

Anatomiske variationer af anteriore mandibulære nerveforløb med betydning for implantatindsættelse

En litteraturoversigt

Ib Sewerin

Iatrogene beskadigelser af n. alveolaris inf. og dens grene kan i forbindelse med implantatbehandling medføre neurosensoriske gener for patienterne, og de bør forebygges bedst muligt.

Canalis mentalis og foramen mentale, som markerer lokalisering og forløb af n. mentalis, samt fortsættelsen af canalis mandibulae mesialt for afgivelsen af n. mentalis er anatomiske strukturer, hvis identifikation er vigtig for tandlægen ved implantatbehandling i underkæbens anteriore del.

Der forekommer imidlertid forskellige anatomiske variationer af disse strukturer, og samtidig er de vanskelige at identificere ved billedundersøgelser. Yderligere kan projektionsmæssige forhold ved intraorale optagelser og ved panoramaradiografi resultere i misvisninger mht. til strukturernes lokalisering og forløb.

I artiklen redegøres for de anatomiske variationer af nervebanerne i underkæbens præmolar-, hjørnetands- og incisivregion, herunder af den omdiskuterede anteriore slynge af canalis mentalis og af den terminale gren af n. alveolaris inf., samt for kutane følger af beskadigelse af disse strukturer.

Forholdsregler til imødegåelse af neurosensoriske skader opsummeres. Af hensyn til patienternes accept af behandlingsresultatet og til forebyggelse af klage- og erstatningssager understreges betydningen af, at patienterne informeres videst muligt om mulige bivirkninger.

Iatrogene beskadigelser af n. alveolaris inf. og dens grene kan medføre gener for patienterne i form af kutan hyp-, par- eller anæstesi af underlæben og af hagerregionen.

Nervebeskadigelse kan opstå i forbindelse med forskellige operative indgreb, fx kirurgisk endodonti i præmolarregionen med blottlægning af n. mentalis. Ved tæt relation mellem tændernes apices og nerverne er der endvidere risiko for læsion i forbindelse med konventionel endodontisk behandling. Den største risiko i dagens odontologiske praksis er imidlertid knyttet til implantatbehandling i underkæben.

Nerveforløbet anteriort i underkæben viser flere anatomiske variationer, herunder slynger af n. mentalis, og en variabel fortsættelse af n. alveolaris inf. - begge strukturer, som kan være særdeles vanskelige at identificere ved billedundersøgelser.

Formål

Formålet med artiklen er at belyse variationer i lokaliseringen af n. mentalis og n. alveolaris inf.s anteriore gren samt forhold, som influerer på den radiografiske fremstilling af foramen mentale, canalis mentalis og det anteriore forløb af canalis mandibulae mhp. at forebygge nerveskader ved direkte indsættelse af implantater i underkæbens præmolar- og hjørnetandsregion.

Anatomi

Canalis mandibulae og n. alveolaris inf.

N. alveolaris inf. afgår fra n. mandibularis og passerer ind i mandiblen gennem foramen mandibulae. Den fortsætter anteriort gennem canalis mandibulae inferior for underkæbemolarerne. Nerven innerverer underkæbens molarer og præmolarer i forløbet frem til n. mentalis.

Hos visse individer er kanalen i den betandede kæbe lokaliseret i tæt relation til underkæbemolarernes rødder, og i andre tilfælde kan den være beliggende i afstand fra disse og tæt på basis mandibulae (1-3).

Canalis mentalis og n. mentalis

I præmolarregionen deles canalis mandibulae i en kanal, der i henhold til de klassiske anatomibøger forløber lateralt, opad og bagud, og som rummer n. mentalis, og i en anterior fortsættelse (4,5). Den laterale kanal benævnes gerne canalis mentalis, men termen er ikke officiel.

Efter at være udmundet gennem foramen mentale deler n. mentalis sig i tre mindre grene (rami mentales, labiales og gingivales). To grene forløber fremad og opad og danner et plexus, der innerverer den faciale gingiva og under-

læben. Den tredje gren perforerer musculus depressor anguli oris og platysma og innerverer hagens hud (6).

Det er beskrevet, at det er muligt klinisk at visualisere n. mentalis ved at komprimere slimhinden i kind og læbe ud for foramen mentale med fx en klar plastplade (7), men metoden anses for usikker.

Den anteriore slynge af canalis mentalis

Traditionelt beskrives forløbet af canalis mentalis som lateralt, opad og bagud (4,5). Herved bliver foramen mentale lokaliseret dorsalt for nervens udspringssted (Fig. 1). Slyngen benævnes i den engelsksprogede litteratur oftest »the anterior loop«. Rothman (8) anvendte betegnelsen kanals »genu«, og Solar et al. (9) hæftede betegnelsen »siphon« (= hævert) på forløbet.

Hyppighed - Der er i litteraturen varierende meddelelser om hyppigheden af denne slynge (8-15). Ved undersøgelser af knoglepræparater og kadavere er fundet hyppigheder af en anterior slynge på 0 % (16), 28 % (17), 37 % (14), 60 % (9), 63 % (18), 67 % (10), 88 % (15), 92 % (11) og 100 % (19).

Ved direkte inspektion i forbindelse med operativ blotlægning af n. alveolaris inf. (58 patienter) fandt Rosenquist (20) en hyppighed af en anterior slynge på 13 %.

Hyppigheden synes at variere med etnicitet. I en analyse af 328 kæber stammende fra dels negre, dels kaukasier fandtes hos kaukasierne et lige forløb hos mænd og kvinder i hhv. 13 % og 10 % af tilfældene. Hos negre var de tilsvarende tal 46 % og 45 % (16).

I enkelte tilfælde (3 %) er observeret en »omvendt slynge«, hvor canalis mentalis forløber anteriort (10).

Det posteriore forløb af canalis mentalis er forklaret ved, at n. mentalis prænatalet er beliggende superiort for mandiblen og oprindeligt mellem c inf. og m1 inf. Nerven omvokses af knogle og indlejres i en ossøs kanal, og mandiblens vækst medfører en dorsal forskydning af foramen (21).

Længde - Slyngens længde angives i forskellige undersøgelser til mellem 0,5 og 6,95 mm (1,9,11,14,15,17-19,22). Rothman (8) har publiceret et ekstremt tilfælde, hvor den anteriore slynge androg 10 mm. Som modstykke fandt Rosenquist (20) ved direkte observation under operation ingen anteriore slynger på over 1 mm.

Bavitz et al. (22) fandt, at den anteriore slynge varierede hos betandede og tandløse individer. Hos betandede var den gennemsnitligt 2,5 mm og hos tandløse kun gennemsnitligt 0,6 mm. Derimod fandt Solar et al. (9) ingen forskel i længde hos hhv. betandede og tandløse individer.

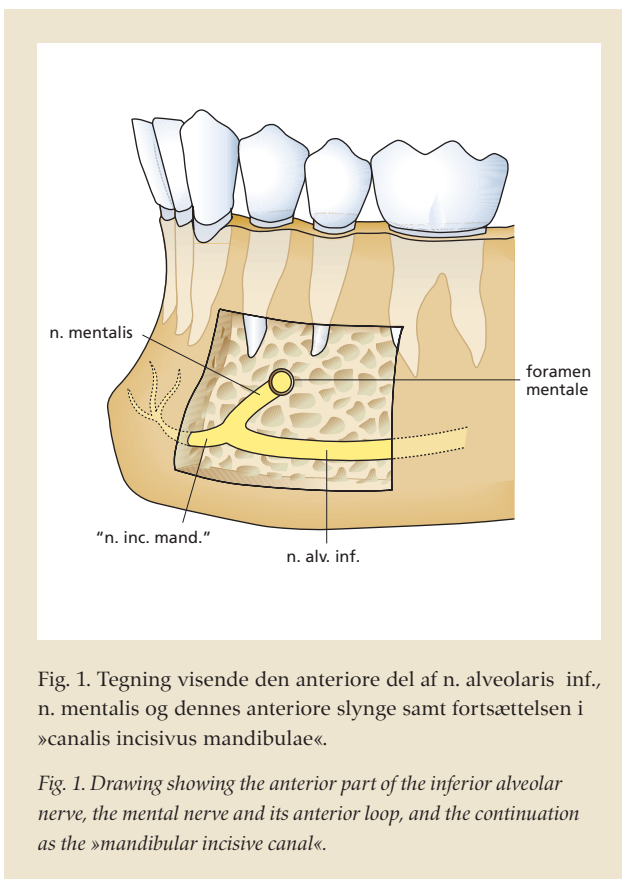


Fig. 1. Tegning visende den anteriore del af n. alveolaris inf., n. mentalis og dennes anteriore slynge samt fortsættelsen i »canalis incisivus mandibulae«.

Fig. 1. Drawing showing the anterior part of the inferior alveolar nerve, the mental nerve and its anterior loop, and the continuation as the »mandibular incisive canal«.

Foramen mentale

Foramen mentale danner afslutningen af canalis mentalis. Som følge af kanalens (hyppige) forløb bagud beskrives den anteriore kant af foramen som skarp, mens den posteriore afgrænsning er mere udvisket.

Sagittal placering - Foramen mentale er ifølge anatomiske lærebøger beliggende mellem P1 inf. og P2 inf. eller ud for P2 inf. (5). Dette er bekræftet i detailstudier (10,15,19,23-25). Beliggenheden kan dog variere fra ud for C inf. til ud for M1 inf. (23,26,27). Der er observeret en tendens til etnisk betingede variationer, idet foramen i en stor undersøgelse af kaukasier blev fundet hyppigst mellem præmolarerne (23), mens der blev fundet en hyppigere beliggenhed ud for P2 inf. hos asiater, kinesere og farvede (25,27 (oversigt),28,29).

Vertikal placering - Ifølge anatomiske lærebøger er foramen lokaliseret i niveau med apices af præmolarerne, men der er store anatomiske variationer, afhængigt af rodlængder og højde af mandiblen. Moiseiwitch (24) fandt variationer i

afstanden fra den marginale knogle til foramen på 8-21 mm.

Den terminale del af n. alveolaris inf. og n. mentalis kan således ligge i så nær relation til apices af præmolarerne, at man ved instrumentering i forbindelse med endodontisk behandling og ved rodfyldning kan risikere at lædere nerven med kutan an- og paræstesi til følge (30,31).

Yosue & Brooks (32) bestemte den vertikale lokalisation af foramen mentale ved at udregne forholdet mellem afstanden fra den marginale knogle til foramen og fra foramen til basis mandibulae. Ratio varierede for voksne individer mellem 0,93 og 1,54, dvs. at foramen hos betandede individer som regel er lokaliseret et sted midt på mandiblen, eller er forskudt i kaudal retning.

Vinklerne i forløbet af canalis mentalis er bestemt som 39° lateralt, 67° superiort, og 80° posteriort (19).

I tandløse kæber er den vertikale beliggenhed betinget af den oprindelige placering i den betandede kæbe og af graden af resorption/atrofi, og foramen kan være lokaliseret på toppen af pars alveolaris (33,34).

Den anteriore fortsættelse af n. alveolaris inf.

Grene af n. alveolaris inf. («incisive branch» (4,5), «terminal branch» (8)) fortsætter anteriort i mandiblen og innervierer første præmolar (hvis denne er lokaliseret anteriort for canalis mentalis), hjørnetanden og incisiverne samt den tilhørende labiale gingiva. Visse forfattere anvender de ikke officielle betegnelser »n. incisivus (mandibulae)« («incisive nerve») og »canalis incisivus mandibulae« («mandibular incisive canal») for hhv. nerven og kanalen (6,35-37).

Canalis mandibulae har ofte sin dybeste kurvatur ca. midt i molarregionen og forløber derefter opad inden afgang af n. mentalis. Herefter viser den anteriore fortsættelse en ny kaudal kurvatur (2,3) (Fig. 2).

Der er varierende beskrivelser af, om den anteriore fortsættelse af nerven er beliggende i en veldefineret fortsættelse af canalis mandibulae, eller om fortsættelsen sker i form af spredte nervetråde. Jacobs et al. (37) sektionerede 22 mandibler og fandt en veldefineret kanal i 20 tilfælde (91 %). De Andrade et al. (38) identificerede en tydelig canalis incisivus, der kunne følges næsten til midtlinjen i 12 undersøgte kadaverpræparater. Mraiwa et al. (39) fandt blandt 50 kadaverpræparater, at en kanal kunne følges helt til midtlinjen i 18 % af tilfældene.

Diameteren blev af Uchida et al. (18) målt til gennemsnitlig 3,1 mm umiddelbart efter afgang af n. mentalis (variation 1,0-6,6 mm). Diameteren aftog i mesial retning, og 5 mm fra delingsstedet androg den gennemsnitlig 1,8 mm. På CT-skanninger fandt Jacobs et al. (40), at foramen på



Fig. 2. Intraoralt røntgenbillede af regio -3,4,5 visende en tydelig canalis mandibulae, afgang af en dorsalt rettet canalis mentalis og en fortsættelse af canalis mandibulae som »canalis incisivus mandibulae«. Selve foramen mentale kan ikke identificeres.

Fig. 2. Intraoral radiograph of regio -3,4,5 showing a manifest mandibular canal, the separation of a dorsally directed mental canal, and the continuation of the mandibular canal as the »mandibular incisive canal«. The mental foramen cannot be identified.

kanalen var oval med en længste diameter vertikalt (4,7 mm).

Hos en del patienter forekommer en overkrydsning, således at incisiver i den ene kæbehalvdel supplerende innerveres af nervegrene fra den modsatte side (3,41), og der er påvist en direkte forbindelse mellem canalis incisivus mandibulae og de jævnlige forekommende vertikalt forløbende nutritionskanaler mellem underkæbens incisiver (42).

Variationer

Der forekommer en række anatomiske variationer af foramen mentale og canalis mentalis, fx forekomst af to eller tre separate foramina (9,29,43-48).

Forekomsten af dobbelte foramina viser etniske forskelle. Der er fundet en højere hyppighed hos indere, afrikanere og peruvianere end hos hvide amerikanere (35,45).

Det er også fylogenetisk interessant, at der på kranier af gorillaer og orangutanger er fundet hyppigheder af accessoriske foramina på hhv. 28 % og 39 % (35).

Bifurkation (dobbeltoforløb) af canalis mandibulae er en kendt anatomisk variation, der forekommer hos ca. 1 % af alle patienter (49). Der er beskrevet tilfælde, hvor hver kanal havde selvstændige udmundinger hhv. faciale, som et normalt foramen mentale, og lingvalt (50).

Fuldstændigt fravær af et foramen mentale er en kendt, men sjælden variation. I et materiale omfattende 1.435 mandibelpreparater forekom tre tilfælde (51).

Desuden er beskrevet et rudimentært foramen mentale i forbindelse med manglende anlæg af canalis mandibulae (52).

Radiografisk teknik

Intraoral radiografi

Foramen mentale - På horisontalt placerede intraorale røntgenbilleder i præmolarregionen er foramen mentale kun rapporteret fremstillet i 47-80 % af tilfældene (10,22,23,53)

(Fig. 3). Undertiden skyldes det alene, at foramen er beliggende inferiort for billedkanten, men det kan også skyldes en ugunstig kombination af stråleretning og kanalforløb samt en maskering pga. overlappning af tændernes rødder (54). Yderligere kan en kraftig kortikal knogletykkelse medvirke til at maskere canalis mentalis og dens udmunding. Såvel vertikale som sagittale variationer i centralstrållens vinkling influerer på foramens lokalisation (32). Det er endvidere antydnet, at dét, som radiografisk identificeres som foramen mentale, i virkeligheden er en del af canalis mentalis (53).

Radiografisk er foramen oftest lokaliseret mellem P2 inf. og P1 inf., og oftest kaudalt for tændernes apices (54).

Den anteriore slynge af canalis mentalis – Ved sammenligning af intraorale røntgenbilleder og kadaverpreparater fandt Mardinger et al. (17), at kun 70 % af dokumenterede anteriore slynger kunne identificeres radiografisk, og desuden optrådte et antal falske positive diagnoser.

»Canalis incisivus mandibulae« – Kanalen ses i visse tilfælde fremstillet tydeligt på intraorale optagelser (Fig. 2).

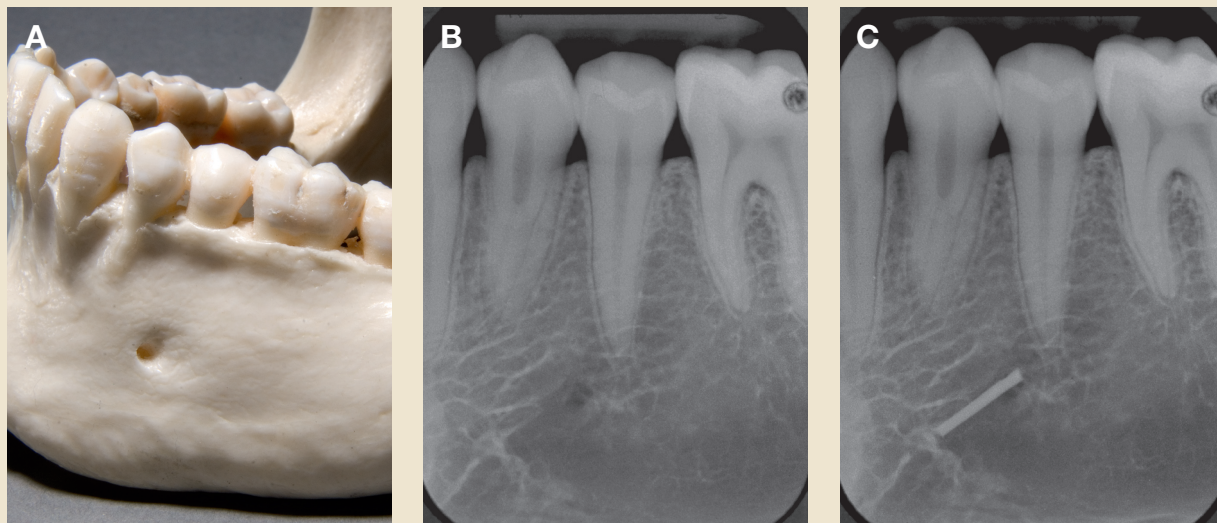


Fig. 3. A: Knoglepræparat visende typisk foramen mentale lokaliseret mellem rødderne af P1 og P2 inf. B: Røntgenoptagelse på dentalfilm af regio +3,4,5. Canalis mentalis og foramen mentale kan vanskeligt identificeres. C: Canalis mentalis visualiseret med gutta-perkapoint.

Fig. 3. A: Bone specimen showing typical mandibular foramen located between the radices of P1 and P2 inf. B: Intraoral radiograph showing regio -3,4,5. The mental canal and the mental foramen can hardly be identified. C: Radiograph visualizing the mental canal by a gutta-percha point.

Panoramaradiografi

Foramen mentale - Mange tandlæger anser panoramaradiografi for en sikker metode til vurdering af såvel den disponible knoglehøjde til implantatbehandling som til vurdering af det anteriore forløb af underkæbens nervebaner (Fig. 4).

Aftegningen af såvel canalis mandibulae og canalis mentalis som af foramen mentale er imidlertid ofte utydelig, og der er fundet en lav interobservatørenighed (3,55). Jacobs et al. (37) kunne identificere foramen mentale på 94 % af panoramaradiogrammer, men betegnede det kun som tydeligt i halvdelen af tilfældene.

Yosue & Brooks (53) inddelte aftegningen af foramen mentale i fire kategorier:

- 1) »continuous type«, hvor foramen mentale ses som afslutningen af canalis mentalis (inkl. en anterior slynge),
- 2) »separated type«, hvor der ses en tydelig fremstilling af foramen, men uden konneks til canalis mandibulae eller canalis mentalis,



Fig. 4. Udsnit af panoramaradiografisk optagelse visende et tydeligt foramen mentale (type 2 efter Yosue & Brooks (53)), men en usikker fremstilling af canalis mandibulae i præmolarregionen og uden radiografiske oplysninger om en anterior slynge af canalis mentalis.

Fig. 4. Section of panoramic radiography showing an evident mental foramen (type 2 after Yosue & Brooks (53)), but with an uncertain depiction of the mandibular canal in the premolar region, and without any indication of an anterior loop of the mental canal.

- 3) »diffuse type«, hvor foramen mentale er utydeligt aftegnet, og
- 4) »unidentified type«, hvor foramen ikke kan identificeres.

Hyppest forekommende var type 2 (43 %). Type 1 og type 3 forekom nogenlunde ligeligt (24 og 21 %).

Der er mange muligheder for mistolkninger (28,54,56):

- 1) Forstørrelsen af kæberne på panoramaoptagelser varierer og afhænger af små variationer i objekt-film-afstanden.
- 2) Hældninger af mandiblens vertikale akse samt variationer i patientens hovedstilling under optagelsen medfører forskelle i den radiografiske lokalisation af foramen mentale (11,32,57).

Den anteriore slynge af canalis mentalis - Arzoumann et al. (11) fandt, at en dokumenteret eksisterende anterior slynge med en længde på mindst 2 mm kun kunne identificeres i 58-62 % af tilfældene med forskellige panoramaradiografiske teknikker. Den radiografiske længde var i alle tilfældene kortere end den virkelige og androg i gennemsnit under halvdelen af den virkelige.

I andre undersøgelser er en anterior slynge kun identificeret radiografisk i hhv. 11 % (37), 12 % (1) og 27 % (14). I de tilfælde, hvor den radiografiske længde kunne sammenlignes med den virkelige, var den i alle tilfælde kortere end den virkelige.

»Canalis incisivus mandibulae« - Jacobs et al. (37) gennemgik 545 panoramaradiogrammer. Kun i 15 % af tilfældene var det muligt at identificere en kanal, og kun i 1,3 % kunne den betegnes som tydelig. Af kanaler, som var dokumenteret, kunne 50 % identificeres på panoramaradiogrammer (39).

Digitaliserede panoramaradiogrammer

Sakakura et al. (55) sammenlignede interobservatør-overensstemmelsen ved identifikation af foramen mentale på hhv. originale panoramaradiogrammer og digitaliserede billeder, men fandt ingen forskel i diagnostisk sikkerhed.

Tomografi

Det er bredt accepteret, at tomografisk teknik er overlegen i forhold til intraoral og panoramaradiografisk teknik mht. fremstilling af canalis mandibulae og canalis mentalis (58-64). Det gælder ikke mindst i præmolar- og hjørnetandsregionen (11,58), og denne teknik anbefales ved planlægning af implantatindsættelse specielt i denne region (17,36,65). Et eksempel er vist i Fig. 5. En forudsæt-

ning for opnåelse af præcise mål er imidlertid, at strukturerne ikke rammes skråt, og selv mindre afvigelser i optimal patientpositionering kan derfor give falske mål (62).

CT-skanning

CT-skanning anses for den mest informative og pålidelige undersøgelsesmetode til fremstilling af underkæbens nervekanaler, og intra- og interobservatørforskellene er lavest ved denne teknik (60). Forskelle i hovedhældning ved positionering af patienten medfører dog mindre distorsioner, som må tages i betragtning (66).

Foramen mentale - Foramen mentale gengives med stor sikkerhed ved CT-skanning. Jacobs et al. (40) gennemgik CT-skanninger af 230 patienter og fandt en tydelig fremstilling i samtlige tilfælde.

Den anteriore slynge af canalis mentalis - I forannævnte undersøgelse (40) omfattende 230 CT-skanninger viste det sig vanskeligere at identificere en anterior slynge, og den påvises kun i 7 % af tilfældene.

Rothman (8) har påpeget, at det i visse tilfælde er muligt på CT-skanninger at se både canalis mandibulae og den bagudforløbende canalis mentalis i samme snit. Da kanalen er superiort forløbende, giver dette anledning til en karakteristisk skråtstillet 8-tals-agtig tegning.

»*Canalis incisivus mandibulae*« - Kanalen fremstilles med stor tydelighed og repræsenterer en konstant struktur på CT-skanninger (8). Jacobs et al. (40) kunne identificere den i 94 % af tilfældene.

MR-skanning

Jacobs et al. (67) foretog MR-skanning af 18 kadaverpræparater og kunne demonstrere en tydelig »*canalis incisivus mandibulae*« i samtlige.

Implantologi

Komplikationer

Indsættelse af orale implantater i præmolar- og hjørnetandsregionen i underkæbens anteriore del indebærer en risiko for læsion af hhv. n. mentalis og »*canalis incisivus mandibulae*«.

Der skelnes mellem forskellige symptomer på nervebeskadigelse (68-70):

- dysæstesi: ubehagelig, sviende/brændende/stikkende/prikkende fornemmelse ved fx berøring,
- paræstesi: unormal (ikke smertefuld) fornemmelse i

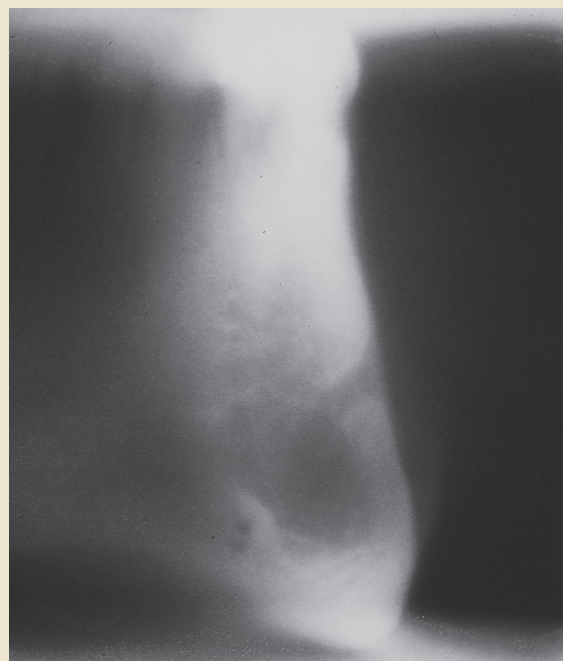


Fig. 5. Tomogram af præmolarregionen i venstre side af underkæben visende en tydelig canalis mentalis.

Fig. 5. Tomogram of the premolar region in the left side of the mandible showing a manifest mental canal.

form af sovende, snurrende, prikkende symptomer (spontane eller provokerede),

- hypæstesi: nedsat følsomhed for berøringsstimulation,
- anæstesi: totalt ophævet følelse,
- hypalgesi: nedsat smertesans (nedsat respons på et almindeligvis smertevoldende stimulus),
- hyperalgesi: forstærket smertesans (øget respons på et almindeligvis smertevoldende stimulus) og
- allodyni: smerte ved et stimulus, som normalt ikke forårsager smerte.

Patienternes beskrivelser af deres symptomer varierer mellem »følelseløshed« (»numbness«), »opsvulmethed« (»thick, swollen«), »smerte« (»pain«), »prikkende« (»tingling«) mv. (71).

Ved en vurdering af de postoperative følger af implantatbehandling skal det tages i betragtning, at et stort antal ældre tandløse patienter i forvejen oplever føleforstyrrelser i underlæben inden behandlingen, formentlig som følge af tryk på n. mentalis (72).

Hyppighed generelt

Hyppigheden af nervelæsioner ved implantatindsættelse er generelt beskeden og langt lavere end hyppigheden efter fx fjernelse af tredjemolarer (73).

I en multicenterundersøgelse omfattende 159 patienter og 558 fiksturer i såvel over- som underkæbe forekom »kun« paræstesi i underlæben hos 16 patienter (74).

Bartling et al. (75) noterede i en undersøgelse af 94 patienter, som havde fået indsat i alt 405 implantater i underkæben, ingen neurologiske forstyrrelser af permanent karakter.

På den anden side foreligger også rapporter om hyppigere og permanente komplikationer. Ellies & Hawker (71) fandt i et materiale omfattende 112 patienter, at 36 % oplevede ændret følelse i læbe-hage-regionen, hvoraf 13 % var permanente.

Underkæbens præmolar- og hjørnetandsregion

Wismeijer et al. (72) opererede med en sikkerhedsgrænse på 3 mm til foramen mentale ved indsættelse af implantater i præmolar- og hjørnetandsregionen, men måtte alligevel konstatere, at 11 % af patienterne oplevede neurologiske forstyrrelser, der persisterede hos de fleste efter 16 måneders forløb.

Blandt 16 indberettede patientklager til det israelske klagecenter over langvarige neurosensoriske forstyrrelser efter implantatbehandling i underkæben vedrørte seks klager over behandlinger i præmolarregionen (76), og forfatterne udpegede denne region som særligt risikofyldt.

Dækproteser

Denne behandlingsform omfatter oftest indsættelse af to implantater, typisk i hjørnetandsregionen. Det er næsten uundgåeligt ikke at interferere med en evt. »canalis incisivus mandibulae«.

Følgerne heraf er omdiskuteret (6,37). Flere forfattere mener, at konsekvensen er uden klinisk betydning (12,13). Et stærkt argument herfor er, at ved transposition (se senere), hvor n. alveolaris inf. ved flere teknikker simpelthen skæres over ud for canalis mentalis, er der ikke set varige eller længerevarende neurosensoriske forandringer (46,77,78).

Walton (79) efterundersøgte imidlertid 75 patienter behandlet med implantater til dækproteser, der placeredes i hjørnetandsregionen. To uger efter operationerne konstateredes sensoriske forstyrrelser hos 24 %, som dog aftog gradvis i løbet af de følgende måneder. Efter ét års forløb havde kun én patient fortsat føleforstyrrelser.

På den anden side kunne Kohavi & Bar-Ziv (36) beskrive en patient, som fik stærke smerter og føleforstyrrelser efter indsættelse af to implantater i regio 2+2. Det var nødvendigt at fjerne implantaterne, og efter seks måneder bestod fortsat neurologiske forstyrrelser.

Brånemark Novum

Denne teknik med indsættelse af tre implantater i underkæbens frontregion ved en standardprocedure (80) er ikke kommercielt tilgængelig længere og har kun historisk interesse.

Abarca et al. (70) efterundersøgte 65 patienter behandlet med denne metode, og 19 (33 %) rapporterede om neurosensoriske forstyrrelser. Hos 11 patienter ophørte forstyrrelsen inden tre måneder, men hos otte persisterede den efter 24 måneder.

Transposition

I 1987 introduceres operativ transposition af n. alveolaris inf. i den orale implantologi (81). Metoden består i, at nerven blotlægges og holdes til side, mens et implantat indsættes, hvorefter nerven lægges tilbage og op mod implantatets sideflade (82-84). Det er hermed muligt at udnytte mandiblens samlede højde og oven i købet at opnå kortikal forankring basalt i mandiblen.

Transposition introduceredes i Danmark på Århus Kommunehospital, og der blev i 1993 og 1994 beskrevet seks patienttilfælde (77,78).

Der er rapporteret om hyppige neurosensoriske forstyrrelser umiddelbart efter indgreb af denne type (82-88), og metoden anvendes meget sjældent i dag.

Diskussion

Der hersker i litteraturen uenighed om hyppigheden af en anterior slynge af canalis mentalis, og om længden af en evt. slynge. Derimod synes det fastslået, at en fortsættelse af canalis mandibulae i en veldefineret kanal anterior for foramen mentale og helt frem til midtlinjen er en kendsgerning.

Neurosensoriske forstyrrelses patogenese

Det beror på en forenklet opfattelse, at n. alveolaris inf. og n. mentalis altid er beliggende i veldefinerede knoglekanaler og er beskyttet af en kompakt knoglevæg, samt at neurosensoriske forstyrrelser er en følge af en direkte traumatisk læsion af nerven. Nerverne er ofte forløbende i spongiosa (60), og nervelæsionerne kan være et resultat af tryk på nerverne som følge af ødemdannelse, blødning og arvævsdannelse (6). Selv moderate stræk af nerverne un-

- Nerveskader og neurologiske symptomer er jævnligt forekommende ved implantatbehandling i hjørnetands- og præmolarregionen i underkæben. De fleste er dog af transitorisk natur.
- Intraoral og panoramaradiografisk teknik giver ofte utilstrækkelige oplysninger om nerveforløbet i regionen. En større sikkerhed opnås ved brug af tomografi og CT-skanning.
- Den anteriore slynge af canalis mentalis varierer i hyppighed og udstrækning og medfører en særlig usikkerhed mht. »sikre områder« i regionen. Anbefalinger om sikkerhedszone varierer i litteraturen mellem 1 mm og 6 mm.
- En veldefineret terminal fortsættelse af n. alveolaris inf. som »nervus incisivus mandibulae« er et næsten konstant fænomen, og kanalen har en betydelig diameter.
- Da nøglestrukturerne er vanskelige at identificere ved gængs radiografisk teknik, er det vigtigt, at tandlægen under det kirurgiske indgreb identificerer foramen mentale.
- Et godt kendskab til de anatomiske variationer, brug af avancerede billedteknikker (tomografi og CT-skanning) og kritisk tolkning af billederne reducerer risikoen for nerveskader.
- Mange patienter kan acceptere neurosensoriske skader af et vist omfang, hvis de er forberedt, og det er vigtigt, at tandlæger informerer grundigt om mulige følgevirkninger ved implantatbehandling i underkæbens interforaminale region.

der de operative procedurer kan medføre symptomer (82,84).

Rekommandationer

Sondering af canalis mentalis - Misch (1) anbefalede en blotlæggelse af foramen mentale og en sondering af foramen for at afgøre, om en anterior slynge forefindes. Metoden indebærer formentlig risiko for nerveskade og bør næppe anbefales.

»Sikkerhedsafstand« – Hvis canalis mentalis og forløbet af en anterior gren kan fastslås radiografisk, anbefales en sikkerhedsafstand på 2 mm mellem implantater og disse strukturer (1,27 (oversigt)).

Hvis nerveforløbet ikke kan bestemmes radiografisk, er foramen mentale (hvis dette kan identificeres) det gælden-

de udgangspunkt for beregning af en sikkerhedsafstand. Der er stor variation i anbefalingerne. Bavitz et al. (22) lagde vægt på, at hyppigheden af en anterior slynge af canalis mentalis var forskellig hos betandede og tandløse individer, og de mente, at en sikkerhedsafstand på 1 mm var tilstrækkelig. Andre forfattere har anbefalet sikkerhedsgrænser på hhv. 2 mm (1), 3 mm (17,72), 4 mm (14) og 6 mm (9).

Krekmanov et al. (89) anbefalede at vinkle implantater tæt på foramen mentale 25-35°; herved kunne der holdes en tilstrækkelig sikkerhedsafstand til en evt. anterior slynge af n. mentalis og samtidig opnås en mere distal placering af suprastrukturen.

Visuel identifikation - Hvis hverken canalis mentalis, foramen mentale eller canalis incisivus mandibulae kan identificeres ved billedundersøgelse, er det særlig vigtigt, at tandlægen i forbindelse med den kirurgiske indsættelse af implantatet forsigtigt og omhyggeligt lokaliserer og identificerer foramen mentale.

Patientinformation – Det er af største betydning, at patienterne modtager en grundig information om de mulige neurosensoriske følgevirkninger af en implantatbehandling, dels for at de er bedst muligt forberedt, dels for at evt. klagesager og erstatningskrav kan afværges (6,71,72).

Behandling med konventionelle broer og plastretinerede broer, som ikke rummer risici af denne art, bør inddrages i overvejelserne.

English summary

Anatomic variations of nerves in the anterior mandible with importance for implant insertion – A literature survey

Identification of the bony canals and foramina in the mandible is important for avoiding nerve injuries and neurosensory sequelae after placement of oral implants.

The present paper focuses on the anatomic variations of the mental nerve (anterior loop) and the anterior continuation of the alveolar inferior nerve (»incisive nerve«).

Intraoral and panoramic radiographic techniques are unreliable for demonstration of these structures, and even tomography does not secure a reliable presentation.

Neurosensory disturbances following implant insertion in the anterior part of the mandible are very frequent. They are mostly transient, although a few may persist for years. They are most often unpredictable, and is as if the dental surgeon is acting »blindly«.

The dentist must be familiar with the variations of nerve distribution. Advanced radiographic techniques are recommended, and the radiographs must be carefully and

critically interpreted. During surgical procedures the dentist must respect »safety zones« in order to avoid nerve damages. A visual identification of the mandibular foramen during the surgical procedure is very important. Finally the patients must be informed of the possible neurosensory consequences of implant treatment.

Litteratur

- Misch CE. Root form surgery in the edentulous mandible: Stage I implant insertion. In: Misch CE, editor. Contemporary implant dentistry. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1999.
- Carter RB, Keen EN. The intramandibular course of the inferior alveolar nerve. *J Anat* 1971; 108: 433-40.
- Wadu SG, Penhall B, Townsend GC. Morphological variability of the human inferior alveolar nerve. *Clin Anat* 1997; 10: 82-7.
- Sicher H. Oral anatomy. St. Louis: Mosby; 1949.
- Gray's anatomy. The anatomical basis of clinical practice. 39th ed. Standring S, editor. Philadelphia: Elsevier – Churchill Livingstone; 2004. p. 481-2, 513, 601-2, 608.
- Mraiwa N, Jacobs R, van Steenberghe D, Quirynen M. Clinical assessment and surgical implications of anatomic challenges in the anterior mandible. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003; 5: 219-25.
- Kozam G. Visualization of the human mental nerve through intact oral mucosa. *J Dent Res* 1973; 52: 1343.
- Rothman SLG. Dental applications of computerized tomography. Surgical planning for implant placement. Chicago: Quintessence; 1998.
- Solar P, Frey G, Matejka M. A classification of the intraosseous paths of the mental nerve. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9: 339-44.
- Phillips JL, Weller RN, Kulild JC. The mental foramen: Part I. Size, orientation, and positional relationship to the mandibular second molar. *J Endod* 1990; 16: 221-3.
- Arzouman MJ, Otis L, Kipnis V, Levine D. Observations of the anterior loop of the inferior alveolar canal. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8: 295-300.
- Gröndahl K, Ekstubby A, Gröndahl H-G. Radiography in oral endosseous prosthetics. Göteborg: Nobel Biocare; 1996.
- Jacobs R, van Steenberghe D. Radiographic planning and assessment of endosseous oral implants. Berlin: Springer; 1998.
- Kuzmanovic DV, Payne AGT, Kieser JA, Dias GJ. Anterior loop of the mental nerve: a morphological and radiographic study. *Clin Oral Implants Res* 2003; 14: 464-71.
- Neiva RF, Gapski R, Wang H-L. Morphometric analysis of implant-related anatomy in Caucasian skulls. *J Periodontol* 2004; 75: 1061-7.
- Kieser J, Kuzmanovic D, Payne A, Dennison J, Herbison P. Patterns of emergence of the human mental nerve. *Arch Oral Biol* 2002; 47: 743-7.
- Mardinger O, Chaushu G, Arensburg B, Taicher S, Kaffe I. Anterior loop of the mental canal: An anatomical-radiologic study. *Implant Dent* 2000; 9: 120-5.
- Uchida Y, Yamashita Y, Goto M, Hanibara T. Measurement of anterior loop length for the mandibular canal and diameter of the mandibular incisive canal to avoid nerve damage when installing endosseous implants in the interforaminal region. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 1772-9.
- Hwang K, Lee JL, Song YB, Chung IH. Vulnerability of the inferior alveolar nerve and mental nerve during genioplasty: An anatomic study. *J Craniofac Surg* 2005; 16: 10-4.
- Rosenquist B. Is there an anterior loop of the inferior alveolar nerve. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996; 16: 40-5.
- Kjaer I. Formation and early prenatal location of the human mental foramen. *Scand J Dent Res* 1989; 97: 1-7.
- Bavitz JB, Harn SD, Hansen CA, Lang M. An anatomical study of mental neurovascular bundle-implant relationships. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8: 563-7.
- Fishel D, Buchner A, Hershkowitz A, Kaffe I. Roentgenologic study of the mental foramen. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976; 41: 682-6.
- Moiseiwitsch JRD. Position of the mental foramen in a North American, white population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endod* 1998; 85: 457-60.
- Cutright B, Quillopa N, Schubert W. An anthropometric analysis of the key foramina for maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61: 354-7.
- Dictrow RL, Blechman H, Friedman B, Lichtenstein BS. Anomalous foramen and nerve in mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1970; 29: 117-9.
- Greenstein G, Tarnow D. The mental foramen and nerve: Clinical and anatomical factors related to dental implant placement: a literature review. *J Periodontol* 2006; 77: 1933-43.
- Kim S-S, Kim S-G, Kim Y-K, Kim J-D. Position of the mental foramen in a Korean population: A clinical and radiographic study. *Implant Dent* 2006; 15: 404-11.
- Aghtong S, Huanmanop T, Chentanez V. Anatomical variations of the supraorbital, infraorbital, and mental foramina related to gender and side. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63: 800-4.
- Ørstavik D, Brodin P, Aas E. Paraesthesia following endodontic treatment: survey of the literature and report of a case. *Int Endod J* 1983; 16: 167-72.
- Scarano A, Di Carlo F, Quaranta A, Piattelli A. Injury of the inferior alveolar nerve after overfilling of the root canal with endodontic cement: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endod* 2007; 104: 56-9.
- Yosue T, Brooks SL. The appearance of mental foramina on panoramic and periapical radiographs. II. Experimental evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68: 488-92.
- Güler AU, Sumer M, Sumer P, Biçer I. The evaluation of vertical heights of maxillary and mandibular bones and the location of anatomic landmarks in panoramic radiographs of edentulous patients for implant dentistry. *J Oral Rehabil* 2005; 32: 741-6.
- Kieser JA, Paulin M, Law B. Intrabony course of the inferior alveolar nerve in the edentulous mandible. *Clin Anat* 2004; 17: 107-11.
- Shankland WE. The position of the mental foramen in Asian Indians. *J Oral Implantol* 1994; 20: 118-23.
- Kohavi D, Bar-Ziv J. Atypical incisive nerve: Clinical report. *Implant Dent* 1996; 5: 281-3.
- Jacobs R, Mraiwa N, van Steenberghe D, Sanderink G, Quirynen

- M. Appearance of the mandibular incive canal on panoramic radiographs. *Surg Radiol Anat* 2004; 26: 329-33.
38. De Andrade E, Otomo-Corgel J, Pucher J, Ranganath KA, St George N Jr. The intraosseous course of the mandibular incisive nerve in the mandibular symphysis. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001; 21: 591-7.
 39. Mraiwa N, Jacobs R, Moerman P, Lambrichts I, van Steenberghe D, Quirynen M. Presence and course of the incisive canal in the human mandibular interforaminal region: two-dimensional imaging versus anatomical observations. *Surg Radiol Anat* 2003; 25: 416-23.
 40. Jacobs R, Mraiwa N, van Steenberghe D, Gijbels F, Quirynen M. Appearance, location, course, and morphology of the mandibular incisive canal; an assessment on spiral CT-scan. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 322-7.
 41. Pogrel MA, Smith R, Ahani R. Innervation of the mandibular incisors by the mental nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 1997; 55: 961-3.
 42. Wang PD, Serman NJ, Kaufman E. Continuous radiographic visualization of the mandibular nutrient canals. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30: 131-2.
 43. Goodday RHB, Precious DS. Duplication of mental nerve in a patient with cleft lip-palate and rubella syndrome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988; 65: 157-60.
 44. Serman NJ. The mandibular incisive foramen. *J Anat* 1989; 167: 195-8.
 45. Sawyer DR, Kiely ML, Pyle MA. The frequency of accessory mental foramina in four ethnic groups. *Arch Oral Biol* 1998; 43: 417-20.
 46. Babbush CA. Transpositioning and repositioning the inferior alveolar and mental nerves in conjunction with endosteal implant reconstruction. *Periodontol* 2000 1998; 17: 183-90.
 47. Concepcion M, Rankow HJ. Accessory branch of the mental nerve. *J Endod* 2000; 26: 619-20.
 48. Vayvada H, Demirdover C, Yilmaz M, Barutcu A. An anatomic variation of the mental nerve and foramina: A case report. *Clin Anat* 2006; 19: 700-1.
 49. Sanchis JM, Peñarrhoca M, Soler F. Bifid mandibular canal. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61: 422-4.
 50. Claeys V, Wackens G. Bifid mandibular canal: Literature review and case report. *Dentomaxillofac Radiol* 2005; 34: 55-8.
 51. de Freitas V, Madeira MC, Filho JLT, Chagas CF. Absence of the mental foramen in dry human mandibles. *Acta Anat* 1979; 104: 353-5.
 52. Jakobsen J, Jørgensen JB, Kjær I. Tooth and bone development in a Danish medieval mandible with unilateral absence of the mandibular canal. *Am J Phys Anthropol* 1991; 85: 15-23.
 53. Yosue T, Brooks SL. The appearance of mental foramina on panoramic radiographs. I. Evaluation of patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68: 360-4.
 54. Phillips JL, Weller N, Kulild JC. The mental foramen: Part II. Radiographic position in relation to the mandibular second premolar. *J Endod* 1992; 18: 271-4.
 55. Sakakura CE, de Castra Monteiro Loffredo L, Scaf G. Diagnostic agreement of conventional and inverted scanned panoramic radiographs in the detection of the mandibular canal and the mental foramen. *J Oral Implantol* 2004; 30: 2-6.
 56. Worthington P. Injury to the inferior alveolar nerve during implant placement: a formula for protection of the patient and clinician. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; 19: 731-4.
 57. Phillips JL, Weller RN, Kulild JC. The mental foramen: Part III. Size and position on panoramic radiographs. *J Endod* 1992; 18: 383-6.
 58. Stella JP, Tharanon W. A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: implications for dental implants. Part 1. Technique. *Int J Maxillofac Implants* 1990a; 5: 15-22.
 59. Sonick M, Abrahams J, Faiella RA. A comparison of the accuracy of periapical, panoramic, and computerized tomographic radiographs in locating the mandibular canal. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9: 455-60.
 60. Lindh C. Radiography of the mandible prior to endosseous implant treatment. (Thesis). *Swed Dent J* 1996; suppl 112.
 61. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L. Impact of conventional tomography on prediction of the appropriate implant size. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endod* 2001; 92: 458-63.
 62. Serhal CB, van Steenberghe D, Quirynen M, Jacobs R. Localisation of the mandibular canal using conventional spiral tomography; a human cadaver study. *Clin Oral Implants Res* 2000; 12: 230-6.
 63. Dario LJ. Implant placement above a bifurcated mandibular canal: A case report. *Implant Dent* 2002; 11: 258-61.
 64. Serhal CB, Jacobs R, Flygare L, Quirynen M, van Steenberghe D. Perioperative validation of localisation of the mental foramen. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 39-43.
 65. Stella JP, Tharanon W. A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: implications for dental implants. Part 2. Clinical application. *Int J Maxillofac Implants* 1990b; 5: 23-9.
 66. Dantas JA, Filho AM, Campos PSF. Computed tomography for dental implants: the influence of the gantry angle and mandibular positioning on the bone height and width. *Dentomaxillofac Radiol* 2005; 34: 9-15.
 67. Jacobs R, Lambrichts I, Liang X, Martens W, Mraiwa N, Adriansens P, et al. Neurovascularization of the anterior jaw bones revisited using high-resolution magnetic resonance imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endod* 2007; 103: 683-93.
 68. Klinisk ordbog. 16. udg. Nørby S, red. København: Munksgaard Danmark; 2004.
 69. Hillerup S, Jensen R. Nerver, perifere nerveskader og nervehealing. *Tandlægebladet* 2001; 105: 606-13.
 70. Abarca M, van Steenberghe D, Malevez C, de Ridder J, Jacobs R. Neurosensory disturbances after immediate loading of implants in the anterior mandible: an initial questionnaire approach followed by a psychophysical assessment. *Clin Oral Investig* 2006; 10: 269-77.
 71. Ellies LG, Hawker PB. The prevalence of altered sensation associated with implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8: 674-9.
 72. Wismeijer D, Waas MAJ van, Vermeeren JIJF. Patients' perception of sensory disturbances of the mental nerve before and after implant surgery: a prospective study of 110 patients. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1997; 35: 254-9.
 73. Hillerup S, Jensen R. Iatrogene nerveskader opstået i almen tandlægepraksis. Hyppighed, årsager og symptomer. *Tandlægebladet* 2001; 105: 614-22.

74. Steenberghe D van, Bolender C, Henry P, Higuchi K, Lindén U. The applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990; 5: 272-81.
75. Bartling R, Freeman K, Kraut RA. The incidence of altered sensation of the mental nerve after mandibular implant placement. *J Oral Maxillofac Surg* 1999; 57: 1408-10.
76. Chaushu G, Taicher S, Halamish-Shani T, Givol N. Medicolegal aspects of altered sensation following implant placement in the mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17: 413-5.
77. Jensen J, Egdø P, Sindet-Pedersen S. Kirurgisk rekonstruktion af svær atrofi i underkæbens sidesegmenter. *Tandlægebladet* 1993; 97: 923-8.
78. Jensen J, Reiche-Fischel O, Sindet-Pedersen S. Nerve transposition and implant placement in the atrophic posterior mandibular alveolar ridge. *J Oral Maxillofac Surg* 1994; 52: 662-8.
79. Walton JN. Altered sensation associated with implants in the anterior mandible: a prospective study. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 443-9.
80. Petersen JK. Brånemark Novum®. Et nyt behandlingskoncept til den tandløse underkæbe. *Tandlægebladet* 2001; 105: 1112-7.
81. Jensen O, Nock D. Inferior alveolar nerve repositioning in conjunction with placement of osseointegrated implants. A case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 63: 263-8.
82. Nocini PF, De Santis D, Fracasso E, Zanette G. Clinical and electrophysiological assessment of inferior alveolar nerve function after lateral nerve transposition. *Clin Oral Implants Res* 1999; 10: 120-30.
83. Hori M, Sato T, Kaneko K, Okaue M, Matsumoto M, Sato H, et al. Neurosensory function and implant survival rate following implant placement with nerve transpositioning: a case study. *J Oral Sci* 2001; 43: 139-44.
84. Kan JYK, Lozada JL, Goodacre CJ, Davis WH, Hanisch O. Endosseous implant placement in conjunction with inferior alveolar nerve transposition: an evaluation of neurosensory disturbance. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997; 12: 463-71.
85. Morrison A, Chiarot M, Kirby S. Mental nerve function after inferior alveolar nerve transposition for placement of dental implants. *J Can Dent Assoc* 2002; 68: 46-50.
86. Ferrigno N, Laureti M, Fanali S. Inferior alveolar nerve transposition in conjunction with implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005; 20: 610-20.
87. Peleg M, Mazor Z, Chaushu G, Garg AK. Lateralization of the inferior alveolar nerve with simultaneous implant placement: A modified technique. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17: 101-6.
88. Rosenquist B. Nerve transposition and implant placement in the atrophic posterior mandibular alveolar ridge. *J Oral Maxillofac Surg* 1994; 52: 669-70.
89. Krekmanov L, Kahn M, Rangert B, Lindström H. Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000; 15: 405-14.

Forfatteroplysning:

Ib Sewerin, docent, dr.odont.

Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet