

ABSTRACT

PROBLEMFORMULERING - Valget af retentionstype for en implantatunderstøttet fast protese bliver problematisk, når implantatet ikke er anbragt i en protetisk set ideel position.

I de senere år har computeriseret formgivnings- og fremstillingsteknologi (CAD-CAM) gjort det muligt at korrigere placeringen af indgangshullet til skruegangen efter patientens kliniske behov. Det er imidlertid stadig uklart, hvordan faste proteser med vinklede skruekanaler fungerer klinisk.

FORMÅL - Formålet med dette prospektive kliniske studie var at bedømme mekaniske komplikationer og alveolært knogletab ved anvendelse af posteriore implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia med vinklede skruekanaler.

MATERIALE OG METODER - 37 deltagere med en eller flere manglende posteriore tænder, sufficient knoglehøjde og et infektionsfrit implantatleje indgik i studiet. Hver deltager fik indsat implantater med parallelle vægge (Nobel Parallel CC) i længderne 7, 8,5 eller 10 mm i én seance. Efter en helingsperiode på fire måneder blev der taget konventionelle aftryk, mens de øvrige arbejdsgange foregik ved hjælp af digital teknik. Monolitiske zirkoniarestaureringer (Katana ML) blev fremstillet og mekanisk fæstet til en titanbase (NobelProcera ASC abutment). Alveolært knogletab blev målt på røntgenoptagelser seks, 12, 24, og 36 måneder efter indsættelse af protesen. Der blev ligeledes registreret karakteristika for implantat og protese: implantatets diameter, implantatets længde, skruekanalens vinkling ($\leq 15^\circ$ versus $\geq 16^\circ$), protesetype (enkelttandskrone versus flere enheder) og antagonistsens beskaffenhed (naturlig tand versus protese). Der blev anvendt en generaliseret lineær blandet model med log link til estimering af uafhængige prædiktorer for knogletab blandt vinklingerne for de skrueretinerede restaureringer og de klinisk relevante variable ($\alpha = 0,05$).

RESULTATER - De 37 deltagere fik indsat i alt 51 implantater, og den gennemsnitlige opfølgingsperiode var 30 måneder (interkvartil spredning: 22-36). To enkelttandsimplantater blev mistet i løbet af de første 12 måneder efter afleveringen. Overlevelsesraten for implantater og restaureringer var 96 % efter 36 måneder. Løsning af skruer blev registreret i to tilfælde. Efter 36 måneder var det gennemsnitlige knogletab \pm standard deviation $0,15 \pm 0,14$ mm med en signifikant stigning over tid ($P < 0,001$). Der blev ikke fundet nogen statistisk signifikant effekt af skruekanalens vinkling, implantatets diameter eller længde, protesetypen eller antagonisten på det alveolære knogletab ($P > 0,05$).

KONKLUSIONER - Knogletabet havde ikke sammenhæng med skruekanalens vinkling, implantatets diameter, implantatets længde, protesetypen eller antagonistsens beskaffenhed, når der blev indsat posteriore implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia med vinklede skruekanaler. I løbet af de første tre års funktionstid var de eneste mekaniske komplikationer to tilfælde af løsnede skruer.

Klinisk vurdering af posteriore implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia med vinklede skruekanaler: et prospektivt kohortestudie med tre års opfølgning

ADOLFO DI FIORE, adjunct professor, ph.d., Department of Neuroscience, School of Dentistry, Section and Prosthodontics and Digital Dentistry, University of Padova, Italy

STEFANO GRANATA, adjunct professor, Department of Neuroscience, School of Dentistry, Section and Prosthodontics and Digital Dentistry, University of Padova, Italy

CARLO MONACO, assistant professor, ph.d., Division of Prosthodontics and Maxillofacial Rehabilitation, Department of Biomedical and Neuromotor Science, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Bologna, Italy

EDOARDO STELLINI, full professor and head, Dental Clinic and School of Dentistry, Department of Neuroscience, University of Padova, Italy

BURAK YILMAZ, associate professor, ph.d., Department of Reconstructive Dentistry and Gerodontology, and Department Restorative, Preventive and Pediatric Dentistry, School of Dental Medicine, University of Bern, Bern, Switzerland

► Artiklen har oprindeligt været publiceret i: The Journal of Prosthetic Dentistry 2023;129:566-72.

Tandlægebladet 2024;128:226-33

EMNEORD

Dental prosthesis, fixed | implant-supported | zirconia | cohort study, prospective

Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:

ADOLFO DI FIORE

adolfo.difiore@unipd.it

VALGET AF RETENTIONSTYPE VED EN IMPLANTATUNDERSTØTTET FAST PROTESE bliver problematisk, når implantatet ikke befinder sig i en protetisk ideel position (1). Cementretinerede restaureringer er en løsning, der ofte vælges, selvom den æstetiske udfordring kan løses ved at anvende vinklede abutments (2). Vanskeligheder med at fjerne overskydende cement er imidlertid en alvorlig ulempe, der medfører forøget risiko for mucositis og periimplantitis (3-5). Skrueretinerede restaureringer er lette at afmontere, hvis det af hensyn til reparationer eller kirurgiske indgreb er nødvendigt at fjerne den faste protese, men skrukanalens placering kan være kompromitterende for æstetikken (6). I de senere år har CAD-CAM-teknologi gjort det muligt at foretage individuel tilpasning af adgangshullets vinkel til mellem 0° og 25° i en omkreds på 360° hos patienter med uheldigt placerede implantater (7-9).

Det æstetiske resultat kan forbedres ved at flytte adgangshullet fra facialfladen til lingvalfladen på for- og hjørnetænder eller til okklusalfladen på en kindtand ved hjælp af en vinklet skru kanal. Med en korrekt placering af adgangshullet kan man desuden opnå en mere ensartet tykkelse af restaureringsmaterialet og dermed mindske risikoen for mekaniske komplikationer (10-12).

Nyere studier har vist gode resultater uden større mekaniske eller biologiske komplikationer ved anvendelse af vinklede skrukanaler i forbindelse med faste proteser (13-17), både anterior i overkæben (13,15) og i forbindelse med krom-koboltrestaureringer (14,16). På det seneste har CAD-CAM-systemer muliggjort fremstilling af skrueretinerede restaureringer med vinklet skru kanal i zirkonia og monolitisk zirkonia (17,18).

Implantatunderstøttede skrueretinerede enkelttandskroner i zirkonia angives at have en overlevelsesrate på 90,6% efter fem år (19), og fraktur af dækmaterialer er den hyppigst forekommende mekaniske komplikation (20). Der er imidlertid ikke mange kliniske data om implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia (20,21). Vi har kendskab til ét studie over monolitisk zirkoniarestaureringer med vinklede skrukanaler, og her var observationstiden kun ét år (17). Desuden har tidligere studier kun omhandlet anteriore restaureringer med vinklede skrukanaler (13-16). Flere forfattere har formodet, at vinklede abutments, nonaksiale belastninger og høj krone-implantat-ratio kan forårsage alveolært knogletab, og ifølge den tankegang vil belastning af faste proteser med vinklede skrukanaler kunne føre til komplikationer, eftersom skrukanalen ikke er parallel med implantatets længdeakse (22-25). Formålet med dette prospektive kohortestudie var derfor at undersøge forekomsten af mekaniske komplikationer og alveolært knogletab ved posteriore implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia med vinklede skrukanaler. Mere specifikt analyserede vi effekten af implantatets diameter, skrukanalens vinkel, protesetypen (enkelttandskrone versus flerleddet restaurering) og antagonistsens beskaffenhed (naturlig tand versus protese) på forekomsten af alveolært knogletab og mekaniske komplikationer. Nullhypotesen var, at de nævnte faktorer ikke påvirkede forekomsten af mekaniske komplikationer og knogletab ved posteriore implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia med vinklede skrukanaler.

MATERIALE OG METODER

Dette præliminære prospektive kohortestudie blev udført i en privat praksis i overensstemmelse med Helsinkideklaratio- ▶

Kronefremstilling

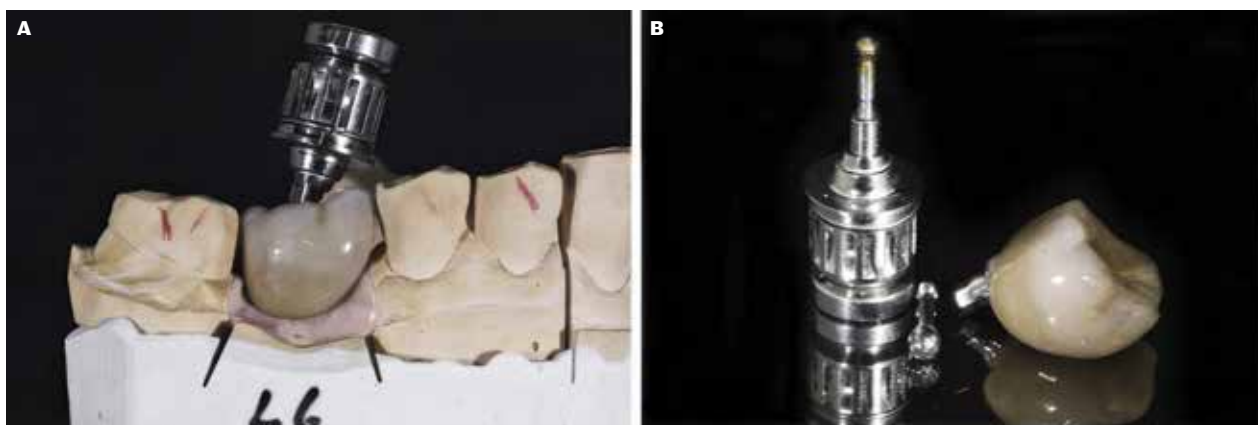


Fig. 1. A. Enkelttandskrone i monolitisk zirkonia med vinklet skru kanal samt Omnigrip skruerækker. **B.** Skruerækkeren og den færdige krone mekanisk forankret på titanbasis.

Fig. 1. A. Monolithic zirconia angulated screw channel-retained single crown with Omnigrip driver. **B.** Omnigrip driver and the crown mechanically attached to a titanium base.

nen fra 1964 (revideret i 2013). Deltagerne i undersøgelsen afgav fuldt informeret samtykke inden deltagelsen.

Patienter med behov for implantatbehandling blev rekrutteret efter følgende inklusionskriterier: god almen helbreds-tilstand, alder over 18 år, partielt tandtab, resterende knoglehøjde på mindst 8 mm og knogletykkelse på mindst 4 mm. Blødtvævet blev ikke vurderet. Eksklusionskriterierne var tidligere stråleterapi i hoved-hals-regionen, ukontrolleret diabetes, bruksisme, knogletransplantat inden implantatindsættelse samt tidligere intravenøs behandling med bisfosfonater.

Alle implantater havde parallelle vægge og konisk forbindelse (Nobel Parallel CC; Nobel Biocare) og blev indsat efter samme kliniske protokol. Hos alle patienter blev der i henhold til producentens kirurgiske forskrifter mobiliseret en mukoperiostal lap, og implantatet blev anbragt med skulderen i højde med knogleniveauet. Implantaterne blev indsat på fri hånd i én seance. Implantatets længde og diameter blev hos hver enkelt patient valgt ved hjælp af CBCT. Implantaternes længde var 7, 8,5 eller 10 mm, og diameterne var 3,75, 4 eller 5 mm. Efter en helingsperiode på fire måneder blev der taget konventionelle aftryk i engangsplastskeer med et polyethermateriale (Impregum; 3M ESPE). Antagonistaaftryk blev taget i et irreversibelt hydrokolloidmateriale (Aroma Fine; GC Corp). Den maksimale interkuspitationsposition blev registreret ved hjælp af et polyvinylsiloxanmateriale (Imprint Bite; 3M ESPE). Aftrykkene

blev udstøbt i gips (GC Fuji Rock EP; GC Corp), og de færdige modeller blev scannet med en laboratoriescanner (NobelPro-cera 2G System; Nobel Biocare). Faste proteser med vinklede skruekanaler blev formgivet ved hjælp af et CAD-softwareprogram (NobelProcera CAD-CAM System; Nobel Biocare). Informationerne blev overført elektronisk til produktionsenheden, hvor kronerne blev fremstillet i monolitisk zirkonia (Katana ML; Kuraray Noritake). Derefter blev kronerne individuelt farvelagt (CZR FC Paste Stain; Kuraray Noritake) af en tandtekniker (Fig. 1). Kronerne blev efter producentens forskrifter mekanisk forankret til et titanabutment (NobelProcera ASC abutment; Nobel Biocare) uden bonding.

Kronerne blev fastskruet ved hjælp af en særlig skrue-trækker (Omnigrip; Nobel Biocare) og en manuel torque-nøgle indstillet til 35 Ncm. Adgangshullet blev forseglet med polytetrafluoroethylen og komposit resin (Clearfil Majesty ES-2; Kuraray Noritake) (Fig. 2). Alle kliniske faser blev udført af den samme erfarne kliniker (A.D.F.). Der blev foretaget opfølgende undersøgelser seks, 12, 24 og 36 måneder efter indsættelsen. De registrerede data omfattede implantatets diameter, skruekanalens vinkling ($\leq 15^\circ$ versus $\geq 16^\circ$), protesetype (enkelttandskrone versus flere enheder) og antagonistsens beskaffenhed (naturlig tand versus protese).

Den biologiske parameter, som blev registreret, var det alveolære knogletab, der blev angivet som gennemsnittet af det

Kronen på plads i munden

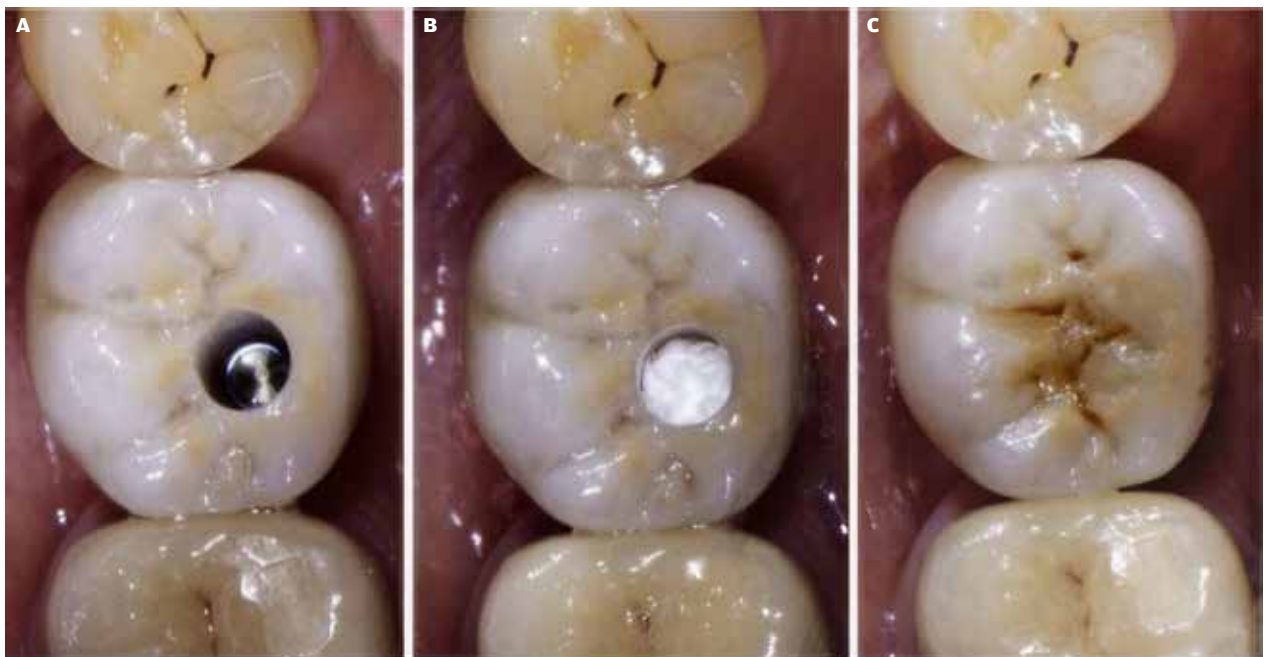


Fig. 2. Typisk enkelttandskrone i monolitisk zirkonia med vinklet skruekanal set okklusalt fra. **A.** Kronen skruet på plads. **B, C.** Adgangshullet forseglet med polytetrafluoroethylen og komposit resin.

Fig. 2. Occlusal view of representative monolithic zirconia single crown with angulated screw channel. **A.** Crown screwed in place. **B, C.** Access hole sealed with polytetrafluoroethylene tape and composite resin.

vertikale knogletab på implantatets mesiale og distale side. Intraorale periapikale røntgenoptagelser blev taget ved hjælp af parallelteknik og overført til et softwareprogram (VistaScan Mini View; Durr Dental SE) i henhold til en tidligere anvendt standardiseret opmålingsprotokol (24,25). Der blev fremstillet en individuel røntgenfilmholder til hver enkelt patient. Implantatets længde blev målt fra skulder til apex, og knogletabet blev målt fra implantatets skulder (mesialt og distalt) til den første synlige kontakt mellem knogle og implantat langs en ideallinje

Måling på røntgenoptagelser

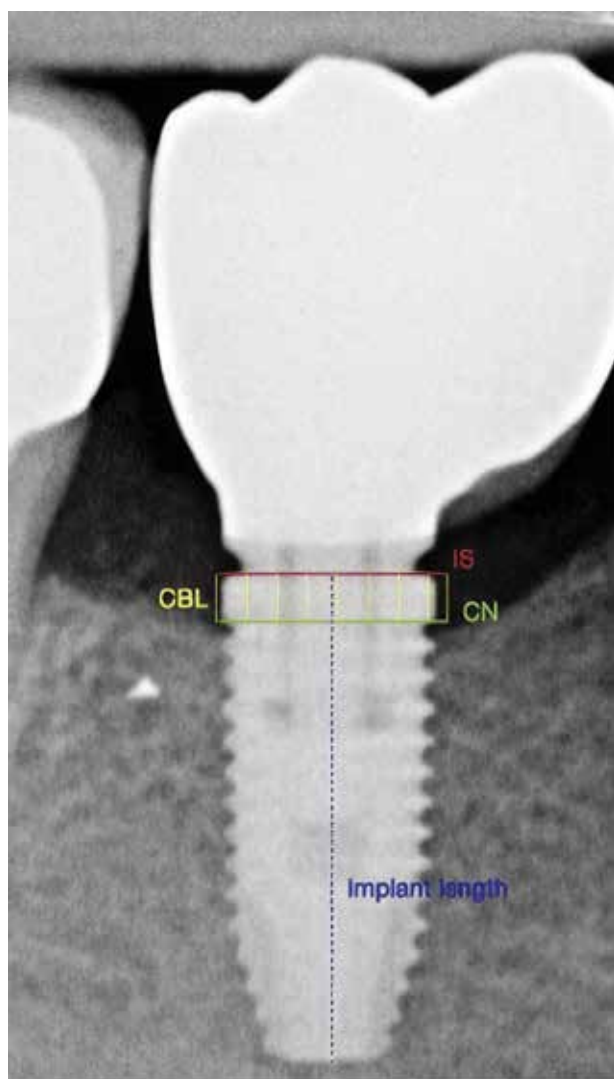


Fig. 3. Måling af ratioen krone-implantat (CI) og knogletabet (CBL): implantatets længde måles fra skulderen (IS) til apex. Kronens længde måles fra IS til det mest okklusale punkt. CN angiver kontakt mellem knogle og implantat.

Fig. 3. Measurements of crown-to-implant ratio (CI) and crestal bone loss (CBL): length of implant measured from implant shoulder (IS) to apex. Length of crown measured from IS to most occlusal point. CN, bone-to-implant contact.

Klinisk relevans

Klinikere bør overveje posteriore implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia med vinklet skruekanal som et skrueetineret alternativ til cementretinerede faste proteser i tilfælde, hvor implantatets hældning ikke er ideel. Denne undersøgelses resultater efter tre år er lovende med hensyn til de undersøgte parametre.

parallel med implantatets længdeakse. Det anvendte softwareprogram var NIH ImageJ (National Institutes of Health) (Fig. 3). Der blev korrigeret for eventuelle dimensionsforvrængninger i røntgenoptagelsen ved at sammenligne implantatets længde på optagelsen med den kendte implantatlængde ved hjælp af følgende ligning: "(Knogletab på implantatets mesiale eller distale side/Implantatets længde på røntgenoptagelsen) = (Sandt knogletab på implantatets mesiale eller distale side/Implantatets sande længde)". Målinger af knogletab blev foretaget af to blindede operatører (A.D.F., E.S.). De beregnede værdier blev indført i et regneark (Excel; Microsoft Corp), og overensstemmelsen mellem de to operatører blev bedømt ved hjælp af kappatest.

De mekaniske komplikationer, der blev registreret, var fraktur eller afskalning af kronemateriale, implantatfraktur samt løsning eller fraktur af skruen. Der blev foretaget deskriptiv analyse af numeriske data og beregnet procentandele for kategoriske data. Knogletab i relation til skruekanalens vinkling samt klinisk relevante variable (implantatkarakteristika, protesetype og antagonisttype) blev præsenteret deskriptivt. En blandet model blev anvendt til bedømmelse af de uafhængige prædiktorer for knogletab, idet der blev taget højde for, at nogle patienter havde fået indsat flere implantater. Knogletabet var ikke normalfordelt, men en lognormal fordeling passede i tilfredsstillende grad på data, og der blev derfor estimeret en generaliseret lineær blandet model med logaritmisk link (penalized quasi-likelihood) ($\alpha = 0,05$). Statistiske analyser blev udført ved hjælp af et statistisk softwareprogram (R 3.2.2; R Foundation for Statistical Computing) (25).

RESULTATER

De 37 deltagende patienter (gennemsnitsalder 53 år; spredning 34-74 år) fik i alt indsat 51 implantater og blev løbende evalueret. To implantater, som understøttede enkelttandskroner i underkæbens molarregioner, blev mistet i løbet af de første 12 måneder efter afleveringen af kronerne. Årsagen var kliniske tegn på periimplantitis i kombination med dårlig mundhygiejne. Disse to tilfælde blev udelukket fra materialet, og analysen omfattede dermed 49 implantater, som blev indsat i perioden fra oktober 2016 til april 2019. Medianen for opfølgingsperioden var 30 måneder (interkvartil spredning: 22-36). Implantaternes fordeling i tandsættet fremgår af Tabel 1. Overlevelsesraten for implantater og kroner var 96 %. Implantaternes ►

Distribution of implant sites according to implant

Length	Position of implants														
	Maxillary								Mandibular						
	Right				Left				Right			Left			
Implant Length (mm)	Second Molar	First Molar	Second Pre-molar	First Pre-molar	Second Molar	First Molar	Second Pre-molar	First Pre-molar	Second Molar	First Molar	Second Pre-molar	Second Molar	First Molar	Second Pre-molar	Total
7	1	3	d	1	d	4	d	d	2	2	4	d	d	2	17
8.5	2	1	2	d	1	1	1	d	1	6	1	d	6	2	24
10	d	2	d	1	d	2	d	1	d	2	d	d	d	d	8
Total	3	6	2	2	1	7	1	1	3	10	1	2	8	2	49

Table 1.

karakteristika fremgår af Tabel 2. Der blev konstateret løsning af skrueerne hos to patienter, men ingen biologiske komplikationer. Værdierne for knogletabet efter seks, 12, 24 og 36 måneder vises i Tabel 3. Med en kappaværdi på 0,89 var der god overensstemmelse mellem observatørernes knogletabsmålinger på røntgenoptagelser. Knogletabet steg signifikant med tiden ($P < 0,001$); men knogletabet havde ikke sammenhæng med skruekanalens vinkling ($P = 0,08$), implantatets længde (10 versus

8,5 mm, $P = 0,06$; 7 versus 8,5 mm, $P = 0,85$), implantatets diameter ($P = 0,11$ og $P = 0,72$), protesetypen ($P = 0,13$) og antagonisttypen ($P = 0,98$) (Tabel 4).

DISKUSSION

Nullhypotesen, som sagde, at implantatets diameter, skruekanalens vinkling, protesetypen og antagonistsens beskaffenhed ikke påvirkede knogletabet og de mekaniske komplikationer i forbindelse med posteriore implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia med vinklede skruekanaler, måtte accepteres. Løsning af skruevar den eneste mekaniske komplikation, der kunne påvises, og den kunne afhjælpes permanent ved ny fastskruining.

Nyere studier har vist lovende resultater uden mekaniske og biologiske komplikationer i forbindelse med restaureringer med vinklede skruekanaler (13-17), men uden længere opfølgning og med flere forskellige restaureringsmaterialer, fx zirkoniabaserede keramer (13, 15), kromkobolt metalkeramik (14, 16) og monolitisk zirkonia (17). Greer et al. (13) fandt tre

Implant and prosthetic characteristics

Number of implants	49
Average angle of ASC-retained definitive restorations	13 degrees (10-20 degrees)
Diameter (mm)	
3.75	32 (66%)
4.3	16 (32%)
5	1 (2%)
Implant length (mm)	
7	17 (35%)
8.5	24 (49%)
10	8 (16%)
Prosthetic type	
Fixed dental prosthesis	18 (37%)
Single crown	31 (63%)
Antagonist	
FDP	16 (33%)
Natural	33 (67%)

Table 2. Data expressed as n (%).

Crestal bone loss (mm) during observation period according to number of implants (N)

CBL	Mesial (mm)	Distal (mm)
At 6 mo (N = 51)	0 (0-0)	0 (0-0)
At 12 mo (N = 51)	0 (0-0.1)	0 (0-0.1)
At 24 mo (N = 49)	0.1 (0.1-0.2)	0.1 (0.1-0.2)
At 36 mo (N = 49)	0.1 (0.1-0.2)	0.1 (0.1-0.2)

Table 3. Data expressed as median (IQR). IQR, interquartile range.

Multivariable analysis of crestal bone loss (generalized linear mixed model estimated by penalized quasi-likelihood)

Implant and Prosthetic Characteristics	Mean Difference (95% Confidence Interval)	P
Angle	-0.002 (-0.004 to 0.0001)	.08
Diameter (mm)		
3.75	Reference	
4.3	0.005 (-0.020 to 0.029)	.72
5	0.068 (-0.013 to 0.150)	.11
Implant length (mm)		
7	Reference	
8.5	0.002 (-0.022 to 0.027)	.85
10	-0.033 (-0.067 to 0.001)	.06
Prosthetic type		.13
Fixed dental prosthesis	Reference	
Single crown	-0.018 (-0.042 to 0.005)	
Antagonist		.98
FDP	Reference	
Natural	0.000 (-0.024 to 0.025)	

Table 4.

komplikationer ved 84 enkelttandskroner, hvoraf 75 % var anbragt i incisivregionen (gennemsnitlig opfølgning: 216 dage), og komplikationerne var løsnings af skrue, porcelænsfraktur og implantatsvigt. Anitua et al. (14,16) fandt syv komplikationer i 55 implantatunderstøttede faste restaureringer med kromkoboltskelet (gennemsnitlige opfølgning: 15 ± 4 måneder) i den posteriore region: fem keramikafskalninger, en løsnet skrue og en fraktureret skrue. Hverken Friberg og Ahmadzai (15) eller Pol et al. (17) fandt mekaniske komplikationer efter et års opfølgning. I vores studie var materialet homogent, idet der kun blev analyseret posteriore restaureringer i monolitisk zirkonia med vinklede skruekanaler, og der blev kun fundet ét tilfælde af skrueløsning. De forskellige resultater i disse studier kan skyldes, at størrelsen og retningen af de okklusale kræfter i det posteriore segment er anderledes end i frontregionen. Endvi-

dere gav omplaceringen af adgangshullerne en mere ensartet fordeling af restaureringsmaterialet, hvilket mekanisk set kan have været en fordel.

Fraktur af dækmateriale angives at være en af de hyppigste komplikationer (20), men forekom sjældent i vores undersøgelse. Nyere *in vitro*-studier har ikke fundet signifikant forskel i den procentuelle forskel mellem initial og endelig skrue torque, når grupper med lige henholdsvis vinklede skruekanaler sammenlignes (26,27). Derfor kan excessive okklusale belastninger og utilstrækkeligt torque under proteseindsættelsen være mulige forklaringer på den skrueløsning, der blev rapporteret ved skruefaste faste proteser med lige kanaler (22,23,28). Valget af monolitisk zirkonia uden dækkeram kan være årsagen til, at vi ikke fandt afskalning af keramisk materiale; men der er behov for flere og større prospektive studier med lang opfølgning for at få dybere indsigt i de kliniske resultater ved anvendelse af monolitisk zirkonia.

De målinger af knogletab, vi fandt, var i overensstemmelse med resultaterne fra tidligere studier (16,24,25). En enkelt undersøgelse med 16 års opfølgning fandt ingen sammenhæng mellem implantatets længde og knogletabet (29). Knogletabet androg mindre end 1 mm, så de beregnede angivelser skyldes snarere menneskelige fejl end biologisk variation (30). Vi har brug for studier med længere observationstider for at forstå udviklingen af knogletab over tid.

I tidligere studier har man ikke fundet højere forekomst af tekniske og biologiske komplikationer ved restaureringer med vinklede skruekanaler sammenlignet med restaureringer med lige kanaler (14,16). Eftersom systemer med vinklede skruekanaler først er kommet på markedet for nylig, er der behov for prospektive studier med lange observationstider for at opnå bedre forståelse af de eventuelle mekaniske og biologiske komplikationer. Endvidere er der generelt behov for flere prospektive og retrospektive studier om implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia.

KONKLUSIONER

På baggrund af resultaterne fra dette prospektive kohortestudie kan følgende konklusioner drages:

1. Posteriore implantatunderstøttede faste proteser i monolitisk zirkonia med vinklede skruekanaler havde ikke nogen negativ indvirkning på det alveolære knogletab.
2. Der blev ikke fundet forøget forekomst af mekaniske komplikationer i løbet af de første tre års funktionstid. ♦ ▶

ABSTRACT (ENGLISH)

CLINICAL PERFORMANCE OF POSTERIOR MONOLITHIC ZIRCONIA IMPLANT-SUPPORTED FIXED DENTAL PROSTHESES WITH ANGULATED SCREW CHANNELS: A 3-YEAR PROSPECTIVE COHORT STUDY

STATEMENT OF PROBLEM - The choice of retention type of an implant-supported fixed dental prosthesis (FDP) becomes critical when the dental implant is not placed in a prosthetically ideal location. In recent years, computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD-CAM) technology has enabled the correction of the location of screw access hole depending on the clinical needs of the patient. However, how FDPs with angulated screw channels (ASCs) perform clinically is unclear.

PURPOSE - The purpose of this prospective clinical study was to evaluate the mechanical complications and crestal bone loss (CBL) when posterior monolithic zirconia implant-supported FDPs with an ASC are used.

MATERIAL AND METHODS - Participants (N = 37) with a missing single posterior tooth or multiple teeth, sufficient bone height, and an implant site without infection were included. Each participant received parallel-walled implants (Nobel Parallel CC) of 7-, 8.5-, or 10-mm length by using a 1-stage approach. After 4 months of healing, a conventional impression was made, and a digital workflow was followed. Monolithic zirconia restorations (Katana ML) were milled, stained, and mechanically attached to a titanium base (NobelProcera ASC abutment). CBL was measured from radiographs at 6,

12, 24, and 36 months after the placement of the prosthesis. Implant and prosthetic characteristics including implant diameter, implant length, screw channel angle (angles ≤ 15 degrees versus angle >16 degrees), prosthetic type (single crown versus multiple-unit FDP), and antagonist dentition (natural versus prosthesis) were also recorded. A generalized linear mixed model with a log link was estimated to assess the independent predictors of CBL among the angles of ASC-retained definitive restorations and the clinically relevant variables ($\alpha = 0.05$).

RESULTS - Thirty-seven participants received 51 implants, and the median follow-up period was 30 months (interquartile range: 22-36). Two single-crown implants failed within the first 12 months of delivery. The implant and restoration survival rate was 96% at 36 months. Screw loosening was recorded in 2 study participants. After a follow-up of 36 months, the mean \pm standard deviation CBL value was 0.15 ± 0.14 mm with an increase over time ($P < 0.001$). The effect of the angle of ASC, implant diameter, implant length, prosthetic type, and antagonist on the CBL was not statistically significant ($P > 0.05$).

CONCLUSIONS - CBL was not associated with the angle of ASC, implant diameter, implant length, prosthetic type, or antagonist when posterior monolithic zirconia implant-supported FDPs with ASCs were used. Screw loosening in 2 situations was the only mechanical complication during the first 3 years of service.

LITTERATUR

- Wittneben JG, Millen C, Bragger U. Clinical performance of screw-versus cement-retained fixed implant-supported reconstructions - A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29 (Supp):84-98.
- Hebel KS, Gajjar RC. Cement-retained versus screw-retained implant restorations: achieving optimal occlusion and aesthetics in implant dentistry. *J Prosthet Dent* 1997;77:28-35.
- Wilson TJ. The positive relationship between excess cement and peri-implant disease: a prospective clinical endoscopic study. *J Periodontol* 2009;80:1388-92.
- Wadhvani C, Rapoport D, La Rosa S et al. Radiographic detection and characteristic patterns of residual excess cement associated with cement-retained implant restorations: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2012;107:151-7.
- Korsch M, Robra BP, Walther W. Cement-associated signs of inflammation: retrospective analysis of the effect of excess cement on peri-implant tissue. *Int J Prosthodont* 2015;28:11-8.
- Shadid R, Sadaqa N. A comparison between screw- and cement-retained implant prostheses. A literature review. *J Oral Implantol* 2012;38:298-307.
- Sakamoto S, Ro M, Al-Ardah A et al. Esthetic abutment design for angulated screw channels: a technical report. *J Prosthet Dent* 2018;119:912-5.
- Garcia-Gazau S, Razzoog M, Sierraalta M et al. Fabrication of a screw-retained restoration avoiding the facial access hole: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2015;114:621-4.
- Gjelvold B, Sohrabi MM, Chrcanovic BR. Angled screw channel: an alternative to cemented single-implant restorations—three clinical examples. *Int J Prosthodont* 2016;29:74-6.
- Cavallaro J Jr, Greenstein G. Angled implant abutments: a practical application of 20 available knowledge. *J Am Dent Assoc* 2011;142:150-8.
- Lin CL, Wang JC, Ramp LC et al. Biomechanical response of implant systems placed in the maxillary posterior region under various conditions of angulation, bone density, and loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:57-64.
- Isidor F. Influence of forces on peri-implant bone. *Clin Oral Implants Res* 2006;17 (Supp 2):8-18.
- Greer AC, Hoyle PJ, Vere JW et al. Mechanical complications associated with angled screw channel restorations. *Int J Prosthodont* 2017;30:258-9.
- Anitua E, Flores C, Pinas L et al. Frequency of technical complications in fixed implant prosthesis: the effect of prosthesis screw emergence correction by computer-aided design/computer-aided manufacturing. *J Oral Implantol* 2018;44:427-31.
- Friberg B, Ahmadzai M. A prospective study on single tooth reconstructions using parallel walled implants with internal connection (NobelParallel CC) and abutments with angulated screw channels

- (ASC). *Clin Implant Dent Relat Res* 2019;21:226-31.
16. Anitua E, Fernández-de-Retana S, Alkhraisat MH. Survival and marginal bone loss of dental implants supporting CAD-CAM angled channel restorations: a split-mouth retrospective study. *Eur J Dent* 2020;14:194-9.
 17. Pol CWP, Raghoobar GM, Maragkou Z et al. Full-zirconia single-tooth molar implant-supported restorations with angulated screw channel abutments: a 1-year prospective case series study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2020;22:138-44.
 18. Arena A, Prete F, Rambaldi E et al. Nanostructured zirconia-based ceramics and composites in dentistry: a state-of-the-art review. *Nanomaterials (Basel)* 2019;9:1393.
 19. Worni A, Kolgeci L, Rentsch-Kollar A et al. Zirconia-based screw-retained prostheses supported by implants: a retrospective study on technical complications and failures. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:1073-81.
 20. Pjetursson BE, Valente NA, Stranding M et al. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2018;29 (Supp 16): 199-214.
 21. Spitznagel FA, Horvath SD, Gierthmuehlen PC. Prosthetic protocols in implant-based oral rehabilitations: a systematic review on the clinical outcome of monolithic all-ceramic single- and multi-unit prostheses. *Eur J Oral Implantol* 2017;10 (Supp 1):89-99.
 22. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE et al. Systematic review of the survival rate the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23 (Supp):2-21.
 23. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R et al. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23 (Supp):22-38.
 24. Di Fiore A, Vigolo P, Sivoiella S et al. Influence of Crown-to-Implant Ratio on Long-Term Marginal Bone Loss Around Short Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019;34:992-8.
 25. Sivoiella S, Stellini E, Testori T et al. Splinted and unsplinted short implants in mandibles: a retrospective evaluation with 5 to 16 years of follow-up. *J Periodontol* 2013;84:502-12.
 26. Swamidass RS, Kan JYK, Kattadiyil MT et al. Abutment screw torque changes with straight and angled screw-access channels. *J Prosthet Dent* 2021;125:675-81.
 27. Hu E, Petrich A, Imamura G et al. Effect of screw channel angulation on reverse torque values of dental implant abutment screws. *J Prosthodont* 2019;28:969-72.
 28. Ceruso FM, Barnaba P, Mazzoleni S et al. Implant-abutment connections on single crowns: a systematic review. *Oral Implantol (Rome)* 2017;10:349-53.
 29. Telleman G, Raghoobar GM, Vis-sink A et al. A systematic review of the prognosis of short (> 10 mm) dental implants placed in the partially edentulous patient. *J Clin Periodontol* 2011;38:667-76.
 30. Walton TR, Layton DM. Intra- and inter-examiner agreement when assessing radiographic implant bone levels: differences related to brightness, accuracy, participant demographics and implant characteristics. *Clin Oral Implants Res* 2018;29:756-71.