

Radiologisk undersøgelse med henblik på behandling med orale implantater

Ib Sewerin

Til vurdering af det ossøse grundlag for indsættelse af orale implantater er røntgenundersøgelse et nødvendigt led i forundersøgelsen. Valg af radiografisk metode, projektioner og antal af optagelser afhænger især af regionen for den påtænkte implantatbehandling.

I artiklen gennemgås forskellige optagelsers egnethed til tilvejebringelse af de oplysninger som er nødvendige for at tage stilling til gennemførlighed af, prognose for og tilrettelæggelse af en implantatbehandling. De fleste optagelser kræver anvendelse af større dentalrøntgenanlæg eller medicinske anlæg. Det betones at optagelser der muliggør en tredimensional fremstilling af kæbeformen ofte er nødvendige.

Røntgenundersøgelse er et uundværligt led i forundersøgelsen ved overvejelser om behandling med orale implantater. Der er langtfra altid overensstemmelse mellem form og bredde af den slimhindebeklædte processus/pars alveolaris og det ossøse underlag. Desuden er det absolut nødvendigt at kende til beliggenheden af vigtige anatomiske strukturer som canalis mandibulae og til udstrækningen af fx sinus maxillaris. Undersøgelsens art og omfang afhænger dels af regionen for den påtænkte implantatbehandling, dels af antallet af implantater.

I det følgende gennemgås de radiografiske undersøgelsesmetoder som står til rådighed ved forundersøgelse samt deres indikationsområder.

Formål

Formålet med røntgenundersøgelsen er at afklare om de anatomiske forudsætninger for placering af fiksturer i kæberne er til stede. De i det følgende anførte forudsætninger gælder muligheder for umiddelbar implantatindsættelse, idet der ved utilstrækkelige morfologiske forudsætninger altid kan overvejes sinusløft, genopbygning af processus/pars alveolaris, flytning af nervus alv. inf. mv., enten før eller i forbindelse med fiksturindsættelse.

De anatomiske forudsætninger gælder især kæbens morfologi, men også dens struktur kan være vigtig. Flere forfattere har udarbejdet klassifikationer som omfatter begge forhold til beskrivelse af kæbernes egnethed til implantatbehandling (1,2).

Kæbens morfologi

Højde – Fiksturlængden bestemmes først og fremmest af højden af processus/pars alveolaris resp. kæbens totalhøjde. Grænsen for fiksturlængden bestemmes i overkæbens sideregioner af udstrækningen af sinus maxillaris (Fig. 1A), i overkæbens frontregion af udstrækningen af cavitas nasi, og i underkæbens sideregioner af beliggenheden af canalis mandibulae. I regio 543+345 bestemmes fiksturlængden af et samspil mellem udstrækningen af sinus maxillaris og af cavitas nasi samt af ansigtshøjden. Kun i underkæbens frontregion er der fri mulighed for at udnytte totalhøjden af kæben.

Bredde – Efter tandtab ses, foruden en reduktion i højden af processus/pars alveolaris, også i mange tilfælde en udtynding i facio-oral retning, hvorved den ossøse processus/pars alveolaris enten som helhed bliver til en tynd knogleplade («hajfinne») eller ender i en tynd spids (Fig. 1B). De fleste implantater har en diameter på 3,5-4 mm. Uden forbehandling eller adjuverende behandling er en bredde af den ossøse pro-

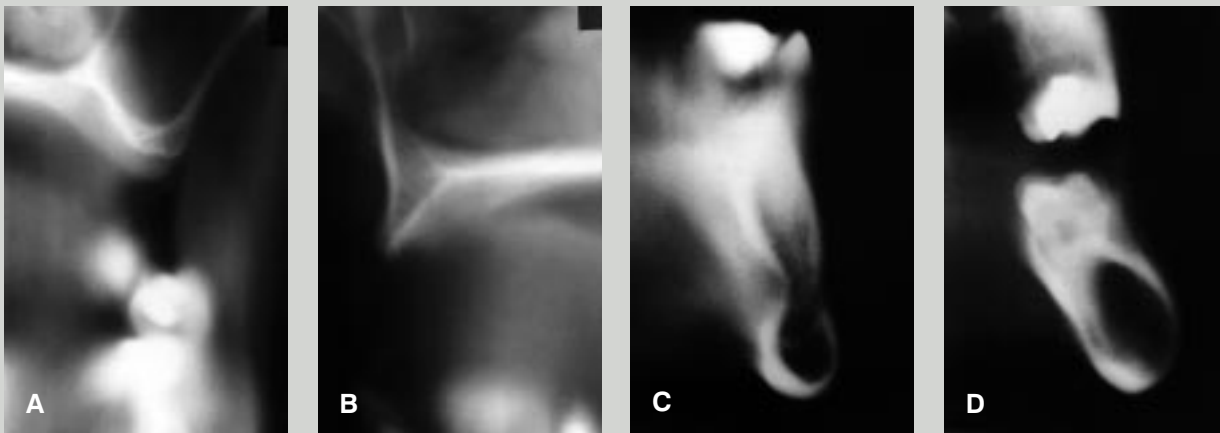


Fig. 1. Eksempler på komplicerende fund ved tomografisk røntgenundersøgelse mhp. implantatbehandling. A: Utilstrækkelig højde af processus alveolaris i regio +5. B: Kraftigt tilspidset processus alveolaris i regio +2. C: Høj, men smal mandibel med lokal lingual underskæring i regio +4. D: Utilstrækkelig knoglekvalitet (manglende substantia spongiosa) i regio +6.

Fig. 1. Examples of complicating findings by tomographic examination before oral implant treatment. A: Insufficient bone height in +5 region. B: Severely pointed alveolar ridge in +2 region. C: High, but narrow mandible with local lingual undercut in +4 region. D: Insufficient bone structure (no trabecular bone) in -6 region.

cessus/pars alveolaris på 5-6 mm derfor en afgørende forudsætning for implantatindsættelse.

Form – Selvom højden og bredden af processus/pars alveolaris er tilstrækkelig, kan formen være så uhensigtsmæssig at fiksturindsættelsen vanskelig- eller umuliggøres. Processus alveolaris kan fx i overkæbens frontregion have faciale underskæringer.

I underkæbens sideregioner ses ofte linguale underskæringer. Yderligere forekommer ofte lokale konkaviteter. I underkæbens hjørnetandsregion ses en systematisk forekommende konkavitet der benævnes ABMD (*anterior buccal mandibular depression*). Littner et al. (3) fandt en hyppighed af denne variation hos 32% af en gruppe 60-90-årige.

Hældning – Det kan også være en komplicerende faktor at den vertikale akse af processus/pars alveolaris har en hældning som ikke harmonerer med den ud fra et klinisk synspunkt ønskede indskudsretning for fiksturen. I overkæbens frontregion ses ofte en udtalt facial hældning af processen. Det er endvidere karakteristisk at den faciale knoglelamel i den betandede frontregion i overkæben er ganske tynd, mens den palatinale knogle er kraftig. En naturlig fortand i overkæben sidder derfor facialt »forskudt«, mens en fikstur må placeres centralt i kæben og dermed får en mere anteriort rettet hældning.

I underkæbens sideregioner ses toppen af pars alveolaris

ofte forskudt i lingual retning, hvorved der opstår linguale underskæringer, således at indskudsretningen for en fikstur bliver mere skrå end ønskeligt ud fra kosmetiske, protetiske og/eller belastningsmæssige hensyn. Det skal dog anføres at vinklede abutments, som indebærer en kompensation for en skrå indskudsretning, er tilgængelige i dag.

Kæbens struktur

Foruden kæbens morfologi har også kæbens ossøse struktur stor betydning (Fig. 1D). Faktorer som indgår i vurdering af strukturen er 1) tykkelsen af substantia corticalis, 2) volumen af substantia spongiosa og 3) tætheden af maskerne i substantia spongiosa. Hos kvinder findes generelt et mindre volumen og en løsere struktur, men variationen fra individ til individ er meget betydelig (4) – og tilsyneladende uforudsigelig ud fra kliniske forhold.

En kraftig og tætmasket substantia spongiosa betyder gunstige betingelser for en stabil fiksering af en fikstur i knoglen og dermed gunstige indhelingsvilkår. Tilsvarende betyder en kraftig substantia corticalis øgede muligheder for en stabil fiksering og – især i underkæbens frontregion – for en forankring i den basale substantia corticalis (bikortikal forankring).

De radiografiske metoders pålidelighed

Forundersøgelsen kan udføres med en række metoder og projektioner. Visse oplysninger kan tilvejebringes med al-

mindeligt dentalrøntgenudstyr, men i de fleste tilfælde kræves brug af større dentalrøntgenanlæg og/eller medicinske røntgenanlæg. Metoderne er anført i Tabel 1.

Da røntgenbillederne skal anvendes til målinger, og da der stilles store krav til målingernes nøjagtighed, er det af største vigtighed at kende til pålideligheden af optagelserne. I det følgende kommenteres almene forhold vedr. radiografisk fremstilling af kæberne med anvendelse af forskellige metoder.

Dimensioner

De i Tabel 1 to førstnævnte metoder (intraoral optagelse, panoramaoptagelse) resulterer i en todimensional fremstilling af kæberne, som kun tillader bedømmelse af kæbens højde. De øvrige vil som supplement eller i sig selv resultere i en tredimensional kortlægning af kæbens morfologi.

Forstørrelse

Alle summationsoptagelser viser en forstørrelse, som afhænger af de indbyrdes afstande mellem fokus, objekt og film. På intraorale optagelser ses typisk en forstørrelse i størrelsesordenen 10% (ved fx 27,5 cm fokus-film-afstand og 2,5 cm objekt-film-afstand), men forstørrelsen varierer med enhver ændring i de indbyrdes afstande.

Pga. den meget korte fokus-objekt-afstand viser panorama-

optagelser (Fig. 2) typisk en forstørrelse på 20-30%. Yderligere varierer forstørrelsesgraden kraftigt ved selv små variationer i objekt-film-afstand. En følge er at også små ændringer i kipningen af patientens hoved vil påvirke forstørrelsesgraden (5). Mål aflæst på panoramaoptagelser er derfor upålidelige og må kun betragtes som retningsgivende.

Udstyr til kraniefotografering (»kranieborde«) er ligeledes karakteriseret ved ret kort fokus-objekt-afstand, fx 100 cm. Afhængig af patientens halslængde, skulderbredde og korpus kan objekt-film-afstanden ved optagelser af kæberne variere betydeligt. Der må derfor på optagelser med dette udstyr regnes med en forstørrelse på ca. 20%, men med betydelige udsving.

Til gengæld er mål på tomogrammer målfaste. Forstørrelsesgraden kan være betydelig (fx op til 70%), men afstanden mellem 1) fokus, 2) omdrejningspunktet for centralstrålen og 3) filmen er konstant, og forstørrelsesgraden er derfor ens fra optagelse til optagelse.

CT-skan er ligeledes målfaste. De kan forstørres eller formindskes efter behag på computerskærmen, og den nøjagtige forstørrelsesgrad kan direkte aflæses.

Distorsion

Distorsion (fortegning, forvrængning) optræder ved alle summationsbilleder af tredimensionale objekter. Distorsionsgra-

Tabel 1. Radiografiske metoder til brug ved forundersøgelse til behandling med orale implantater med anførsel af de væsentligste indikationsområder.

Metode	Indikationsområde
Intraoral dentaloptagelse	Alle implantatbehandlinger: Supplement til øvrige optagelser til vurdering af 1) knoglestruktur, 2) marginalt knogleniveau og 3) canalis incisivus (overkæbens frontregion)
Panoramaoptagelse	Alle implantatbehandlinger: Vejledende oversigt til vurdering af knoglehøjde i begge kæber Vejledende oversigt til generel vurdering af tandstatus
Profiloptagelse af kæberne	Alle implantatbehandlinger i frontregionen: Til vurdering af 1) kæbernes hældning og indbyrdes relationer og 2) afstand til cavitas nasi (overkæben) Alternativ til tomografi i frontregionen til vurdering af knoglebredde og -form
Konventionel tomografi	Implantatbehandlinger med op til otte implantater: Til vurdering af knoglehøjde, -bredde og -form
Tangentiel optagelse af regio 3+3/3÷3	Implantatbehandling i hjørnetandsregionen: Til vurdering af knoglehøjde, -bredde og -form (alternativ til konventionel tomografi)
CT-skanning	Fuldkæberekonstruktioner (> otte implantater) hos tandløse: Til vurdering af knoglehøjde, -bredde og -form

den øges ved vinklinger af objektets akse i forhold til filmplanet.

Af optagelserne nævnt i Tabel 1 er tomogrammer og CT-skanninger de eneste som ikke viser distorsion.

Skarphed

Intraorale optagelser viser den højeste grad af detaljesharphe-
hed. Summationsbilleder udført med brug af forstærknings-
skærme har generelt en lavere opløsning. Tomogrammer og
CT-skan fremtræder med en betydelig uskarphed, som er en
følge af de særlige principper som gælder for billedannelsen
ved de to teknikker.

Indikationer

I Tabel 1 er anført hovedindikationerne for de enkelte radio-
grafiske metoder til fremstilling af kæberne ved implantatbe-
handling. Indikationerne er i bred overensstemmelse med fx
nyligt publicerede retningslinjer fra the American Academy
of Oral and Maxillofacial Radiology (6) og fra Faculty of
General Dental Practitioners (UK) (7). I det følgende kom-
menteres metodernes fordele og mangler.

Intraorale optagelser

Pga. den store detaljerigdom anbefales intraorale optagelser
som supplement til panoramaoptagelser og tomografier, hvor
der ønskes detaljer om knoglestrukturen. Det er vist at det
ved anvendelse af referencefilm er muligt at bestemme trabe-
kelstrukturen med stor nøjagtighed på intraorale film (8). Ved
planlægning af implantatbehandling i overkæbens frontre-
gion er intraorale optagelser nødvendige for at klarlægge
bredde og forløb af canalis incisivus.

Pga. af distorsionen i panoramaradiogrammerne vil fo-

ramen mentale ofte projiceres i dorsal retning på disse, mens
en intraoral optagelse vil vise den sande mesio-distale pla-
cering.

En ulempe ved de intraorale optagelser er distorsionen i
vertikalplanet som især i den tandløse mund kan blive be-
tydelig pga. en ofte meget skrå filmplacering. De er derfor
mindre egnede til vurdering af knoglehøjde.

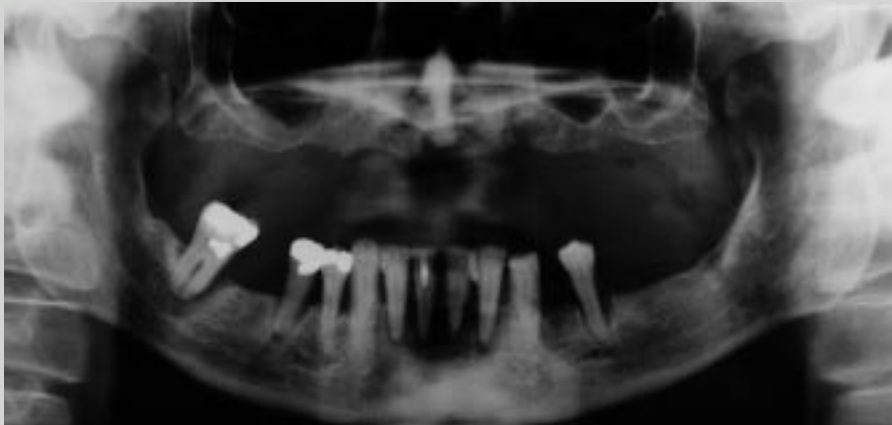
Panoramaoptagelse

Knoglemål – Ved en panoramaoptagelse opnås et værdifuldt
overblik over den samlede kæbemorfologi. Optagelsen har
sin største værdi ved fremstilling af underkæben samt ved
fremstilling af overkæbens sideregioner. Panoramabilledet
giver ofte et fremragende overblik over forløbet af canalis
mandibulae, idet den kan overskues i hele sit forløb. Ved
mindre tydeligt aftegnede dele af kanalen er det ofte muligt at
ekstrapolere forløbet fra tydeligere aftegnede afsnit.

I overkæbens frontregion ses en forstyrrende overlapning
af halshvirvlerne og af den ydre næse, og aftegningen af
næsehulens bund er særdeles upålidelig.

En yderligere ulempe er den ikke-målfaste forstørrelse.
Reddy et al. (9) sammenlignede forundersøgelser med panora-
mabilleder alene med undersøgelser hvor der anvendtes bå-
de panoramabilleder og tomografiske billeder. Konklusionen
var at panoramabillederne alene var upålidelige, og at det ved
anvendelse af tomografi var muligt at fastlægge fiksturlæng-
derne med langt større sikkerhed.

Bolin & Eliasson (10) målte knoglehøjder i overkæben i
forhold til sinus maxillaris og til cavitas nasi på panoramara-
diogrammer og sammenlignede målene med højdemål på
tomogrammer, hvor der kun registreredes højder af implan-
tatsteder som havde en minimumsbredde på 5 mm. På pa-



*Fig. 2. Eksempel på panoramaopta-
gelse. Optagelsen giver et fortrinligt
overblik. Forløbet af canalis
mandibulae kan fastlægges med
stor sikkerhed, men mandiblens
bredde og form kan ikke vurderes.*

Fig. 2. Example of panoramic
radiograph, providing an
excellent overview. The local-
ization of the mandibular canal
can be determined with great
accuracy, but width and shape
of the mandible are not read-
able.

noramabillederne målt en gennemsnitlig højde på 11,9 mm, men det var ikke muligt at aflæse knoglens bredde, og dermed den reelt mulige fiksturlængde. På tomogrammerne androg den gennemsnitlige disponible højde 8,2 mm. En tilsvarende undersøgelse udført på underkæber viste en lignende overestimering af den disponible knoglehøjde på panoramaradiogrammer (11).

Almen oversigt – Foruden at panoramaoptagelsen giver et overblik over knoglehøjder og beliggenheden af vigtige anatomiske strukturer, fungerer den samtidig som et overblik over tandsættet som helhed. Ved implantatbehandlinger, der jo er ret dyre behandlinger, er det af særlig betydning at de indgår i en helhedsplanlægning, og at hverken tandlæge eller patient senere udsættes for behandlingsmæssige overraskelser der kan reducere værdien af en tidligere udført implantatbehandling. En panoramaoptagelse er derfor en nødvendig basis ved planlægning af de fleste behandlinger med orale implantater. Undtagelser er fx en ung patient med et næsten intakt tandsæt som har mistet en fortand pga. et traume.

Profiloptagelse

En profiloptagelse af kæberne udført i cefalostatustyr eller med kraniebord er værdifuld til overblik over de indbyrdes relationer mellem over- og underkæben. Optagelsen viser tydeligt hældningen af processus og pars alveolaris i forhold til hinanden, og hvis optagelsen udføres i hvilestilling, opnås samtidig et godt overblik over forholdet mellem fiksturlængder og de senere kliniske kroners længde. Profilo-optagelsen er todimensional, men viser et snitbillede af kæben i midtsagittalplanet.

Tangentiel optagelse

Den tangentielle optagelse (Fig. 3) er særligt egnet i hjørnetandsregionerne og er derfor en hensigtsmæssig og nem undersøgelse ved planlægning af behandling med hybridprotese, retineret på implantater i regio 3÷3. Den tangentielle optagelse er todimensional, men viser et snitbillede af hjørnetandsregionen og dermed både højde, bredde og form af mandiblen, og den kan således benyttes som alternativ til tomografi.

Sewerin & Skov (12) fandt forskelle på op til 14 mm mellem maksimale knoglemål på panoramaoptagelser og den effektive disponible knoglehøjde på tangentielle optagelser i regio 3÷3, hvor dels knoglebredde, dels form blev taget i betragtning. Kæbens form har afgørende betydning for indskudsretningen af fiksturen og dermed for fiksturlængden (Fig. 4).

Konventionel tomografi

Ved tomografi, enten i form af klassisk tomografi (lineær eller hypocykloidal) eller med anvendelse af nyere multimodale apparater som fx Scanora (Soredex/Orion, Finland), der udfører spiral tomografi, er det muligt at fremstille snitbilleder af en hvilken som helst region af kæberne (13,14). Optagelserne er derfor suveræne mht. at fremstille ikke blot kæbehøjde, -bredde og -form, men også relationer til sinus maxillaris, cavitas nasi og canalis mandibulae (Fig. 5).

Metoden anses samtidig for den bedste mht. at lokalisere canalis mandibulae. Lindh (13) sammenlignede identifikation af canalis mandibulae på henholdsvis panoramabilleder, konventionelle hypocykloide tomogrammer, konventionelle spiraltomogrammer, og reformaterede CT-skan. En tydelig fremstilling af kanalen sås på 47-53% af tomogrammerne, mens det kun var tilfældet på 25% af panoramabillederne og på 18% af de reformaterede CT-skan.

Tomogrammer viser en forstørrelse på op til 40-70% afhængig af fabrikat, men en stor fordel ved tomogrammer er at de er målfaste og ikke viser distorsion som fx panoramaoptagelser. Tolkningen af tomogrammer er imidlertid vanskelig og kræver øvelse, og der er påvist en særdeles høj interobservervariabilitet (16,17). Der knytter sig især problemer til den præcise fastlæggelse af den kranielle afgrænsning af pars alveolaris (17).

I visse tilfælde synes behovet for en tredimensional fremstilling mindre påkrævet. Det gælder i tilfælde hvor implantatbehandling overvejes i en region hvor der i forvejen sidder en tand, primær eller permanent, eller blot en rod. Dette er delvis en garanti for at processus/pars alveolaris har den fornødne bredde. Imidlertid kan ændringer i bredde være vanskelige at forudsige hvis der går en tid fra ekstraktion til fiksturindsættelse. Desuden kan patologiske tilstande omkring tanden have medført destruktion af fx den faciale knoglelamel efter ekstraktionen.

Den mest hensigtsmæssige indskudsretning er under alle omstændigheder vanskelig at vurdere på en todimensional optagelse. I overkæbens frontregion er den faciale knogle således særdeles tynd, og den faciale del af tændernes rødder og deres apices er lokaliseret tæt på den faciale knoglelamel, mens knoglen palatinalt for rødderne er tyk. For at udnytte knoglens bredde bedst muligt skal indskudsretningen af et implantat oftest rettes langt mere skråt i palatinal retning i forhold til hældningen af den naturlige tands vertikale akse. Tilsvarende kan linguale underskæringer i underkæbens sideregioner forstyrre det frie valg af indskudsretning.

Selvom tilstedeværelsen af en tand/rod delvis garanterer en tilstrækkelig bredde af processus/pars alveolaris, er der således alligevel ofte behov for en tredimensional fremstilling



Fig. 3. Eksempel på tangentielt optagelse visende regio 3+ og 3-. Fremstillingen kan ækvivalere med en tomografi og giver udmærkede oplysninger ved planer om hybridprotese baseret på implantater i hjørnetandsregionen.

Fig. 3. Example of tangential view depicting 3+ and 3- regions. The image equivalates a tomographic image and provides good information in planning of an overdenture supported by implants in the canine region.

af kæbens morfologi. I overkæbens frontregion kan en lateral optagelse af kæberne erstatte en tomografisk optagelse, idet den kan vise tændernes hældning i forhold til processus alveolaris i sagittalplanet.

Tomografi kan udføres som enkeltsnit eller som simultane snit (gerne fire) visende et udsnit af kæben; ved fremstilling af større afsnit af kæberne er det nødvendigt med flere snitserier.

I tilfælde hvor man er sikker på en tilstrækkelig højde af processus/pars alveolaris, kan røntgenundersøgelsen i en del tilfælde erstattes af en slimhindetykkelsesmåling og indtegnning på en gennemsavet model.

CT-skanning

Ved CT-skanning kan man i én optagelse fremstille en hel kæbe (over- eller underkæbe), og der kan på computeren vælges et frit antal snit i frit valgte regioner (Fig. 6). Op-løsningen er mindre god sammenlignet med et detaljerigt intraoralt billede og med konventionelle summationsbilleder

foretaget med forstærkningsskærme, men CT-skannenes store fordel er at man på computeren frit kan vælge sine snit, og at optagelserne er målfaste.

En yderligere fordel ved digitaliserede optagelser er at det er muligt på skærmen at udføre behandlingssimulationer ved forsøgsvis at indkopiere skematiske fiksturfigurer i billederne af kæberne.

En afgørende begrænsning i anvendelsen af CT-skanning er imidlertid den forstyrrende effekt af metalelementer i tænder, spec. hvis der forekommer rodstifter af metal. CT-skanning kommer derfor oftest kun på tale hos totalt tandløse patienter.

Det er ud fra CT-skan muligt at konstruere tre-d-modeller af kæberne i naturlige størrelsesforhold. Metoden er kompliceret og dyr og bør reserveres helt specielle tilfælde som fx indbefatter større kæberekonstruktioner eller -korrektioner. Modellerne viser endvidere kun kæbernes ydre morfologi og ikke beliggenheden af indre anatomiske strukturer.

Orientering i tandløse kæber

Det kan være vanskeligt at orientere sig på tomogrammer og CT-skan af tandløse kæber. Det anbefales derfor ved optagelsen at placere en form for markører på processus/pars alveolaris som vil blive gengivet på billederne, og som bagefter kan tjene til markering af snittenes nøjagtige beliggenhed.

Ved konventionel tomografi er en ofte anvendt metode at fremstille en skinne eller basisplade, og at indlejre nogle små metalkugler i denne. Kuglerne skal være ca. 2 mm i diameter.

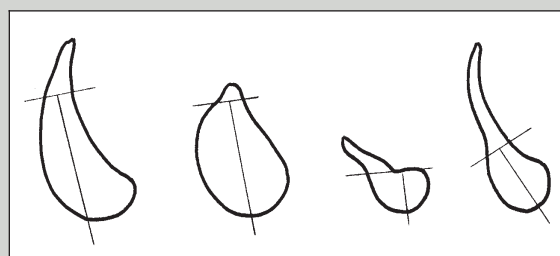


Fig. 4. Variation i knogleform i midtlinjen i underkæben fundet blandt 20 konsekutivt undersøgte patienter. De horizontale linjer angiver den effektive disponible knoglehøjde, som afhænger af dels knogleform, dels indskudsregning. (Fra Sewerin & Skov (11)).

Fig. 4. Variations in bone morphology in the midline of the mandible registered among 20 consecutively examined patients. The horizontal lines indicate the effective usable bone height, which depends on bone morphology as well as direction of insertion. (From Sewerin & Skov (11)).

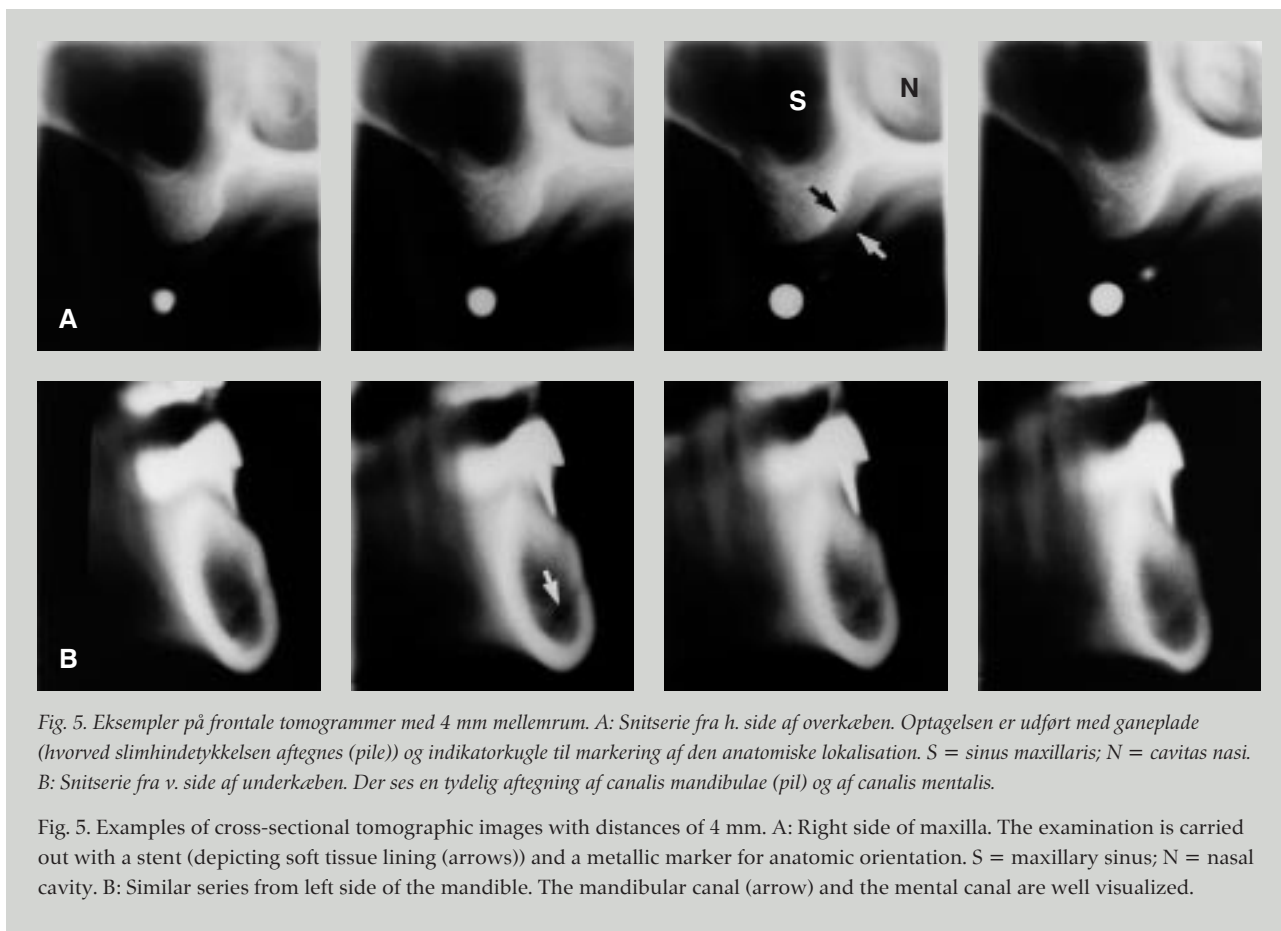


Fig. 5. Eksempler på frontale tomogrammer med 4 mm mellemrum. A: Snitserie fra h. side af overkæben. Optagelsen er udført med ganeplade (hvorved slimhindetykkelsen aftegnes (pile)) og indikatorkugle til markering af den anatomiske lokalisation. S = sinus maxillaris; N = cavitas nasi. B: Snitserie fra v. side af underkæben. Der ses en tydelig aftegning af canalis mandibulae (pil) og af canalis mentalis.

Fig. 5. Examples of cross-sectional tomographic images with distances of 4 mm. A: Right side of maxilla. The examination is carried out with a stent (depicting soft tissue lining (arrows)) and a metallic marker for anatomic orientation. S = maxillary sinus; N = nasal cavity. B: Similar series from left side of the mandible. The mandibular canal (arrow) and the mental canal are well visualized.

Hvis de er større, vil de spænde over flere tomografiske snit, hvorved man mister orienteringen, og hvis de er mindre, kan man risikere at de slet ikke rammes på nogle af snittene. Det kan være hensigtsmæssigt at anvende en type basisplade eller et akrylmateriale som har en let radiopacitet, hvorved man som supplerende oplysning får en tydelig fremstilling af slimhindetykkelsen.

Ved CT-skanning er det uhensigtsmæssigt at anvende metalkugler. I stedet anbefales det at anvende små markører af radiopak guttaperka eller glaskugler.

For at kunne skelne mellem forskellige markører anbefales det at gøre dem indbyrdes identificerbare. Ved konventionel tomografi kan man placere små stifter skiftevis facialt og lingualt for kuglerne. Ved CT-skanning kan man variere med skiftevis én og to kugler ved siden af hinanden i faciolingual retning.

Der anvendes i stigende omfang boreskinner ved indsættelse af fiksturer. De fremstilles på modeller efter tentativ opstilling af de færdige kroner. Herved sikres overensstem-

melse mellem fiksturplaceringen og kravene til den færdige kroneerstatning. Ved røntgenfotografering af boreskinner på plads i munden og med markering af borehullerne kan placering og retning af disse kontrolleres inden operationen (18,19).

Økonomiske og strålehygiejniske overvejelser

Ved valg af radiografisk metode indgår foruden kravet til undersøgelsesresultatet også hensyn til tidsforbrug, patientvenlighed, økonomi og – ikke mindst – strålebelastning. I henhold til Sundhedsstyrelsens bekendtgørelser om såvel større dentalrøntgenanlæg som medicinske røntgenanlæg skal alle doser holdes så lave som det med rimelighed er muligt, under hensyn til de ønskede diagnostiske resultater.

CT-skanning resulterer i en optimal information med et begrænset tidsforbrug, og optagelsen udføres under meget patientvenlige omstændigheder. Selvom den kræver dyrt specialudstyr og dermed er dyr i udførelse, kunne det være fristende at vælge denne undersøgelse frem for andre til patienter

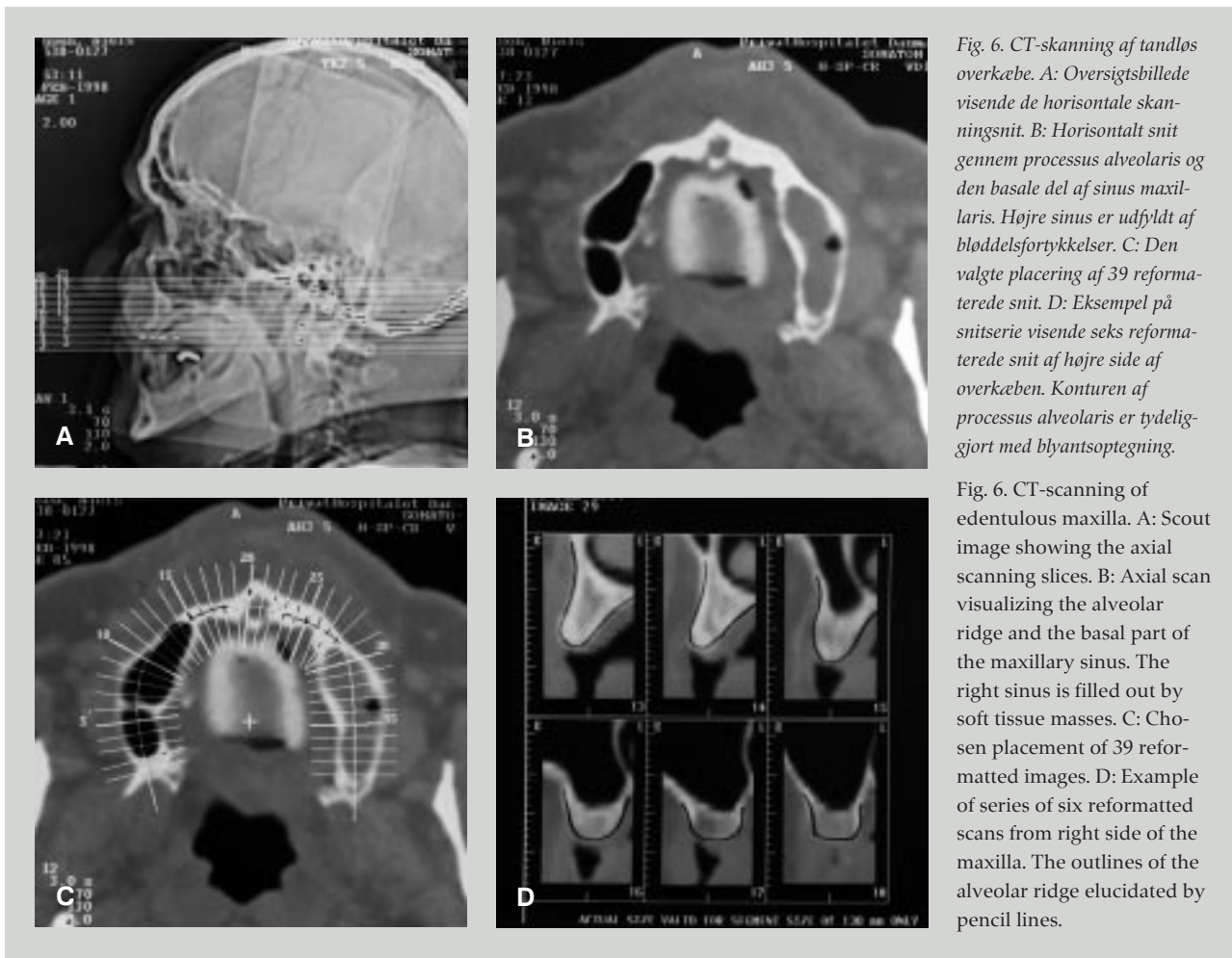


Fig. 6. CT-skanning af tandløs overkæbe. A: Oversigtsbillede visende de horisontale skanningsnit. B: Horisontalt snit gennem processus alveolaris og den basale del af sinus maxillaris. Højre sinus er udfyldt af bløddelsfortykkelser. C: Den valgte placering af 39 reformaterede snit. D: Eksempel på snitserie visende seks reformaterede snit af højre side af overkæben. Konturen af processus alveolaris er tydeliggjort med blyantsoptegning.

Fig. 6. CT-scanning of edentulous maxilla. A: Scout image showing the axial scanning slices. B: Axial scan visualizing the alveolar ridge and the basal part of the maxillary sinus. The right sinus is filled out by soft tissue masses. C: Chosen placement of 39 reformatted images. D: Example of series of six reformatted scans from right side of the maxilla. The outlines of the alveolar ridge elucidated by pencil lines.

hvor de økonomiske omkostninger er af mindre betydning.

Dosisbelastningen ved CT-skanning er imidlertid langt højere end ved traditionelle radiografiske undersøgelser. Scaf *et al.* (20) fandt effektive doser der i forskellige regioner varierende mellem 26 og 189 μSv ved konventionel tomografi, og mellem 1.202 og 3.324 μSv ved CT-skanning. Sandsynligheden for stokastiske stråleskader var på tilsvarende vis dramatisk forhøjet ved brug af CT-skanning.

CT-skanninger kan derfor ikke anbefales som standardundersøgelse, men bør begrænses til tilfælde hvor den øgede strålebelastning står i rimeligt forhold til det diagnostiske udbytte. De kommer derfor kun på tale ved planlægning af komplicerede tilfælde og ved fuldkæbeløsninger, især hos tandløse patienter (20). American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (6) anser det for indiceret at anvende CT-skanning ved otte implantater eller flere (jf. Tabel 1), uden at det skal opfattes som andet end en vejledende grænse.

Sammenfatning

»Røntgenbilleder lyver ikke«, men fremstillingen og graden af pålidelighed afhænger af metoden og dens billeddannende princip. Det er særlig vigtigt at gøre sig disse forhold klart når undersøgelsen vedrører planlægning af behandling med orale implantater.

Ingen af de i Tabel 1 nævnte metoder er den suverænt bedste og alle øvrige metoder overlegne. Metoderne har hver deres styrke og svaghed, og de optimale forundersøgelsesresultater opnås oftest ved en kombination af flere metoder.

Panoramaundersøgelser er mindre pålidelige og viser kun kæberne i en todimensional gengivelse. Anvendt alene resulterer de generelt i en overestimering af den disponible knoglehøjde til implantatindsættelse. De bør oftest suppleres med tomogrammer.

CT-skanning bør reserveres til komplicerede tilfælde og til fuldkæbeløsninger, især hos tandløse patienter.

English summary

Radiographic examination for planning of oral implant treatment

Radiography is an essential part of the examination aimed at providing information of possibilities for installation of oral implants. The choice of radiographic method and the number of exposures depend on the region in question and the planned number of implants.

Indications are discussed for the following methods: Dental, panoramic, skull (lateral, tangential), and tomographic radiography and for CT-scanning.

It is emphasized that a three-dimensional image of jaw anatomy (combined views or tomography) is mandatory in most cases, and that panoramic radiographs are unreliable for measurements and can only serve as surveys.

Radiation doses are to be considered. CT-scanning results in highly elevated doses and should be reserved for complicated cases and total reconstructions of edentulous jaws.

Litteratur

1. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. Tissue-integrated prostheses. Osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence; 1985. p. 199-209.
2. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988; 17: 232-6.
3. Littner MM, Kaffe I, Arensburg B, Calderon S, Levin T. Radiographic features of anterior buccal mandibular depression in modern human cadavers. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24: 46-9.
4. Ulm CW, Kneissel M, Hahn M, Solar P, Matejka M, Donath K. Characteristics of the cancellous bone of edentulous mandibles. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8: 125-30.
5. Batenburg RHK, Stellingsma K, Raghoobar GM, Vissink A. Bone height measurements on panoramic radiographs. The effect of shape and position of edentulous mandibles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84: 430-5.
6. American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Tyndall DA, Brooks SL, editors. Criteria for dental implant site imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89: 630-7.
7. Faculty of General Dental Practitioners (UK), the Royal College of Surgeons of England. Selection criteria for dental radiography. Nottingham: Penn Advertising and Marketing; 1998. p. 53-7.
8. Lindh C, Petersson A, Rohlin M. Assessment of the trabecular pattern before endosseous implant treatment. Diagnostic outcome of periapical radiography in the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82: 335-43.
9. Reddy MS, Mayfield-Donahoo T, Vandervan FLL, Jeffcoat MK. A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants. *Clin Oral Implants Res* 1994; 5: 229-38.
10. Bolin A, Eliasson S. Panoramic and tomographic dimensional determinations for maxillary osseointegrated implants. *Swed Dent J* 1995; 19: 65-71.
11. Bolin A, Eliasson S, von Beetzen M, Jansson L. Radiographic evaluation of mandibular posterior implant sites: correlation between panoramic and tomographic determinations. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7: 354-9.
12. Sewerin I, Skov SJ. En sammenligning af to metoder til præoperativ røntgenundersøgelse ved behandling med osseointegrerede implantater i underkæbens frontregion. *Tandlægebladet* 1992; 96: 331-5.
13. Hallikainen D, Gröndahl H-G, Kanerva H, Tammissalo E. Optimized sequential dentomaxillofacial radiography. The Scanora concept. Helsinki: Yliopistopaino; 1992.
14. Tammissalo E, Hallikainen D, Kanerva H, Tammissalo T. Comprehensive oral x-ray diagnosis: Scanora multimodal radiography. A preliminary description. *Dentomaxillofac Radiol* 1992; 21: 9-15.
15. Lindh C. Radiography of the mandible prior to endosseous implant treatment. Localization of the mandibular canal and assessment of trabecular bone (thesis). Malmö: Lunds Universitet; 1996.
16. Butterfield KJ, Dagenais M, Clokie C. Linear tomography's clinical accuracy and validity for presurgical dental implant analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84: 203-9.
17. Ekestubbe A, Gröndahl H-G. Reliability of spiral tomography with the Scanora technique for dental implant planning. *Clin Oral Implants Res* 1993; 4: 195-202.
18. Weinberg LA, Kruger B. Three-dimensional guidance system for implant insertion: Part I. *Implant Dent* 1998; 7: 81-91.
19. Mizrahi B, Thunthy KH, Finger I. Radiographic/surgical template incorporating metal telescopic tubes for accurate implant placement. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998; 10: 757-65.
20. Scaf G, Lurie AG, Mosier KM, Kantor ML, Ramsby GR, Freedman ML. Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83: 41-8.

Forfatter

Ib Sewerin, docent, dr.odont.

Afdeling for Radiologi, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet