

HYDROXYLAPATIETGRANULAAT

Voorlopige klinische ervaringen bij absolute verhoging van de processus alveolaris mandibulae

SAMENVATTING

Op grond van ervaring met het gebruik van niet-poreus hydroxylapatietgranulaat bij de opbouw van de edentate processus alveolaris van de mandibula, wordt een beleid geschetst, zoals dat zich in de afgelopen jaren heeft ontwikkeld in het Academisch Ziekenhuis te Utrecht.

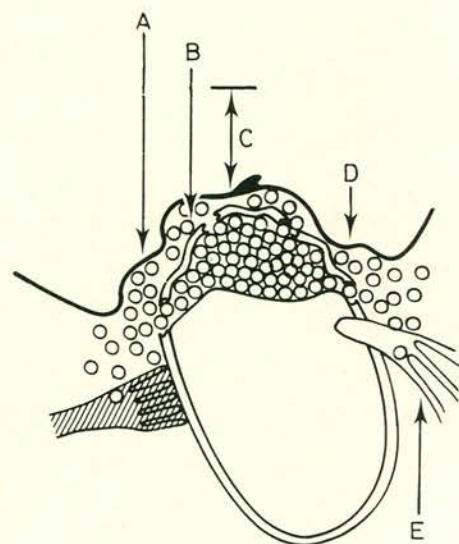
WITTKAMPF ARM, VAN OVERVEST-EERDMANS GR. Hydroxylapatietgranulaat.

Voorlopige klinische ervaringen bij absolute verhoging van de processus alveolaris mandibulae. Ned Tijdschr Tandheelkd 1989; 96: 294-8.

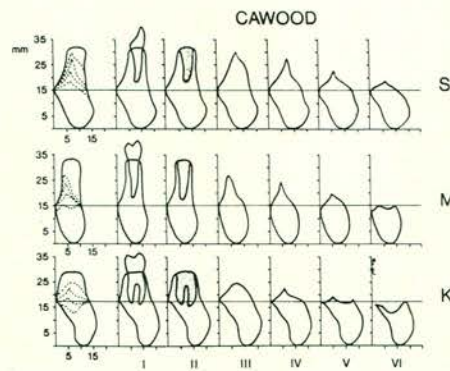
1. INLEIDING

Het doel van de opbouw van de edentate processus alveolaris van de mandibula is het creëren van een prothesedragend oppervlak met voldoende contour en stevigheid om de stabiliteit, retentie en ondersteuning van de prothese te waarborgen. De absolute verhogingsosteotomie betekent door de omvang van de ingreep, het langdurig zonder onderprothese moeten lopen en het risico van sensibiliteitsstoornissen, een hoge mate van morbiditeit.^{1,2} De komst van hydroxylapatietgranulaat (HA) als materiaal voor de opbouw van de processus alveolaris lijkt daar verandering in te brengen.

Het grootste probleem is het HA daar aan te brengen waar het gewent is en het



Afb. 1. Migratie van het granulaat t.g.v. scheuren in het periost. A: Korrels onder de protheserand. B: Submucosaal gemigreerde korrels; kans op exfoliatie. C: Hoogteverlies t.g.v. migratie van de korrels. D: Verlies van diepte van de omslagplooi t.g.v. migratie van de korrels. E: Sensibiliteitsstoornissen.



Afb. 2. Atrofie-indeling volgens Cawood en Howell: symphysis-streek S, foramen mentale streek M, halverwege foramen mentale en foramen mandibulare punt K. Verticaal de atrofie-classes I t/m VI.

ter plaatse te fixeren. Het granulaat dat het best te vergelijken is met fijn zand laat zich op een niet egale ondergrond in een vochtig milieu, terwijl er nog verschillende disloceerende krachten op inwerken, moeilijk tot een stabiele wal vormen. Ten gevolge van het subperiostale tunnelen toont het periost, dat als kapsel zou moeten dienen rondom de korrels, meerdere scheurtjes, die ontstaan doordat periost niet rekbaar is. Via deze scheurtjes kunnen de HA-korrels gemakkelijk migreren.³⁻⁶ De gemigreerde korrels kunnen bij belasting door de prothesepijnklachten veroorzaken (afb. 1-A). Ze kunnen exfoliëren tijdens het dragen van de prothese (afb. 1-B). Migratie van korrels naar buccaal (afb. 1-C) heeft een dubbel negatief effect op het resultaat van de augmentatie: een deel van de gecreëerde hoogte van de processus gaat verloren en de verplaatsing van de korrels naar buccaal zal een deel van de relatief gewonnen diepte van de omslagplooi teniet doen (afb. 1-D). Bovendien kunnen problemen ontstaan ten gevolge van migratie van de korrels in de richting van de n. mentalis, resulterend in sensibiliteitsstoornissen (afb. 1-E).

In de literatuur worden vele methoden

A. R. M. Wittkampf, kaakchirurg
G. R. van Overvest-Eerdmans, tandarts

Uit de vakgroep Mondziekten en Kaakchirurgie en Bijzondere Tandheelkunde van het Academisch Ziekenhuis te Utrecht.

Trefwoorden: **Implantologie – Mondziekten en kaakchirurgie** – Hydroxylapatiet

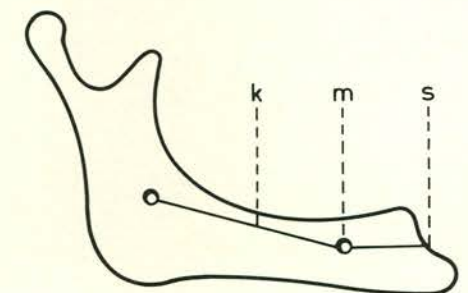
Datum van acceptatie: 9 februari 1989.

Adres: A. R. M. Wittkampf, Heidelberglaan 100, 3584 CX Utrecht.

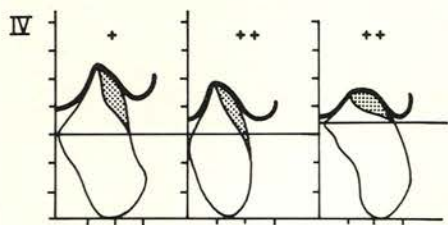
beschreven om het migratieprobleem te ondervangen. Zo wordt melding gemaakt van het gebruik van retentieplaatjes,^{6,7} afwijkende chirurgische technieken,^{7,8} een speciale hechttechniek en het gebruik van een bindmiddel zoals gips, collageen of fibrinelijs.⁹⁻¹⁴ Een tweefasentechniek, gebruikmakend van een kapselinducerend tijdelijk implantaat, werd voor het eerst beschreven in 1985.^{15,16} In 1986 werd de subperiostale expander geïntroduceerd.¹⁷⁻²⁰ Voor de indicatiestelling wordt gebruik gemaakt van de classificatie van Cawood.²¹ (Zie afbeelding 2.)

2. CLASSIFICATIE VAN CAWOOD

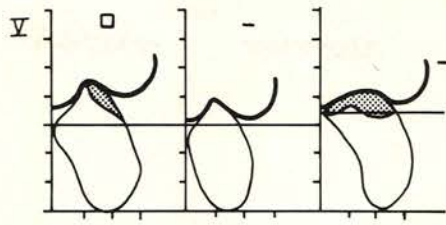
De classificatie van Cawood is ontwikkeld op basis van een driedimensionale analyse van menselijke mandibulae en maxillae die op drie vaste punten worden gemeten; punt S, ter plaatse van de symfyse, punt M, ter plaatse van het foramen mentale en punt K, halverwege het foramen mentale en het foramen mandibulare (afb. 3). Er worden zes grondtypen onderscheiden. Voor een augmentatie komen alleen de typen IV, V en VI in aanmerking. Bij het type IV-atrofie is er sprake van een messcherpe processus, met voldoende hoogte maar onvoldoende breedte. Een vrij specifieke klacht voor patiënten met een klasse IV-atrofie is pijn gelokaliseerd op de top van de processus tijdens het dragen van de prothese.



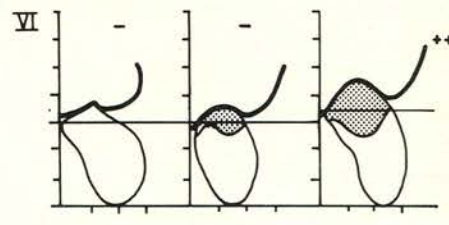
Afb. 3. De meetpunten S, M en K.



Afb. 4. Hydroxylapatiet-opbouw met behoud van het periost als kapsel. Redelijk resultaat in het front; goed resultaat in de regio M en K.



Afb. 5. Hydroxylapatiet-opbouw met behoud van het periost als kapsel bij de klasse V. Matig resultaat in het front, slecht resultaat in M- en K-streek.



Afb. 6. Hydroxylapatiet-opbouw met behoud van het periost als kapsel bij de klasse VI. Slecht resultaat in S- en M-streek. Resultaat in M-streek afhankelijk van de mate van uitholling van het corpus mandibulae.

Deze pijn wordt veroorzaakt doordat bij verticale belasting het periost door de scherpe processus alveolaris wordt getraumatiseerd.

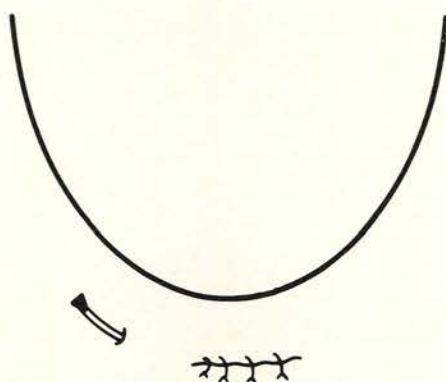
Wanneer men streeft naar behoud van het periost als kapsel rond de HA-korrels, blijkt het bij een klasse IV-profiel mogelijk om, na subperiostale tunneling, van de buccale concave contour een convexe contour te maken zonder het periost al te veel te laederen. Met andere woorden: men maakt van een holle contour een bolle contour met behoud van het periost als kapsel. De smalle processus wordt zo gecorrigeerd tot een processus van voldoende breedte (afb. 4).

Bij de klasse V en VI is de bij de klasse IV nog aanwezige processus vrijwel volledig geresorbeerd. Wanneer men bij een klasse V of VI zou streven naar behoud van het periost als kapsel rondom de HA-korrels, dan is de contourverbetering onvoldoende (afb. 5 en 6). Wil men bij deze uitgesproken vormen van atrofie enige winst behalen dan moet men hoger opbouwen dan het periost toelaat en zal het periost massaal scheuren, met alle eerder genoemde risico's. Voor

een klasse V en VI wordt in de meeste gevallen gebruikt gemaakt van de siliconen 3,6 cc hoefijzervormige subperiostale tissue expander (STE) van Cox-Uphoff Int. (afb. 7).

3. WEEFSELEXPANSIE

Weefselexpansie is een sinds het begin van

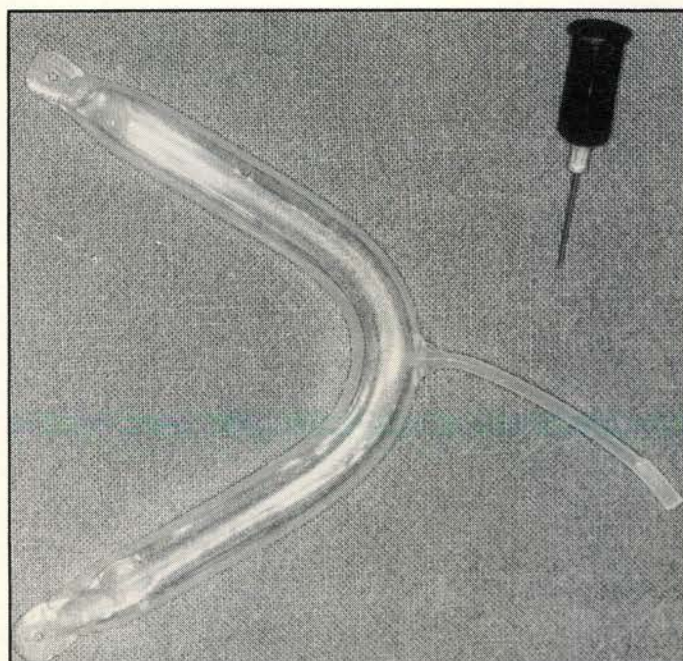


Afb. 8. Plaats van de incisie en positionering van het ventiel in de laterale omslagplooi.

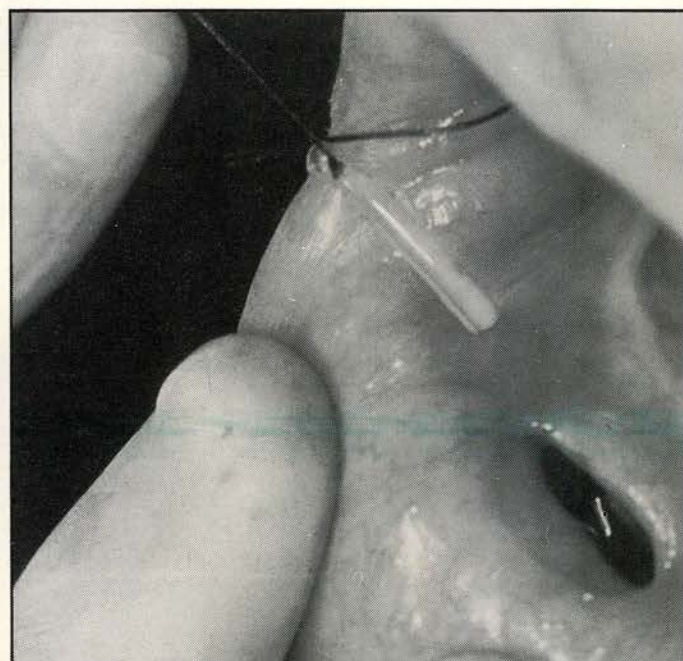
de jaren tachtig sterk in opkomst zijnde behandelingsmethode om huiddefecten te reconstrueren. Een siliconen ballon, ingebracht naast een huiddefect, kan het naburige gezonde weefsel zodanig oprekken dat na verwijdering van de ballon het defect kan worden gesloten met het opgerekte naburige weefsel. Zowel het siliconenmateriaal als de expansie zijn verantwoordelijk voor het ontstaan van een bindweefselkapsel rondom de expander.²² Dit kapsel voorkomt migratie van de korrels.

4. KLINISCHE ERVARINGEN.

Gedurende een periode van twee jaar werd bij tachtig patiënten een augmentatie met HA uitgevoerd in de onderkaak. Zestig patiënten hiervan werden behandeld met behulp van de expander-methode en twintig patiënten door middel van een directe opbouw met behulp van HA gemengd met



Afb. 7. De siliconen subperiostale weefselexpander (STE) met zelfafsluitend ventiel, geperforeerde lipjes aan beide uiteinden en de losse vulnippel.



Afb. 9. Positioneren van het vulslangetje in de laterale omslagplooi rechts.

fibrinelijm vanwege een klasse IV-atrofie. De subjectieve klachten betroffen gebrek aan retentie, instabiliteit, problemen bij kauwen of met de esthetiek. Van de 60 expander-patiënten werden de eerste 35 patiënten geanalyseerd. Twee van deze patiënten hadden in het verleden een vestibulumplastiek met vrij huidtransplantaat ondergaan en één patient een absolute verhoging met vrij bottransplantaat, gevolgd door een mondbodem-vestibulumplastiek met vrij huidtransplantaat.

4.1. Klasse IV-mandibula-atrofie

Onder lokale anesthesie wordt in de niet-gekeratiseerde mucosa, afhankelijk van de vorm van de mandibula, één horizontale incisie in de mediaanlijn of twee licht gebogen verticale incisies in de cuspidaatstreek gemaakt. Na zorgvuldige subperiostale tunneling wordt het HA gemengd met fibrinelijm en vervolgens met behulp van een applicator met een inwendige diameter van 5 mm ingebracht. Het HA-fibrinelijm-mengsel wordt aan de buccale zijde van de messcherpe processus alveolaris gedeponeerd en de processus alveolaris wordt met de vinger gemodelleerd. Na sluiten van de incisies wordt met behulp van een geprefabriceerde retentieplaat of met de uitgefreesde prothese, een afdruk gemaakt met tissueconditioner. Door middel van twee perimandibulaire draden wordt de retentieplaat/prothese op de onderkaak gefixeerd gedurende een periode van twee weken.

4.2. Klasse V- en VI-mandibula-atrofie

Onder lokale verdoving wordt een 1,5 cm lange horizontale incisie in het onderfront aangebracht, 1 cm ventraal van de geatrofieerde top van de processus alveolaris (afb. 8). Vervolgens wordt naar beide zijden aan de linguale zijde van de processus alveolaris naar het trigonum retromolare getunneld. Zodoende kan bij een sterke atrofie het op de kaak liggende foramen mentale, dan wel de over de volle lengte bloot liggende n. alveolaris inferior, worden omzeild. Er wordt gebruik gemaakt van een hoefijzervormige 3,6 cc expander. Mediaan bevindt zich een vulslangetje met een zelfsluitend ventiel (afb. 7). Aan de uiteinden van de expander bevinden zich twee geperforeerde lipjes. Met behulp van twee trekdraden door deze lipjes wordt de expander op zijn plaats gebracht. Het ventiel wordt naar het rechter laterale vestibulum doorgetrokken (afb. 9). De incisie wordt in twee lagen gesloten. De gehele implantatieprocedure vergt 20 tot 25 minuten.

In het begin van de derde week volgt een serie van vier à vijf expansies, om de twee à drie dagen. De mate van expansie wordt

bepaald door het drukgevoel, dat door de patiënt nog net niet als onaangenaam wordt ervaren en door de mate van anemie van het slijmvlies. Een week na het bereiken van het maximale volume wordt onder lokale verdoving, via dezelfde horizontale incisie, de expander verwijderd en de gecreëerde tunnel op de gebruikelijke wijze met HA-granulaat gevuld. Deze procedure neemt 10 tot 15 minuten in beslag. Zowel na insertie van de expander als bij het implanteren van het HA wordt gedurende een week een smalspectrum antibioticum en chloorhexidine (0,2%) mondspoeling voorgeschreven.

5. RESULTATEN

5.1. Klasse IV- mandibula-atrofie

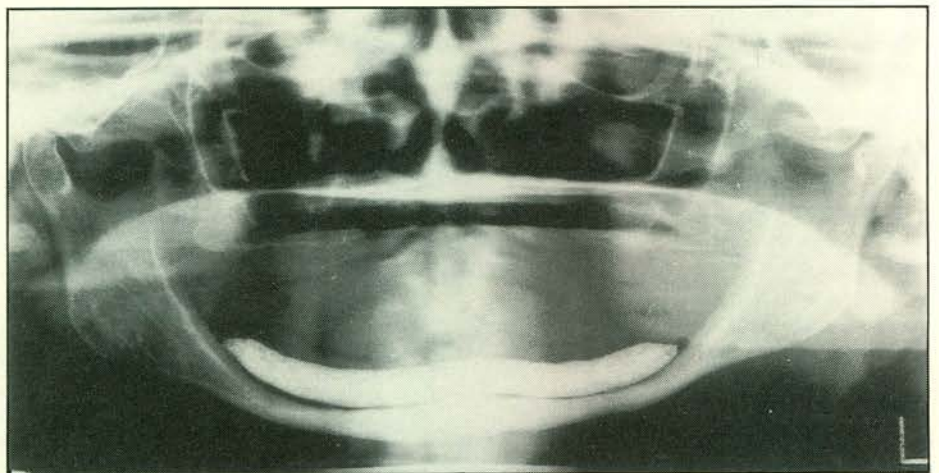
Het postoperatieve resultaat in premolaar- en molaarstreek (M en K) is bij de twintig behandelde patiënten met het type IV-atrofie goed. In de symphysis-streek (S) is het resultaat gemiddeld genomen iets minder goed vanwege de hogere aanhechting van de mucosa en de aanwezigheid van de m. mentalis (afb. 4). De uitgangssituatie bij

de behandelde patiënten met een klasse IV-atrofie was sterk wisselend zodat het moeilijk is om een wetenschappelijk verantwoorde uitspraak te doen over de chirurgische resultaten. De methode leidt echter tot een stabiele processus alveolaris, met een goede contour en een niet of nauwelijks verplaatste omslagplooi. Tijdelijke of permanente sensibiliteitsstoornissen zijn tot op heden nog niet voorgekomen. 'Minor problems' zoals wonddehiscenties, gepaard gaande met gering korrelverlies, kwamen wel voor maar leidden niet tot een merkbaar retentieverlies van de prothese.

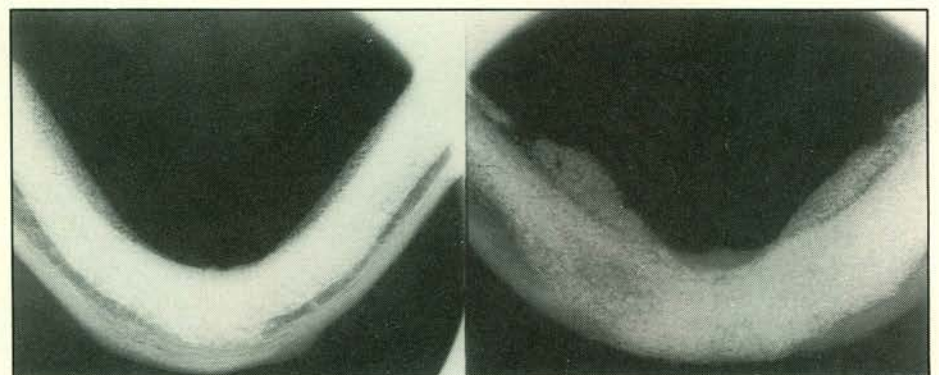
5.2. Klasse V- en VI-mandibula-atrofie

5.2.1. Röntgenologische aspecten

De OPG-en de opbeetopnamen, bieden bij alle 35 beoordeelde patiënten hetzelfde beeld (afb. 10 en 11); migratie van korrels heeft niet plaatsgevonden. De röntgenopnamen tonen een minimale 'spill' van het granulaat ter plaatse van de incisie in het onderfront. Het verschil in migratietendens vergeleken met behulp van opbeetopnamen van patiënten, waarbij door middel van andere methoden een directe HA-op-



Afb. 10. Postoperatief OPG; extreme atrofie van de mandibula, zeer gelijkmatige reconstructie van de processus alveolaris.



Afb. 11. Postoperatieve opbeetopnamen; links vlg. de expandermethode, rechts vlg. een directe opbouw. Het verschil is evident.

bouw heeft plaatsgevonden, is frappant (afb. 11). De gemiddelde augmentatie bij de eerste 35 patiënten, gemeten op het OPG volgens de methode Van Waas,²³ bedraagt direct postoperatief 7,3 mm bij een gemiddelde preoperatieve mandibula-hoogte van 9,8 mm. Röntgenologisch wordt een 'interface' waargenomen tussen de HA-korrels en de bovencontour van de mandibula met een gemiddelde dikte van 0,66 mm, die in de loop der tijd steeds dunner wordt. Deze 'interface' wordt veroorzaakt door het bindweefselkapsel dat zich rondom de expander heeft ontwikkeld.

5.2.2. Klinische aspecten

Het blijkt dat de aanwezigheid van de bindweefsellaag tussen het HA en de mandibula geen negatieve invloed heeft op de stabiliteit van het implantaat ten opzichte van de mandibula. Bij geen van de patiënten werd mucositis waargenomen. Bij slechts twee van de 35 patiënten met een klasse VI-atrofie volgens Cawood was in tweede instantie het uitvoeren van een mondbodem-vestibulumplastiek met vrij huid transplantaat noodzakelijk ten einde de gecreëerde hoogte maximaal te kunnen benutten.

Intra-oraal blijkt het postoperatieve resultaat sterk wisselend maar zeer voorspelbaar te zijn. Het resultaat hangt niet alleen af van de vorm en de breedte van de geresorbeerde mandibula, maar voornamelijk van de preoperatieve relatie van het slijmvlies van wang en mondbodem ten opzichte van de mandibula. Dit weke-delenprofiel is in de klasse IV-atrofie volgens Cawood en Howell met name in de laterale delen van weinig betekenis. Echter in de klassen V en VI bepaalt dit weke-delenprofiel vaak in sterkere mate het eindresultaat dan de mate van atrofie. Is er bijvoorbeeld sprake van een breed prothesedragend slijmvlies zoals

bij type A (afb. 12), dan worden met behulp van de expander intra-oraal zeer goede resultaten bereikt (afb. 13). Bij een geringe hoeveelheid prothesedragend slijmvlies zoals bij type C (afb. 12) zal expansie niet voldoende contour van de processus opleveren (afb. 13). Bij het intermediaire type B kan met behulp van een expander mogelijk winst worden geboekt ten opzichte van andere methoden (afb. 12 en 13).

De twee patiënten in het na-onderzoek die in aanmerking kwamen voor secundaire preprothetische chirurgie vertoonden preoperatief beiden het type C weke-delenprofiel.

5.2.3. Complicaties

Bij drie patiënten was er sprake van een complicatie die het eindresultaat ongunstig beïnvloedde. Bij één van de patiënten leidde een overrekking van de mucosa met als gevolg een perforatie tot verlies van twee derde van het geïmplanteerde HA. Twee andere patiënten verloren een kleiner deel van het HA. Bij slechts twee van de vijftig patiënten werd na implantatie van de expander een enkelzijdige hypesthesie van de n. mentalis waargenomen. Bij één van de patiënten was de sensibiliteit na zes weken volledig hersteld, bij de tweede patiënt reesteerde een lichte hypesthesie.

6. DISCUSSIE

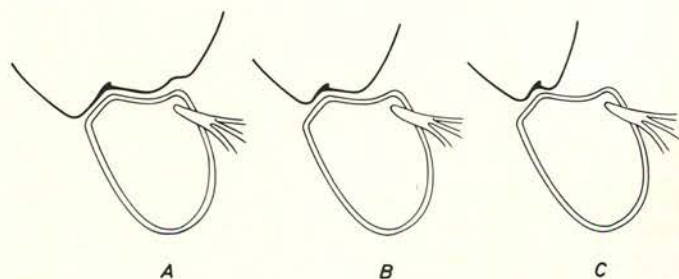
De classificatie van Cawood is beperkt bruikbaar omdat de analyse is uitgevoerd op mandibulae en maxillae die niet door een prothese werden belast. Wordt er een prothese gedragen dan ziet men ook verhoogde resorptie van het corpus, zelfs tot aan de onderste corticalisrand. Er zijn vele resorptievarianten waar te nemen, mede ten gevolge van allerlei vormen van

traumatische prothesebelasting. Een klasse IV-profiel wordt dus ook wel eens waargenomen bij een extreem geatrofieerde mandibula. Niet de resterende mandibula-hoogte, maar het profiel van het prothesedragende deel van de onderkaak is bepalend voor de wijze waarop de reconstructie wordt verricht.

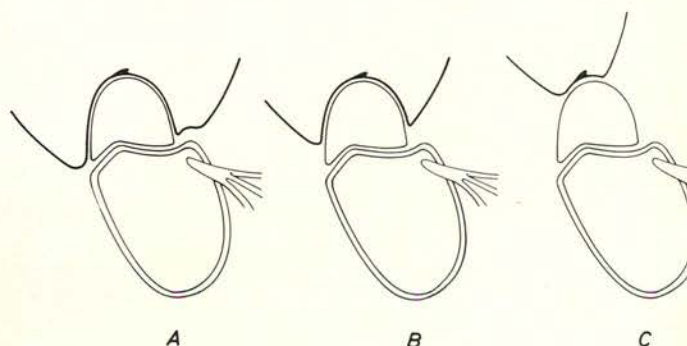
Bij het beschouwen van de literatuur valt op dat auteurs de resultaten van hun behandelingsmethode zelden uitsplitsen naar de mate van atrofie.²⁴ Dit maakt een vergelijking tussen de verschillende behandelingsresultaten vrijwel onmogelijk. Problemen ten aanzien van de sensibiliteit zullen veel eerder optreden bij een sterke mate van atrofie dan bij een geringe atrofie. Ook is het resultaat wat betreft de diepte van de omslagplooi sterk afhankelijk van de mate van atrofie en het type weke-delenprofiel.

Fibrinlijm wordt gebruikt om de migratietendens van het granulaat te verminderen. Het gebruik van fibrinlijm zal de wondgenezing bevorderen ten gevolge van de aanwezigheid van factor XIII.²⁵ Het positieve effect van fibrinlijm op de bloedstolling helpt postoperatieve hematomen voorkomen en levert dus een indirecte bijdrage aan het voorkomen van postoperatieve infecties. Doordat hematoomvorming tussen implantaat en mandibula wordt tegengegaan, wordt de stabiliteit van het implantaat ten opzichte van de mandibula eveneens bevorderd. Ook de retentieplaat draagt daartoe bij. De aanwezigheid van fibrine kan theoretisch de botgroei bevorderen.²⁶ Door fibrinlijm te gebruiken krijgt het ingebrachte HA een rubberachtige consistentie, wat het mogelijk maakt na applicatie de processus alveolaris te modelleren in de gewenste vorm.

Incisies die moeten worden gesloten over het granulaat geven frequent aanleiding tot dehiscentie. Dit gaat meestal gepaard met een gering korrelverlies. Ze zijn echter een-



Afb. 12. Indeling van weke-delenprofiel:
Type A: breed prothesedragend oppervlak.
Type B: Intermediair type.
Type C: gering prothesedragend oppervlak.



Afb. 13. Situatie na behandeling met de expandermethode:
Type A: Voorspelbaar fraai resultaat met behoud van omslagplooi en diepte van de mondbodem. Expansie van het prothese-dragend oppervlak.
Type B: Bevredigend resultaat met gering verlies van omslagplooi en diepte van de mondbodem. Expansie van het prothese-dragend oppervlak.
Type C: Röntgenologisch evenals bij type A en B een fraai resultaat. Intra-oraal i.t.t. type A en B nauwelijks verbetering van de contour van de processus. Mondbodem-vestibulumplastiek geïndiceerd.

voudig opnieuw te hechten of granuleren spontaan dicht.

Infectie rond de geïmplanteerde expander deed zich niet voor. In de literatuur werd voor de expander tot op heden een verticale incisie in de mediaanlijn beschreven.¹⁶⁻¹⁸ Een horizontale incisie, zoals in het AZU toegepast (afb. 8), vergemakkelijkt de preparatie in de laterale delen. Tevens is het mogelijk de incisie in twee in plaats van in één laag te sluiten, door de aanwezigheid van de m. mentalis aldaar. De frequentie van het optreden van dehiscenties bij 8% van de 35 patiënten steekt gunstig af bij vergelijkbare getallen uit de literatuur (40-60%),¹⁷⁻¹⁸ waarbij nog vermeld kan worden dat deze in het na-onderzoek verhoudingsgewijs het meest frequent voorkwamen bij patiënten bij wie reeds eerder preprothetische chirurgie was verricht. De reductie van het aantal dehiscenties is waarschijnlijk aan de horizontale incisie toe te schrijven.

In de literatuur wordt geadviseerd om de bindweefsellaag die is ontstaan tussen de expander en de mandibula met behulp van een scherp instrument te verwijderen alvorens de HA-korrels aan te brengen.¹⁶⁻¹⁸ Daar er bij de meeste patiënten een extreme atrofie van de mandibula bestond, werd dit niet gedaan in verband met het gevaar voor beschadiging van de nervus. De aanwezigheid van de bindweefsellaag tussen de korrels en de mandibula blijkt geen invloed te hebben op de stabiliteit van de augmentatie. Mogelijk vormt deze bindweefselplaat juist een beschermlaag tussen de korrels en de nervus. Tot op heden werden geen sensibiliteitsstoornissen waargenomen ten gevolge van druk van de korrels op de onderliggende zenuw.

Er is nog een groot voordeel aan een tweestapsprocedure (zoals de STE) verbonden. Bij directe reconstructieve methoden moet er zorg voor worden gedragen dat de subperiostale tunnel precies op de top van de mandibula ligt, zodanig dat de korrels zo min mogelijk neiging tot migratie naar de mondbodem of naar buccaal kunnen vertonen. De nervus kan bij extreme atrofie dus niet worden omzeild. Bij gebruik van een tweefasentechniek, zoals bij de STE, kan de nervus linguaal worden gepasseerd. Migratie van de korrels in de richting van de mondbodem kan niet plaatsvinden omdat deze pas worden geïmplantéerd als er een kapsel is gevormd. Daar staat tegenover dat er twee behandelingen onder lokale anesthesie noodzakelijk zijn en dat er automatisch een maand vertraging in de procedure wordt ingebouwd met een frequent arts-patiëntencontact.

7. CONCLUSIES

Wanneer de processus alveolaris moet worden gerecontoureed zoals bij de klasse IV of bij een lokaal defect, kan worden volstaan met een subperiostale tunnelpreparatie en het direct aanbrengen van hydroxylapatietkorrels, eventueel gemengd met fibrineliem en gestabiliseerd door een gefixeerde retentieplaat gevoerd met tissueconditioner.

Bij verder voortgeschreden atrofie biedt het gebruik van de subperiostale weefsel-expander in de onderkaak voordelen ten opzichte van directe reconstructieve methoden.

Bij het type C weke-delenprofiel zal de behandeling gevolgd moeten worden door bij voorbeeld een mondbodem-vestibulumplastic met vrij (huid)transplantaat om de augmentatie ook volledig te kunnen benutten.

SUMMARY

AUGMENTATION OF THE ATROPHIC MANDIBLE WITH PARTICULATE HYDROXYAPATITE

Key words: Dental implants – Preprosthetic surgery – Hydroxyapatite

Experience in handling particulate HA granules in the augmentation of the atrophic mandible is described. Different methods like the use of fibrin glue and the subperiosteal tissue expander in relation with the type of atrophy are discussed.

LITERATUUR

- ¹DE KOOMEN HA. De verhoging van de geresorbéerde mandibula. Nijmegen: Katholieke Universiteit 1982. Academisch proefschrift.
- ²FAZILI M, NOORMAN VAN DER DUSSEN MF, VAN WAAS MAJ. Long-term results of augmentations of the atrophic mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986; 15: 513-20.
- ³KENT JN, QUINN JH, ZIDE MF, GUERRA LR, BOYNE PJ. Alveolar ridge augmentation using non-resorbable hydroxylapatite with or without autogenous cancellous bone. *J Oral Maxillofac Surg* 1983; 41: 629-42.
- ⁴ROTHSTEIN SS, PARIS DA, ZAZEC MP. Use of hydroxylapatite for the augmentation of deficient alveolar ridges. *J Oral Maxillofac Surg* 1984; 42: 224-30.
- ⁵BLOCK MS, KENT JN. Healing of mandibular ridge augmentations using hydroxylapatite with and without autogenous bone in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 1985; 43: 3-7.
- ⁶PHAM H. Use of an open splint in ridge augmentation with hydroxylapatite. *J Oral Maxillofac Surg* 1986; 44: 80-1.
- ⁷KENT JN, FINGER IM, QUINN JH, GUERRA LR. Hydroxylapatite alveolar ridge reconstruction: Clinical experiences, complications and technical modifications. *J Oral Maxillofac Surg* 1986; 44: 37-49.
- ⁸BARSAN RE, KENT JN. Hydroxylapatite reconstruction of alveolar ridge deficiency with an open mucosal flap technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 59: 113-8.
- ⁹PROPPER RH. A technique for controlled placement of hydroxylapatite over atrophic mandibular ridges. *J Oral Maxillofac Surg* 1985; 45: 469-70.
- ¹⁰FRAME JW, ROUT PGJ, BROWNE RM. Ridge augmentation using solid and porous hydroxylapatite particles with and without autogenous bone or plaster. *J Oral Maxillofac Surg* 1987; 45: 771-7.
- ¹¹GONGLOFF RK, MONTGOMERY CK, LEE R, HEIDEREICH R. Collagen tubes: Role in subperiosteal contour augmentation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1985; 15: 669-74.
- ¹²MEHLISCH DR, TAYLOR TD, LEIBOLD DG, et al. Evaluation of Collagen/Hydroxylapatite for Augmenting Deficient Alveolar Ridges: A preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 1987; 45: 408-13.
- ¹³BOCHLOGYROS PM, HENSER R, BECKER R, ZIMMERMANN E. A modified HA implant material. *J Maxillofac Surg* 1985; 13: 213-7.
- ¹⁴WITTKAMPF ARM. Fibrin glue as cement for HA-granules. *J Cranio Maxillofac Surg* 1989; 17: 179-81.
- ¹⁵KRÜGER E. Alveolarkammaufbau im Unterkiefer mit Hydroxylapatite. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir* 1985; 9: 194-5.
- ¹⁶OSBORN JF, KAPOVITS M, KARL P. Die zweizeitige Augmentation des atrophischen Kiefers mit Hydroxylapatit-Keramik-Granulat. *Coll Med Dent* 1986; 30: 149-60.
- ¹⁷BONOMO DJ. Subperiosteal Soft Tissue Expansion for Ridge Augmentation; Miniclinic C.D.S. Review 1986; 34-9.
- ¹⁸LEW D, CLARK R, SHAHBAZIAN T. Use of a soft Tissue Expander in alveolar ridge augmentation: A preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 1986; 44: 516-9.
- ¹⁹BOCK MJJ, ROSE R. Der subperiostale Gewebe-expander als Hilfsmittel bei der Alveolarkamm Plastik. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir* 1987; 11: 443-7.
- ²⁰WITTKAMPF ARM. Short term experience with the subperiosteal tissue expander in reconstruction of the mandibular alveolar ridge. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47: 469-74.
- ²¹CAWOOD JJ, HOWELL RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988; 17: 232-6.
- ²²VAN RAPPARD JHA. Controlled tissue expansion in reconstructive surgery. Groningen: rijksuniversiteit Groningen, 1988. Academisch proefschrift.
- ²³VAN WAAS MAJ. Ridge resorption in denture wearers after vestibuloplasty and lowering of the floor of the mouth, measured on panoramic radiographs; *Dentomaxillofac Radiol* 1983; 12: 115-21.
- ²⁴HOVINGA J, ROORDA LAM, DRIESSEN RM, KRAAL ER, SCHEYGROND JWMW, KRABBENDAM CA. Opbouw van de atrofische processus alveolaris van de mandibula met hydroxylapatiet-korrels. Voorlopige ervaringen. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1987; 2: 52-5.
- ²⁵SPRÄNGLER HP. Gewebeklebung und lokale Blutstillung mit Fibrinogen Thrombin und Blutgerinnungsfactor XIII. *Wien Klin Wochenschr* 1976; 88 (Suppl 49): 1-18.
- ²⁶BÖSCH P, BRAUN F, ESCHBERGER J. Die Beeinflussung der Knochenheilung durch hochkonzentriertes Fibrin. Experimentelle Untersuchung am Kaninchen. *Arch Orthop Unfall Chir* 1977; 89: 259-73.