaris. Dette kan bl.a. medføre en uhensigtsmæssig krone-implantat-ratio. Klinisk og radiologisk vurdering af knoglens bredde er derfor også nødvendig for at kunne bestemme den mest optimale implantatlængde, inklusive om der er behov for horisontal knogleopbygning enten før eller i forbindelse med implantatindsættelsen (Fig. 3). Dette er naturligvis ikke muligt med todimensionale (2-d) røntgenoptagelser, og en klinisk vurdering af breddeforholdene med palpation og evt. "ridge mapping" (9) eller ved hjælp af tredimensionale (3-d) røntgenoptagelser vil derfor ofte være nødvendig. Det skal her nævnes, at en 3-d-optagelse også kan afklare, hvordan canalis mandibulae er orienteret i det facioorale plan, hvilket ligeledes kan influere på behandlingsplanlægningen.

Undersøgelser har vist, at canalis mandibulae er mere synlig på CBCT-snitbilleder end på panorambilleder (13,14). En undersøgelse fandt, at canalis mandibulae og foramen mentale kunne identificeres på alle de undersøgte CBCT-billeder af yngre personer og med god visibilitet af canalis mandibulae på 51 % og foramen mentale på 98,5 % af billederne (13). På panorambillederne kunne canalis mandibulae udelukkende identificeres på 93 % af billederne (12 % med god visibilitet) og foramen mentale på 45 % af billederne (0 % med god visibilitet). En anden undersøgelse viste endvidere, at canalis mandibulae på både CBCT- og panorambilleder er mest synlig svarende til den distale del af kanalen, og at synligheden afhænger af kanalens forløb, hvor det var sværest at se kanaler med et lineært (lige linje, modsat et elliptisk, skeformet eller knækket) kurveforløb (14). Af og til kan det være svært at identificere canalis mandibulae i et specifikt område, hvor implantatindsættelsen er planlagt, og man kan også forveksle kanalen med et marvrum i knoglen på rekonstruerede CBCT-

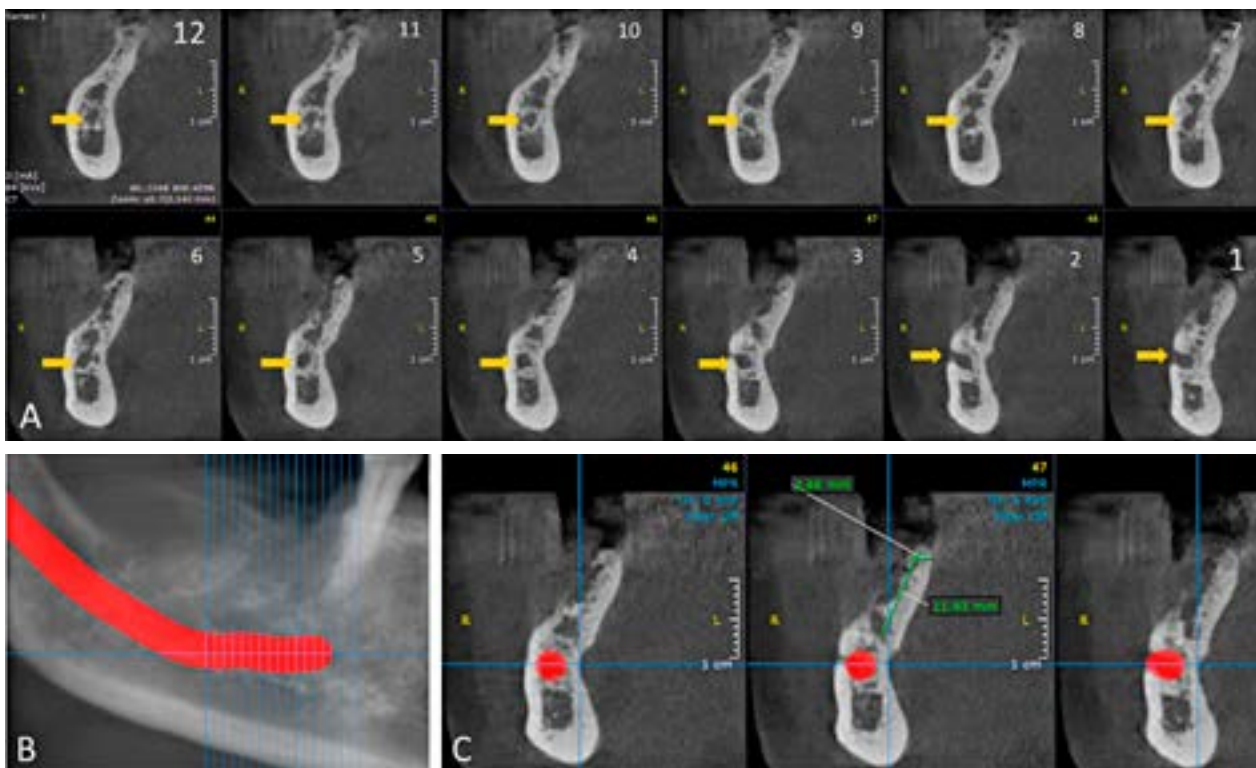
## Klinisk relevans

**Omhyggelig behandlingsplanlægning er en forudsætning for at kunne vælge den bedst mulige behandlingsstrategi i forbindelse med implantatbaseret protetisk behandling og at opnå et forudsigeligt og sikkert behandlingsresultat med en god langtidsprognose og mindst mulig risiko for komplikationer. Atrofi af den posteriore del af mandiblen giver ekstra udfordringer for behandleren, da reduceret bredde af processus alveolaris og mindsket afstand til canalis mandibulae kan vanskeliggøre implantatindsættelsen og fordre anvendelse af alternative behandlingsmetoder. I den sammenhæng er det vigtigt at have viden om relevante kliniske og radiologiske undersøgelsesmetoder, herunder styrker og svagheder, samt at vælge og udføre undersøgelserne ud fra de anbefalede retningslinjer.**

tværsnitsbilleder. Et tip til, hvorledes man kan lette identifikationen, er i det koronale plan først at identificere foramen mandibulae posterior. Herefter "bladrer" man gennem de koronale tværnit posterior fra i anterior retning mod implantatstedet og holder øje med canalis mandibulae hele vejen. Alternativt kan man lokalisere foramen mentale og bevæge sig i posterior retning (Fig. 4). Ved hjælp af scanningsoftwaren kan canalis mandibulae oftest indtegnes, således at kanalen kan følges i alle snitplanerne (Fig. 4).

Udover en god visualisering af de nævnte strukturer er det naturligvis også afgørende, at måling af dimensioner og afstande er pålidelig på røntgenbillederne. Det er velkendt, at der for 2-d-optagelser ses projektforsørrelse (15,16). Det er vist, at en forstørrelse horisontalt og vertikalt på 5-10 % gennemsnitligt skal påregnes på periapikale optagelser med parallelteknik (17). Forstørrelsen varierer dog meget og afhænger primært af afstanden mellem objektet og receptoren. For panoramapparatet anfører fabrikanterne typisk en forstørrelsesgrad på 20-25 % i gennemsnit, men ovennævnte undersøgelse viste, at forstørrelsen på panoramaoptagelser varierer meget fra optagelse til optagelse med forskelligheder i de to plan og i forskellige regioner (17). I den forbindelse skal det nævnes, at positioneringen af patienten i røntgenapparatet har stor betydning for projektforsørrelsen. Patienten skal placeres korrekt i apparatet i forhold til midterplanet (lodret), Frankfurt-horisontalplanet samt hjørnetandslyslinjen, således at kæberne ligger inden for skarphedszonen. Det er således afgørende, at der kompenseres for forstørrelsen ved målinger på billederne. En metode til dette er kuglekalibrering, hvor man ved placering af en metalkugle med kendte dimensioner (typisk Ø 5 mm) i det aktuelle område efterfølgende kan beregne den reelle forstørrelse (17). Da forstørrelsen, som sagt, varierer afhængigt af region (maksil/mandibel, anterior/posterior), skal kuglen placeres så tæt som muligt på det sted, hvor implantatet planlægges indsat (Fig. 5). Det betyder, at der skal anvendes en kugle for hvert implantatsted. Korrekt placering ►

## Lokalisering af canalis mandibulae



**Fig. 4. A.** Tolv tværsnit (koronalt plan) i en CBCT-scanning af den posteriore del af mandiblen. Foramen mentale (gul pil) kan nemt lokaliseres i snit 1, og herefter kan canalis mandibulae (markeret med gule pile) følges posteriort i de andre snit til snit 12, hvor kanalen vanskeligere kan identificeres. **B.** Canalis mandibulae er indtegnet med rødt i et CBCT-genereret panoramasnit. **C.** Den indtegnede kanal kan følges i tre udvalgte tværsnit (koronalt plan).

**Fig. 4. A.** Twelve cross-sections (coronal plane) in a CBCT-scan of the posterior part of the mandible. The mental foramen (yellow arrow) can easily be localized in section 1, and hereafter the mandibular canal (marked with yellow arrows) can be followed posteriorly in the other sections to section 12, where it is more difficult to identify the canal. **B.** The mandibular canal is drawn in red in a CBCT-generated panoramic section. **C.** The drawn canal can be followed in three selected cross-sections (coronal plane).

## Kalibreringskugler i et panoramabillede



**Fig. 5.** En metalkugle med kendte dimensioner er placeret for hver region, hvor implantatindsættelse planlægges.

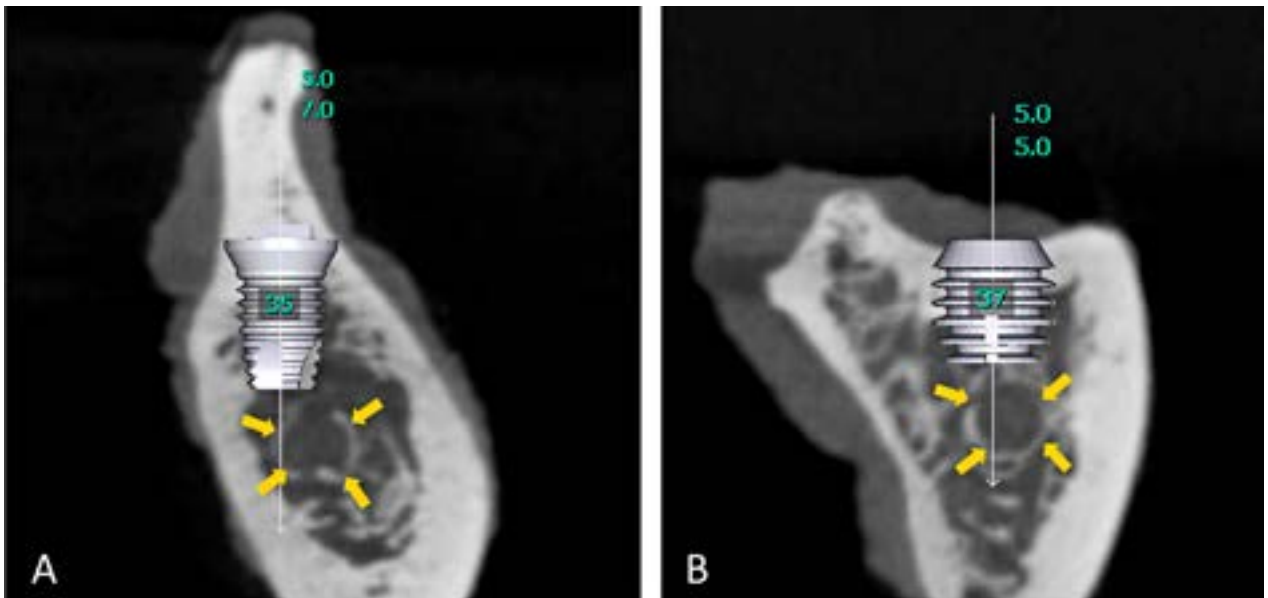
**Fig. 5.** A metal ball with known dimensions is placed for each region planned for implant placement.

gælder ligeledes i faciooral retning, således at kuglen placeres svarende til den centrale del af implantatstedet, som sikrer samme afstand til receptoren ved de periapikale optagelser, eller at kugle og implantatsted begge ligger i skarphedszonen ved panoramaoptagelser.

På CBCT-optagelser ses der i praksis ingen projektforsørrelse, og målingerne foretaget ved hjælp af scanningssoftwarens måleværktøj anses for målfaste. I mange af softwareprogrammerne, som findes på markedet, kan man gøre brug af såkaldte implantat-atrappes i forskellige størrelser og design og derved foretage en virtuel implantatindsættelse før operationen (Fig. 6).

I en systematisk oversigtsartikel blev det konkluderet, at målenøjagtigheden for lineære målinger af processus alveolaris er høj på CBCT-billeder (18). Det blev dog også konkluderet, at CBCT både kan over- og underestimere i forhold til den anatomiske sandhed baseret på histologiske vævssnit. Hovedparten af de undersøgelser, som artiklen inkluderede, var ikkekliniske studier, og det blev understreget, at nøjagtigheden af målinger hos patienter sandsynligvis vil være mindre på grund af arte-

## Implantatattrapper indsat i koronale CBCT-snit



**Fig. 6. A.** Virtuel planlægning med en implantatattrap (5 x 7 mm) i præmolarregionen, hvor der tages hensyn til den smalle processus alveolaris og beliggenheden af canalis mandibulae (markeret med gule pile). Horizontal knogleopbygning kan være relevant i dette tilfælde for at undgå den dybe placering af implantatskulderen.  
**B.** Implantatattrap (5 x 5 mm) indsat i molarregionen med en sikkerhedsmargin til canalis mandibulae (gule pile).  
**Fig. 6. A.** Virtual planning with an implant dummy (5 x 7 mm) in the premolar region, where the narrow alveolar ridge and the location of the mandibular canal (marked with yellow arrows) are taken into account. Horizontal bone augmentation may be relevant in this case to avoid the deep placement of the implant shoulder.  
**B.** An implant dummy (5 x 5 mm) placed in the molar region with a safety margin to the mandibular canal (yellow arrows).

fakter, fx forårsaget af patientbevægelse under optagelsen (19). Det kan derfor anbefales at arbejde med en sikkerhedsmargin på ca. 2 mm til "kritiske" anatomiske strukturer ved implantatplanlægning på CBCT-billeder. I en undersøgelse blev målinger foretaget på basis af henholdsvis CBCT og panoramabilleder sammenlignet (20). Undersøgelsen viste, at nøjagtigheden af vertikale, lineære mål i forbindelse med implantatplanlægning var tilstrækkeligt for begge modaliteter. En anden undersøgelse konkluderede, at de tilgængelige vertikale knogledimensioner for implantater posterior i underkæben blev undervurderet på panoramabilleder i forhold til på CBCT-billeder, og sidstnævnte kunne derfor anbefales ved bestemmelse af passende implantatlængde og diameter i denne region (20). Det kan således ligeledes anbefales at anvende en sikkerhedsmargin på ca. 2 mm ved vurdering af afstanden til canalis mandibulae på panoramabilleder (21).

Et tredje vigtigt element ved planlægningen er orientering på billedet/scanningen, så stedet, hvor man planlægger indsættelse af et eller flere implantater, kan overføres til patienten i forbindelse med operationen. Til det formål kan anvendes en styreskinne, som er forsynet med markører eller borehuller. Styreskinnen placeres efterfølgende i munden ved operationen. Alternativt kan man foretage en intraoral overfladescanning af patientens tænder og kæber. En virtuel model kan fremstilles og projiceres til en CBCT-scanning (fusioneres), og implantatpositionen kan planlægges ved hjælp af computersoftware.

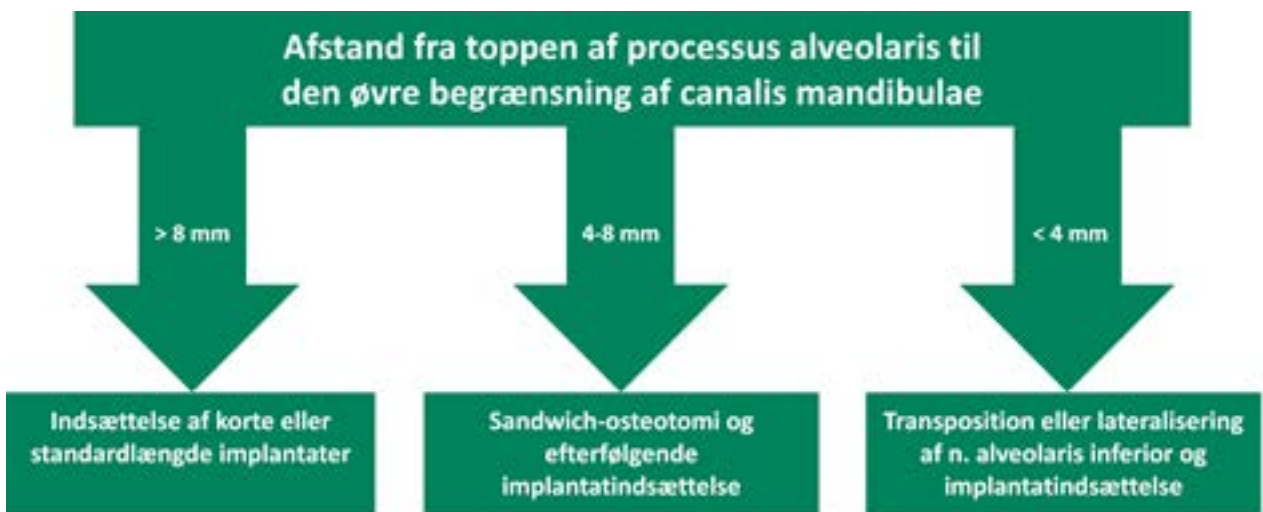
På basis heraf laves en virtuel guideskinne, som herefter kan printes i en 3-d-printer. En virtuel planlægning ved hjælp af computersoftware kan således foretages på forhånd, inklusive markørerne eller borehullerne i skinnen, som kan anvendes ved implantatindsættelsen.

### RETNINGSLINJER FOR DEN RADIOLOGISKE BEHANDLÆGNINGSPLANLÆGNING I FORBINDELSE MED IMPLANTATINDSÆTTELSE I DEN ATROFISKE POSTERIORE MANDIBEL

Omhyggelig planlægning før implantatbehandling er afgørende for at kunne træffe det rigtige valg i forhold til behandlingsmetode samt sikre et forudsigeligt behandlingsresultat med en god langtidsprognose og mindst mulig risiko for komplikationer. Dimensionerne, pladsforholdene i mandiblen og afstanden fra toppen af processus alveolaris til den øvre begrænsning af canalis mandibulae er de væsentlige parametre, som har betydning for valg af behandling. I dette temanummer vil tre behandlingsteknikker, som kan anvendes i den atrofiske posteriore mandibel, blive nærmere gennemgået involverende transposition eller lateralisering af NAI (ved en højde af processus alveolaris på ca. 0-4 mm), sandwich-osteotomi (højde på ca. 4-8 mm) og indsættelse af korte implantater (højde på > ca. 8 mm) (Fig. 7). De undersøgelsesmetoder, man vælger i forbindelse med behandlingsplanlægningen, skal gerne være til gavn for patienten og med færrest mulige ulemper. Man skal derfor arbejde ►



## Behandlingsretningslinjer



**Fig. 7.** Anbefalede behandlingsretningslinjer for implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel.  
**Fig. 7.** Recommended treatment guidelines for implant placement in the atrophic posterior mandible.

efter ALADA (As Low As Diagnostically Acceptable)-princippet (22), hvor indikationerne for en given undersøgelse og den anvendte protokol nøje skal overvejes, så man derigennem tilstræber dosisoptimering.

Ved CBCT udsættes patienten for en betydelig højere effektiv stråledosis, som ligger på 5-1000  $\mu\text{Sv}$  afhængigt af fabrikat og apparatindstillinger (23), end ved en panoraoptagelse (typisk < 10  $\mu\text{Sv}$ ). Vælges CBCT, skal man derfor reducere den effektive stråledosis så vidt muligt ved at anvende hensigtsmæssige optagelsesparametre, fx billedopløsning/voxelstørrelse, strømstyrke, spænding, eksponeringstid og strålefelt (field-of-view, FOV) (24).

I en systematisk oversigtsartikel blev det foreslået, at en tilstrækkelig god diagnostisk billedkvalitet i forbindelse med implantatplanlægning (18) kan opnås ved en voxelstørrelse på 0,3-0,4 mm. Kun få undersøgelser har vurderet brugen af low-dose og ultralow-dose protokoller i forbindelse med behandlingsplanlægning før implantatindsættelse, inklusive visualisering af relevante anatomiske strukturer (25-28), mens flere producenter af CBCT-udstyr de seneste år har promoveret deres scannere netop mhp. denne feature. Low-dose protokoller indebærer oftest, at der justeres på strømstyrken (mA), voxelstørrelsen, rotationsgraden og antallet af projektioner, men sjældnere på spændingen (kV) for at opnå dosisreduktion (29). En nyligt publiceret oversigtsartikel om anvendelse af low-dose protokoller for CBCT inden for forskellige dentale specialer konkluderede, at de fleste publicerede undersøgelser er ikkekliniske, og at der ikke findes retningslinjer fra myndighedsorganer om brugen af low-dose CBCT (29). For nuværende er der derfor ikke evidens for, at scanning med lav eller ultralav dosis giver tilstrækkelig god billedkvalitet til planlægning af

implantatbehandlinger. I den forbindelse skal det pointeres, at bifund, dvs. afvigelser og patologiske forhold, ofte gøres i et scanningsvolumen. For at kunne diagnosticere disse bifund er den opløsning, man har valgt til implantatplanlægningen, ikke altid sufficient, og en ekstra scanning kan derfor blive nødvendig. Man skal derfor overveje, om man i alle tilfælde skal scanne med en lidt højere opløsning end måske nødvendigt for den primære opgave, eller om man i specifikke tilfælde vil supplere med en ny scanning, hvis dette viser sig påkrævet i diagnosticeringssammenhæng. Denne beslutning kan bl.a. bero på patientens alder, da yngre patienter er mere strålefølsomme, og der hos disse typisk ses færre patologiske forandringer. Med den fortsatte hastige udvikling af CBCT-teknikken, som pågår i disse år, må det forventes, at man på sigt vil kunne øge billedkvaliteten ved lav dosis og dermed retfærdiggøre brugen af CBCT som standardoptagelse og som afløser for 2-d-optagelser.

En anden metode til at begrænse strålemængden er at vælge et passende strålefelt (FOV). Tilsvarende ved segmentering af panoraoptagelser bestråles kun den relevante del af kæben, samtidig med at man undgår at skulle beskrive et større scanningsvolumen end nødvendigt. Man skal være opmærksom på, at det er et lovkrav, at hele volumen bliver beskrevet og ikke kun de fund, der er relevante for implantatplanlægningen. Kvaliteten af scanningen bliver normalt også bedre ved at vælge et mindre FOV, da billedopløsningen ofte vil være højere. Er der behov for implantatbehandling posteriort i begge sider af underkæben, kan det derfor anbefales at optage to separate scanninger i sideregionerne fremfor at tage en enkelt scanning af hele underkæben.

EAO (European Association for Osseointegration) har i forbindelse med en konsensus-konference i 2011 beskrevet ret-

ningslinjer for ”diagnostic imaging” i forbindelse med diagnostik og planlægning af implantatindsættelse (30). Kortfattet kan her nævnes, at konklusionen var, 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.

I den atrofiske posteriore mandibel, som er karakteriseret ved en væsentlig reduktion af processus alveolaris’ dimensioner og formindsket plads til implantater, skønnes det, at CBCT ofte er indiceret ved behandlingsplanlægningen, da dette værktøj bedst kan visualisere de relevante anatomiske strukturer og give pålidelige mål, samtidig med at knoglens bredde kan bestemmes.

## SAMMENFATNING

Behandlingsplanlægning før implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel indebærer nøje vurdering af knoglebredden og -højden, inklusive afstanden til canalis mandibulae. Dimensionerne af processus alveolaris og pladsforholdene kan bl.a. have betydning for valget af behandlingsmetode. Et hensigtsmæssigt valg af undersøgelsesmetode, herunder røntgenoptagelser, er afgørende for ikke at udsætte patienten for unødigt røntgenbestråling samt at minimere risikoen for neurosensoriske forstyrrelser som følge af nerveskade eller intraoperative blødninger. Det kan således konkluderes, at CBCT-scanning ofte er indiceret i forbindelse med implantatindsættelse i den atrofiske posteriore mandibel med henblik på vurdering af dimensionerne af processus alveolaris, inklusive visualisering af canalis mandibulae samt nærliggende anatomiske strukturer. ♦

## ABSTRACT (ENGLISH)

### TREATMENT PLANNING IN RELATION TO IMPLANT PLACEMENT IN THE ATROPHIC POSTERIOR MANDIBLE WITH FOCUS ON THE RADIOGRAPHIC EXAMINATION

Atrophy of the posterior mandible presents challenges, when one or more teeth are to be replaced with an implant-based prosthetic restoration. The treatment strategy is influenced by several factors, including the dimensions of the alveolar ridge as well as the location of relevant anatomical structures in the floor of the mouth and the mandible. Localization of the mandibular canal is therefore of utmost importance in relation to implant placement in the atrophic posterior mandible since injury to the inferior alveolar nerve may cause neurosensory disturbances of the chin and lower lip. Thus,

careful treatment planning, including radiological identification of the mandibular canal is essential for the selection of relevant treatment modality for prosthetic rehabilitation of the atrophic posterior mandible as well as conducting the treatment with a predictable and safe treatment outcome with a good long-term prognosis and the lowest risk of complications.

In the present review, various methods for assessment of the edentulous area in the posterior mandible prior to implant treatment, including radiographic examination with special focus on the use of CBCT for localization of the mandibular canal are presented.

## LITTERATUR

- Schropp L, Jensen SS, Starch-Jensen T. Behandlingsplanlægning før lateral genopbygning af processus alveolaris med henblik på implantatbehandling. *Tandlægebladet* 2022;126:410-7.
- Jahangiri L, Devlin H, Ting K et al. Current perspectives in residual ridge remodeling and its clinical implications: a review. *J Prosthet Dent* 1998;80:224-37.
- Van der Weijden F, Dell’Acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. *J Clin Periodontol* 2009;36:1048-58.
- Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L et al. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313-23.
- Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:232-6.
- Felice P, Pistilli R, Zucchelli G et al. Decision criteria proposed for the treatment of vertical bone atrophies in the posterior mandible. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2021;41:71-7.
- de Souza LA, Souza Picorelli Assis NM, Ribeiro RA et al. Assessment of mandibular posterior regional landmarks using cone-beam computed tomography in dental implant surgery. *Ann Anat* 2016;205:53-9.
- Herranz-Aparicio J, Marques J, Almendros-Marques N et al. Retrospective study of the bone morphology in the posterior mandibular region. Evaluation of the prevalence and the degree of lingual concavity and their possible complications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2016;21:e731-6.
- ten Bruggenkate CM, de Rijke TB, Kraaijenhagen HA et al. Ridge mapping. *Implant Dent* 1994;3:179-82.
- von Arx T, Bornstein MM. The bifid mandibular canal in three-dimensional radiography: morphologic and quantitative characteristics. *Swiss Dent J* 2021;131:10-28.
- Mishra SK, Nahar R, Gaddale R et al. Identification of anterior loop in different populations to avoid nerve injury during surgical procedures – a systematic review and meta-analysis. *Oral Maxillofac Surg* 2021;25:159-74.
- Tözüm MD, Ataman-Duruel ET, Duruel O et al. Association between ridge morphology and complexity of implant placement planning in the posterior mandible. *J Prosthet Dent* 2021;125. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.07.034.
- Cantekin 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.
14. Jung YH, Cho BH. Radiographic evaluation of the course and visibility of the mandibular canal. *Imaging Sci Dent* 2014;44:273-8.
  15. Mallya SM. Projection geometry. In: Mallya SM, Lam EWN, eds. *White and Pharoah's Oral Radiology: Principles and interpretation*. 8th ed. St. Louis: Elsevier, 2019;81-8.
  16. Devlin H, Yuan J. Object position and image magnification in dental panoramic radiography: a theoretical analysis. *Dentomaxillofac Radiol* 2013;42:29951683.
  17. Schropp L, Stavropoulos A, Gotfredsen E et al. Calibration of radiographs by a reference metal ball affects preoperative selection of implant size. *Clin Oral Investig* 2009;13:375-81.
  18. Fokas G, Vaughn VM, Scarfe WC et al. Accuracy of linear measurements on CBCT images related to presurgical implant treatment planning: A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2018;29 (Suppl 16):393-415.
  19. Spin-Neto R, Costa C, Salgado DM et al. Patient movement characteristics and the impact on CBCT image quality and interpretability. *Dentomaxillofac Radiol* 2018;47:20170216.
  20. Bertram F, Bertram S, Rudisch A et al. Assessment of location of the mandibular canal: correlation between panoramic and cone beam computed tomography measurements. *Int J Prosthodont* 2018;31:129-34.
  21. Vazquez L, Saulacic N, Belser U et al. Efficacy of panoramic radiographs in the preoperative planning of posterior mandibular implants: a prospective clinical study of 1527 consecutively treated patients. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:81-5.
  22. Jaju PP, Jaju SP. Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Sci Dent* 2015;45:263-5.
  23. Ludlow JB, Timothy R, Walker C et al. Effective dose of dental CBCT – a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140197.
  24. da Silva Moura W, Chiqueto K, Pithon GM et al. Factors influencing the effective dose associated with CBCT: a systematic review. *Clin Oral Investig* 2019;23: 1319-30.
  25. Savoldi F, Yon MJ, Kwok VM et al. Accuracy of CBCT in the identification of mental, lingual, and retromolar foramina: a comparison with visual inspection of human dry mandibles. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2021;41: e277-86.
  26. Horsch L, Labis C, Trebing CT et al. Predictability and image quality of low-dose cone-beam computed tomography in computer-guided implantology: An experimental study. *J Dent* 2021;112:103744.
  27. Liljeholm R, Kadesjö N, Benchi-mol D et al. Cone-beam computed tomography with ultra-low dose protocols for pre-implant radiographic assessment: An in vitro study. *Eur J Oral Implantol* 2017;10:351-9.
  28. de Castro HS, Kehrwald R, Matheus RA et al. Influence of low-dose protocols of CBCT on dental implant planning. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2021;36:307-12.
  29. Yeung AWK, Jacobs R, Bornstein MM. Novel low-dose protocols using cone beam computed tomography in dental medicine: a review focusing on indications, limitations, and future possibilities. *Clin Oral Investig* 2019;23:2573-81.
  30. Harris D, Horner K, Gröndahl 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.



# Mere end 300 klinikker tager ikke fejl...

Med PlanOrder bruger du mindre tid på at bestille varer og sparer penge på dit materialeforbrug. Mere end 300 klinikker, store som små, nyder godt af fordelene med PlanOrder.

## Derfor vi PlanOrder

Vi oplever, at vi bruger færre penge på varer end før, så det har gjort en forskel på vores årlige indkøb  
**Greve Tandlægecenter**

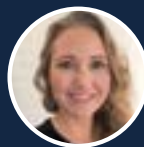
Efter vi har fået PlanOrder, er der frigtet tid til andre opgaver, hvilket giver god værdi for os i en travl hverdag.  
**Tandlæge Søren Ruf Larsen**

Det er helt sikkert et kæmpe hit, som vi alle er glade for.  
**Tandlæge Charlotte Trolle**

Jeg vil helt sikkert anbefale PlanOrder til andre klinikker – både store og små. Jeg kan ikke sige andet, end at det er genialt og smart.

**Overtandlæge Kathrine Nørgaard,  
Tandplejehuset Hillerød**

Vil du vide mere om PlanOrder? Book en uforpligtende demo på [plandent.dk/planorder](https://plandent.dk/planorder)



**Line Dalgaard**  
Salgs- og projektleder PlanOrder  
Sjælland/Fyn  
Mobil: 31 14 73 09  
[line.dalgaard@plandent.dk](mailto:line.dalgaard@plandent.dk)



**Sisell Rose**  
PlanOrder salgskonsulent  
Fyn/Jylland  
Mobil: 28 10 19 49  
[sisell.rose@plandent.dk](mailto:sisell.rose@plandent.dk)



**Jeanette Branick**  
PlanOrder salgskonsulent  
Fyn/Jylland  
Mobil: 31 16 10 63  
[jeanette.branick@plandent.dk](mailto:jeanette.branick@plandent.dk)

# Plandent