

# Forebygger implantatretineret helprotese knogletab i underkæben?

## En femårskontrolundersøgelse

Nina von Wowern og Klaus Gotfredsen

Når en konventionel helprotese i underkæben afløses af en implantatretineret helprotese, stiger belastningen af kæbeknoglen brat som følge af øget bidkraft. Vores undersøgelse viser at denne ændring medfører en positiv knogleremodellering, der formindsker eller i nogle tilfælde modvirker det fysiologiske aldersbestemte knogletab i underkæben. Dette fund stemmer overens med tidligere fund og de generelle knoglebiologiske forskningsresultater.

Herudover blev der ved femårskontrollen konstateret et signifikant større tab af marginal knoglehøjde omkring implantaterne hos kvinder med end uden kæbeosteoporose ved analysens start.

Osteoporose i underkæben synes derfor, alt andet lige, at give en risiko for øget marginalt knogletab omkring implantater. Det marginale knogletab var dog minimalt i løbet af de fem år, også i osteoporosegruppen (ca. 0,47 mm). Denne implantatbehandling kan derfor anbefales som en god knoglebesparende behandling, også hos patienter med kæbeosteoporose.

Artiklen er baseret på et arbejde som primært er publiceret i *Clinical Oral Implants Research* 2001; 13: 19-25.

Implantatretineret underkæbeprøtose er en veletableret behandling af sunde tandløse personer (1-9). Denne protese type medfører større bidkraft end konventionel helprotese, dvs. belastningen af underkæbeknoglen øges efter denne behandling (10-14).

Den omfangsrige, generelle knoglebiologiske forskning (15-18) har klarlagt at forøgelse af den biomekaniske belastning på knogler forårsager spændinger i knoglevævet, som fører til stimulation af knoglevækst inde i knoglen og på den periostale overflade. Derimod har en nedsættelse af denne belastning den modsatte effekt.

Det er veldokumenteret at nedsat kæbebelastning som følge af totalt tandtab medfører resorption af processus alveolaris (19) og muligvis også en reduktion af knoglemineralindholdet (BMC) inde i den resterende del af processus alveolaris (20). Derimod findes der kun et par kliniske undersøgelser af forandringerne i underkæbens BMC efter brug af implantatretineret helprotese (21,22).

En sådan analyse kræver at man tager hensyn til det fysiologiske, køns- og aldersbestemte BMC-tab i underkæben, som opstår efter menopausen og efter 50-årsalderen hos mænd (23). Dette blev foretaget i vores toårskontrolundersøgelse fra 1990 (22), og vi fandt det relevant at gentage denne analyse på en ny gruppe patienter med anvendelse af andre typer af implantatsystemer og en længere observationstid.

De specifikke formål med denne undersøgelse var at analysere: 1) BMC-forandringerne i implantat- og præmolarregionerne som følge af den øgede underkæbebelastning sammenholdt med det fysiologiske aldersbestemte BMC-tab i underkæben, 2) om disse BMC-forandringer var afhængige af implantatsystem: med eller uden stavkonstruktion (barre) og 3) om forekomst af osteoporose i underkæben påvirkede det marginale knogletab i implantatregionen.

### Materiale og metoder

Materialet omfattede 22 langtidstandløse (> fem år) raske personer, 18 kvinder, 54-78 år (gennemsnitlig 65 år) og fire mænd, 63, 65, 67 og 68 år gamle ved undersøgelsens start. Alle kvinder var postmenopausale. Dette materiale var en del af en gruppe på 26 patienter fra en klinisk-radiologisk femårskontrolundersøgelse, som er publiceret andetsteds (24). De 22 patienter blev henvist fra Afdeling for Protetik, Odontologisk Institut, Københavns Universitet, til BMC-målinger, efter at de havde accepteret at deltage i denne BMC-analyse. Det var ikke muligt af etiske grunde at fremskaffe en konventionel protesebærende kontrolgruppe på basis af randomisering.

Resorption af pars alveolaris i underkæbens frontregion svarede til klasse III-V if. *Cawood* & *Howells* klassifikation (25).

Alle patienterne fik nye over- og underkæbehelproteser ca. tre mdr. før indsættelsen af implantaterne.

#### Præprotetisk kirurgisk behandling

Hvert patient fik et Astra Tech Dental Implant indsat i regio 3÷ og ÷3; 11 patienter, valgt ved randomisering, fik indsat et stavretentionssystem, og de sidste 11 patienter et kugleretentionssystem. Disse systemer blev indsat 3-9 måneder efter implantatindsættelsen.

Start for denne analyse var lige efter retentionsindsættelsen og brug af helprotesen; dvs. de første kliniske og radiologiske målinger i denne undersøgelse og BMC-målingerne var udført ved start og gentaget ved toårs- og femårskontrolerne. Metoderne anvendt ved de kliniske/radiologiske målinger (26) og BMC-målingerne (27,28) er blevet beskrevet tidligere i detaljer, hvorfor der kun gives en kort beskrivelse her.

#### Kliniske undersøgelser

Alle patienter blev kontrolleret af en tandplejer mindst hver tredje måned efter start; plakindeks og gingivalindeks for blødning blev registreret på fire steder rundt om hvert implantat.

#### Radiologiske undersøgelser

Periodeidentiske intraorale tandfilm blev taget efter en standardiseret metode. Det marginale knogleniveau blev målt på den mesiale og distale side af hver fikstur af to undersøgere og middelværdien af deres målinger blev registreret.

#### BMC-målinger

Disse målinger blev foretaget med en dual-photon-scanner (GT45), specielt konstrueret til BMC-målinger af kæber af den første forfatter i samarbejde med Gammatec (27,28). BMC-målingerne blev foretaget i underkæbefrontregionen, præmolarregionen, standardregionen (den basale del af den venstre molarregion) og i standardregionen af underarmsknoglerne. BMC-forandringerne i underkæbens standardregion giver et repræsentativt mål for de køns- og aldersbestemte BMC-forandringer i underkæben, mens BMC-forandringerne i underarmsknoglernes standardregion giver et groft mål for de skeletale BMC-forandringer (29).

BMC-målingerne blev foretaget efter at underkæbeprotesen var fjernet, men med de faste dele af implantsystemet in situ ved start og de to kontrolbesøg. BMC i front- og præmolarregionen blev målt i periodeidentiske arealer (Fig. 1).

Den klinisk-radiologiske analyse blev foretaget af undersøgere uden kendskab til BMC-resultaterne og visa versa.

#### Statistiske analyser

Differencen mellem start-BMC og de følgende BMC-mål i

hver enkelt region blev udtrykt i procent af start-BMC. Startværdierne for underkæbe- og underarms-BMC blev for hver patient sammenholdt med de tilsvarende normale BMC-værdier for unge voksne af samme køn (23) ved beregning af Z-scores (30). Desuden anvendtes relevante t-test og for-tegnstest.

#### Resultater

Alle 22 patienter (100%) deltog i samtlige målinger og kontroller. De faste dele af implantatsystemerne var stabile, ingen implantatfejl blev observeret, og helprotesernes funktion var god i løbet af de fem år hos alle patienter.

De gennemsnitlige BMC-forandringer (%) i underkæbens tre måleregioner, for henholdsvis kugle- og stavgrupperne, fremgår af Tabel 1 sammen med BMC-forandringerne (%) i underarmsknoglerne for hele gruppen ved femårskontrol. Da de frontale mål inkluderede implantsystemerne, var det ikke muligt at foretage en sammenligning mellem BMC-forandringerne (%) i kugle- eller stavgruppen, endsigte en sammenligning med det aldersrelaterede BMC-tab i underkæben. I ingen af de to grupper kunne påvises signifikante BMC-ændringer i kontrolperioden ( $P > 0,05$ ).

Da der ikke blev fundet signifikante forskelle mellem BMC-

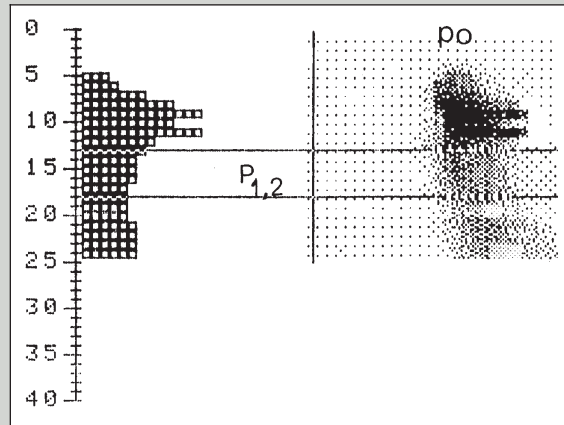


Fig. 1. Scanbillede af tandløs underkæbe med stavforbundne implantater i frontregionen. Pogonion (PO); cursor ©. Cursoren er placeret med samme afstand til PO på de tre scanbilleder af hver patient ved kalkulerung af knoglemineralindholdet (BMC) i front- og præmolarregionen ( $P_{1,2}$ ).

Fig. 1. Scanned image of edentulous mandible with bar-connected implants in the anterior region. Pogonion (PO); cursors (c). The cursor is placed at the same distance to PO on the three scanned images of each patient when calculating the BMC in the anterior and premolar ( $P_{1,2}$ ) regions.

## Implantatretineret helprotese og knogletab

Tabel 1. Forandringerne i knoglemineralindhold (BMC) i procent af BMC-værdierne ved denne analyses start, målt i forskellige regioner af underkæben og i underarmsknoglerne på de 22 patienter ved to- og femårskontrollerne. Antal patienter (n), middelværdi ( $\bar{x}$ ), middelværdiens middelfejl (SEM), sandsynlighed (P).

Implantatgruppe	n	Region	BMC-forandringer (%)				P
			To år		Fem år		
			$\bar{x}$	SEM	$\bar{x}$	SEM	
Kugler	11	Standard	÷1,2	0,4	÷3,0	0,4	P>0,05
Stav	11		÷2,0	0,6	÷5,0	1,5	
Kugler	11	Præmolar	1,0	0,9	÷0,7	1,4	P>0,05
Stave	11		0,3	0,8	÷1,4	1,6	
Kugler	11	Front	1,5	1,5	÷0,1	1,0	
Stav	11		0,9	1,8	÷4,3	2,5	
Kugler + stav	22	Underarmsknogler	÷2,2	0,2	÷5,1	1,0	

Tabel 2. Det marginale knogletab gennem fem år for alle kvinder (n = 18) med Z-score for start-BMC over eller under ÷2,00, sammen med fordelingen af alder, plak- og gingivalindekser, implantatsystem, rygevaner og klassifikationen af resorptionen af pars alveolaris i underkæbefrontregionen if. Cawood & Howell (1988) inden for de to grupper. Knoglemineralindhold (BMC), middelværdi ( $\bar{x}$ ), middelværdiens middelfejl (SEM), antal kvinder (n).

	Z-score for start BMC i underkæbens standardregion			
	Over ÷2,00 »Gruppen uden osteoporose« n = 11		Under ÷2,00 »Osteoporosegruppen« n = 7	
	$\bar{x}$	SEM	$\bar{x}$	SEM
Marginalt knogletab (mm)	0,01	0,15	0,47	0,22
Gingivalindeks 0/1	0,57	0,50	0,29	0,46
Plakindeks 0/1	0,20	0,46	0,07	0,26
Initial alder (år)	65,1	1,9	64,0	2,2
	n		n	
Stav	6		5	
Kugler	5		2	
Ikkerygere	5		5	
Rygere	6		2	
Klasse III	2		3	
Klasse IV + (V)	8 (1)		4 (0)	

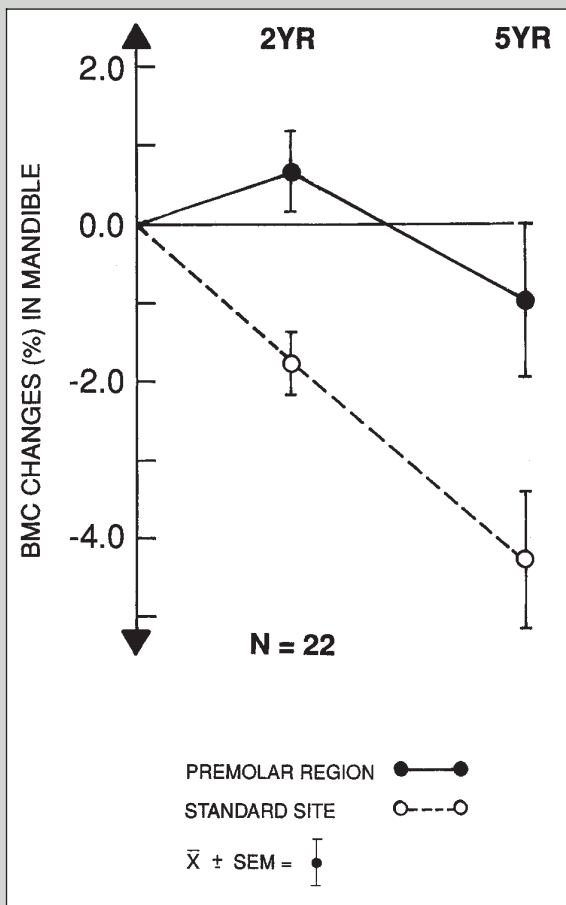


Fig. 2. Forandringer i knoglemineralindhold (BMC) i procent af start-BMC i præmolarregionen (Fig. 1) og i underkæbens standardregion (den basale del af den venstre molarregion) ved toårs- og femårskontrol (YR). Antal af patienter (N), middelværdi ( $\bar{x}$ ), og middelværdiens middelfejl (SEM).

Fig. 2. BMC changes in percent of baseline BMC values at the two- and five-year (YR) follow-ups in the premolar region (Fig. 1) and standard site of the mandible (lower part of left molar region). Number of patients (n). Mean ( $\bar{x}$ ).

forandringerne i henholdsvis præmolar- og standardregionen mellem kugle- og stavgruppen (Tabel 1), var det muligt at slå disse to gruppers resultater sammen (Fig. 2). Denne figur viser at der var en svag stigning i de første to år, afløst af et svagt fald i BMC i såvel præmolarregionen som i frontregionen (Tabel 1). Disse forandringer var ikke signifikante. Derimod blev der konstateret et signifikant aldersbestemt BMC-tab (%) i underkæben (Fig. 2) og underarme (Tabel 1), målt i standardregionerne, og der var signifikant forskel mellem

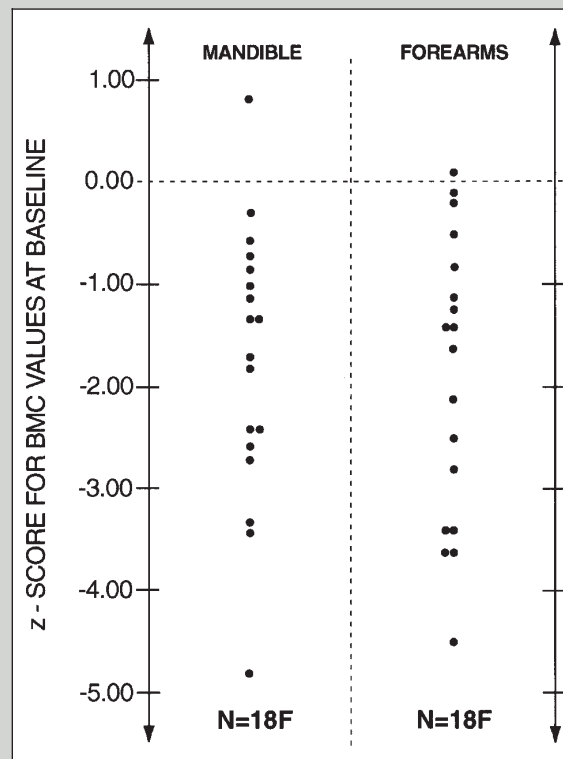


Fig. 3. Z-scores for start-BMC (knoglemineralindhold) i standardregionen af underkæben og underarmene hos de 18 kvinder (F). Antal (N).

Fig. 3. Z-scores for BMC values at baseline in mandibular and forearm standard sites of the 18 women (F).

BMC-forandringerne (%) i præmolarregionen og standardregionen (Fig. 2) ( $P < 0,001$ ). Efter at BMC-forandringerne (%) i præmolarregionen var korrigeret for det tilsvarende aldersbestemte BMC-tab i underkæben hos hver patient, blev der påvist en signifikant BMC-stigning i præmolarregionen ved toårskontrollen, som holdt sig stabilt i de resterende tre år.

I Fig. 3 ses Z-scores for hver af de 18 kvinder, hvoraf underkæbebeværdierne i 11 tilfælde lå inden for normalværdierne (Z-scores:  $0,0 \pm 2,0$ ), og syv lå under ( $< \pm 2,00$ ), mens Z-scores for de fire mænd lå inden for normalområdet for mænd.

Det marginale knogletab ved femårskontrollen af kvinderne med Z-scores over eller under  $\pm 2,00$  ved start fremgår af Tabel 2, sammen med plak- og gingivalindeks ved femårskontrollen, initiale alder, implantatsystem, rygevaner (ryger  $\geq 7$  cigaretter/dag i kontrolperioden), og klassifikation af den initiale atrofi i frontregionen. Der var et signifikant større

knogletab i osteoporosegruppen ( $Z < \pm 2,00$ ) end i gruppen uden osteoporose i kæben ( $Z > \pm 2,00$ ). Derimod var der ingen signifikante forskelle i fordelingen af de øvrige variable mellem de to grupper (Tabel 2), variable som alle kunne tænkes at påvirke det marginale knoglesvind omkring implantaterne.

### Diskussion

Start på denne analyse var lige efter indsættelse af de sidste faste dele af implantatsystemet (3-9 mdr. postoperativt), dvs. efter at resorptionen af pars alveolaris, som var initieret af det operative indgreb, var blevet afløst af en minimal alveolær resorption (31). I alle tilfælde var der konstateret optimal funktion af helproteserne. Der blev ikke foretaget udskiftning af implantater eller af de faste retentionskugler/stave i kontrolperioden, og alle tilfælde var vellykkede if. den klinisk-radiologiske kontrolundersøgelse (24).

BMC-analyserne viste at det køns- eller aldersbestemte BMC-tab i underkæben og i den øvrige del af skelettet (underarms-BMC) sv.t. resultaterne fra tidligere undersøgelser, i hvilke den samme kæbeknoglescanner var brugt (23,24).

Denne undersøgelse viste at BMC-forandringerne i præmolarregionen, dvs. bag ved de distale implantater, var uafhængig af typen af retentionssystem (kugler/stave). Der var sket en signifikant BMC-stigning i denne region ved toårskontrollen, efter at de opnåede BMC-værdier var korrigeret for de aldersbestemte BMC i underkæben (målt i den basale del af molarregionen), og BMC-værdierne holdt sig stabile i de følgende tre år. I modsætning hertil fandt *Wowern & Hjørtung-Hansen* (32) i en gruppe af konventionelle helprotesebærere et signifikant toårs-BMC-tab, efter at der, som her, var korrigeret for de aldersbestemte BMC-tab i underkæben. Dvs. at vores patientgruppe her ville have udvist et signifikant knogletab, både i frontregionen og i præmolarregionen, såfremt der var indsat konventionelle helproteser, dels pga. det aldersbestemte BMC-tab, dels pga. reduktionen af pars alveolaris i løbet af de fem år. Ikke desto mindre var der fundet et stabilt BMC både i front- og i præmolarregionerne på implantatpatienterne.

Desuden stemmer disse fund overens med en tidligere undersøgelse (33), som viste at en øget knogleradiopacitet rundt om implantaterne kan observeres efter et par års anvendelse af implantatretinerede underkæbeproteser. Resultaterne svarer også til vores tidligere toårsundersøgelse af samme art som denne, blot med anvendelse af ITI implantater (22). Her viste den grafiske fremstilling af BMC-forandringerne det samme billede som Fig. 2, dvs. en svag, non-signifikant stigning i BMC, som signifikant afveg fra det tilsvarende aldersbestemte knogletab i underkæben (24).

Herudover støtter vores resultater konklusionerne inden for den generelle knoglebiologiske litteratur (15-18): at øget funktion fører til en belastningsrelateret positiv knogleremodellering, der formindsker, eller i nogle tilfælde kan modvirke de fysiologiske aldersbestemte forandringer i knogleremodelleringsprocesserne, som medfører BMC-tab.

*Nordins* definition (33) på osteoporose: BMC lavere end to standarddeviationer under den normale middelværdi for unge voksne af samme køn (dvs. Z-scores  $< \pm 2,00$ ) er anvendelig når man ønsker at vurdere om der er osteoporose i underkæben eller ej (23). If. denne definition havde henholdsvis syv og otte kvinder underkæbeosteoporose og systemisk osteoporose ved starten af denne analyse (Fig. 3). Derimod var dette ikke tilfældet hos de resterende kvinder og fire mænd.

Vores analyse mht. tab af knoglehøjde omkring implantaterne ved femårskontrollen (Tabel 2) viste, alt andet lige, at dette tab er større i gruppen med kæbeosteoporose end i gruppen uden kæbeosteoporose ved analysens start. Disse fund støtter tidligere undersøgelser: at hastigheden af alveolær resorption efter brug af helproteser er korreleret til graden af kæbeosteopeni og osteoporose (32, 34, 35), og at kæbeosteoporose er associeret med et større fæstetab i tilfælde af parodontitis (36). Desuden er disse fund i overensstemmelse med konklusionen fra andre orale implantatundersøgelser: at knoglekvalitet og -kvantitet er blandt de mest afgørende faktorer for et mislykket implantationsresultat (7).

Imidlertid var tab af knoglehøjden gennem de fem år minimal (Tabel 2), selv i osteoporosegruppen ( $\bar{x} = 0,47$  mm), hvilket må skyldes den virkeligt gode mundhygiejne hos vores patienter og det positive funktionelle stimulus.

### Konklusion

Brug af implantatretinerede helproteser ser ud til at formindskes, ja i nogle tilfælde modgå det fysiologiske aldersbestemte knogletab i underkæben og atrofi af pars alveolaris som følge af denne behandlings positive funktionelle stimulus. Osteoporose i underkæben synes at give en risiko for øget tab af marginal knoglehøjde rundt om implantaterne. Det anbefales derfor at der foretages en bestemmelse af kæbernes knoglekvalitet og -kvantitet inden implantatbehandlingen påbegyndes, sådan at der lægges speciel vægt på gennemførelse af et maksimalt oralt hygiejneprogram og udelukkelse af øvrige risikofaktorer for tab af marginal knoglehøjde hos patienterne med kæbeosteoporose. Denne implantatbehandling kan anbefales, også til osteoporosepatienter, som en god knoglebesparende behandling med en høj chance for et godt langtidsresultat, når der foretages nævnte forholdsregler.

## English summary

### *Is implant-supported overdentures a prevention of bone loss in edentulous mandibles? A five-year follow-up study*

The purposes of this study were to analyse 1) the changes in the bone mineral content (BMC) in mandibles with implant-supported overdentures when compared with the physiologic age-related mandibular BMC loss, 2) whether the BMC changes were different in groups without or with a bar connecting the implants and 3) whether the presence of mandibular osteoporosis affects the loss of bone height around the implants. The material consisted of 22 long-term edentulous healthy persons, 18 women 54 to 78 years of age and four men aged 63-68 years with one Astra Tech Dental Implant in both canine regions, connected by a bar in half of the patients. BMC measurements were performed in vivo by dual-photon scanner at baseline just after attachment insertion, at two-year and five-year visits. Mandibular osteoporosis was estimated by comparing baseline BMC values with normal mandibular BMC values for young adults of the same gender. Loss of bone height around implants was measured on periodically identical intraoral radiographs. The fixed parts of the implant system were stable during the trial in all patients. In conclusion: 1) The increased function after this treatment seems to cause a load-related bone formation which minimizes the physiologic age-related mandibular BMC loss, 2) this effect seems to be independent of attachment system, and 3) mandibular osteoporosis prior to implant treatment may be a risk factor for bone loss around implants. However, this treatment can be recommended also in osteoporotic persons.

## Litteratur

1. Adell R, Lekholm U, Brånemark P-I. A long term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *International J Oral Maxillofac Implants* 1990; 5: 347-59.
2. Jacobs R, Schotte A, Steenberghe D, Quirynen M, Naert I. Posterior jaw bone resorption in osseointegrated implant-supported overdentures. *Clin Oral Implants Res* 1992; 3: 63-70.
3. Spiekermann H, Jansen VK, Richter E-J. A 10-year follow-up study of IMZ and TPS implants in the edentulous mandible using bar-retained overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 10: 231-43.
4. Donatsky O, Hillerup S. Non-submerged osseointegrated dental implants with ball attachments supporting overdentures in patients with mandibular alveolar ridge atrophy. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7: 170-4.
5. Batenburg RHK. Implants supporting mandibular overdentures. A prospective comparative clinical study (thesis). University of Groningen, The Netherlands; 1998.
6. Bergendal T, Engquist B. Implant-supported overdentures: A longitudinal prospective study. *Int J Maxillofac Implants* 1998; 13: 253-62.
7. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I) Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 527-51.
8. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II) Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 721-64.
9. Naert I, Gizani S, Vuylsteke M, van Steenberghe D. A 5-year randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants in the mandibular overdenture therapy. Part I: peri-implant outcome. *Clin Oral Implants Res* 1998; 9: 170-7.
10. Haraldson I, Jemt I, Ståhlblad P-Å, Lekholm U. Oral function in subjects with overdentures supported by osseointegrated implants. *Scand J Dent Res* 1988; 96: 235-42.
11. Murphy WM, Williams KR, Gregory MC. Stress in bone adjacent to dental implants. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 897-903.
12. Frederick DR, Caputo AA. Effects of overdenture retention designs and implant orientations on load transfer characteristics. *J Prosthet Dent* 1996; 76: 624-32.
13. Fontijn-Tekamp FA, Slagter AP, Hof MA van't, Geertman ME, Kalk W. Bite forces with mandibular implantretained overdentures. *J Dent Res* 1998; 77: 1832-9.
14. Mericske R. Three-dimensional force measurements with mandibular overdentures connected to implants by ball-shaped retentive anchors. A clinical study. *Int J Maxillofac Implants* 1998; 13: 36-43.
15. Heinonen A, Kanmus P, Sievänen H, Oja P, Pasanen M, Rinne M, et al. Randomized controlled trial of effect of high-impact exercise on selected risk factors for osteoporotic fractures. *The Lancet* 1996; 348: 1343-7.
16. Alfredson H, Nordström P, Lorentzon R. Bone mass in female volleyball players: A comparison of total and regional bone mass in female volleyball players and nonactive females. *Calcif Tissue Int* 1997; 60: 338-42.
17. Brahm H, Mallmin H, Michaëlsson K, Ström H, Ljunghall S. Relationships between bone mass measurements and life time physical activity in a Swedish population. *Calcif Tissue Int* 1998; 62: 400-12.
18. Frost HM, Ferreti JL, Jee WSS. Perspectives: Some roles of mechanical usage, muscle strength, and the mechanostat in skeletal physiology, disease, and research. *Calcif Tissue Int* 1998; 62: 1-7.
19. Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: A mixed longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent* 1972; 27: 120-32.
20. Wowern N von, Hjørting-Hansen E, Stoltze K. Changes in bone mass in rat mandibles after tooth extraction. *Int J Oral Surg* 1979; 8: 229-33.
21. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P-I, Lindhe J, Eriksen B, Sbordone L. Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986; 15: 39-52.
22. Wowern N von, Harder F, Hjørting-Hansen E, Gotfredsen K. ITI implants with overdentures: A prevention of bone loss in edentulous mandibles? *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990; 5: 135-9.
23. Wowern N von. Bone mineral content of mandibles: Normal reference values – rate of age-related bone loss. *Calcif Tissue Int* 1988; 43: 193-8.
24. Gotfredsen K, Holm B. Implant-supported mandibular overden-

- tures retained with ball or bar attachments. A randomized prospective 5-year follow-up study. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 125-30.
25. Cawood JJ, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988; 17: 232-6.
  26. Gotfredsen K, Holm B, Sewerin I, Harder F, Hjørting-Hansen E, Pedersen CS, et al. Marginal tissue response adjacent to Astra Dental Implants® supporting overdentures in the mandible. *Clin Oral Implants Res* 1993; 4: 83-9.
  27. Wowern N von. Dual-photon absorptiometry of mandibles: In vitro test of a new method. *Scand J Dent Res* 1985a; 93: 169-77.
  28. Wowern N von. In vivo measurements of bone mineral content of mandibles by dual-photon absorptiometry. *Scand J Dent Res* 1985b; 93: 162-8.
  29. Wowern N von, Storm TL, Olgaard K. Bone mineral content by photon absorptiometry of the mandible compared with that of the forearm and lumbar spine. *Calcif Tissue Int* 1988; 42: 157-61.
  30. Parfitt M. Interpretation of bone densitometry measurements: Disadvantages of a percentage scale and a discussion of some alternatives. *J Bone Miner Res* 1990; 5: 537-40.
  31. Sennerby L, Carlsson GE, Bergman B, Warfvinge J. Mandibular bone resorption in patients treated with tissue-integrated prostheses and in complete-denture wearers. *Acta Odontol Scand* 1988; 46: 135-40.
  32. Wowern N von, Hjørting-Hansen E. The mandibular bone mineral content in relation to vestibulolingual sulcoplasty. A 2-year follow-up. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 804-8.
  33. Nordin BEC. The definition and diagnosis of osteoporosis. *Calcif Tissue Int* 1987; 40: 57-8.
  34. Hirai T, Ishihiko T, Hashikawa Y, Yajima I. Osteoporosis and reduction of residual ridge in edentulous patients. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 49-56.
  35. Klemetti E. Edentulous jaws and skeletal status. *Kuopio University Publications B. Dent Sci* 1993; 3: 100.
  36. Wowern N von, Klausen B, Kollerup G. Osteoporosis: A risk factor in periodontal disease. *J Periodontol* 1994; 65: 1134-8.

### Forfattere

*Nina von Wowern*, lektor, specialtandlæge, ph.d., dr.odont.  
Afdeling for Tand-, Mund- og Kæbekirurgi, Odontologisk Institut,  
Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

*Klaus Gotfredsen*, lektor, ph.d.  
Afdeling for Protetik, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet