

Prosjektoppgave for det integrerte mastergradsstudiet i odontologi

Passform hos dentale kroner av ulike zirkonia materialer

En laboratoriestudie

Anneli Skjold



Veiledere:

Marit Øilo (førsteamanuensis.) og Christian Schriwer (PhD-kandidat.)

Bergen, januar 2018

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	3
ABSTRACT	4
INTRODUKSJON	5
MATERIAL OG METODE	8
RESULTATER	11
DISKUSJON	13
PRODUKSJONSMETODE	14
MATERIALSAMMENSETNING	14
METODEVURDERINGER	15
KONKLUSJON	15
VEDLEGG	17

Sammendrag

Bakgrunn: Helkeramiske restaureringer blir stadig vanligere innen protetisk behandling. Materialsammensetningen til keramene gir ulike egenskaper i form av styrke, estetikk, gjennomskinnelighetsgrad noe som videre indikerer ulike anvendelsesområder. Formålet med studien var å vurdere om variasjon i materialsammensetning og produksjonsmetode påvirker monolitiske zirkoniakroners indre passformen.

Nullhypotesen er at ulik materialsammensetning og produksjonsmetode ikke vil påvirke indre passform, gitt at alle andre faktorer som prepareringstype, kroneform og kronetykkelse er det samme.

Material og metode: Det ble fremstilt sekstiseks zirkonia kroner fra fem ulike produsenter etter en premolar-modelltann med konkav preparering. Indre passform ble undersøkt med replika – metoden.

Resultat: Det var statistisk signifikant forskjell i indre passform verdiene okklusalt for de ulike gruppene (Kruskall Wallis, $p=0.0003$). De mykmaskinerte materialene BX, DD og ZZ hadde tykkere okklusal sementspalte enn alle de andre gruppene. Det var ingen statistisk signifikant forskjell ved indre passform verdiene marginalt eller aksialt blant de ulike gruppene.

Konklusjon: Produksjonsmetoden for monolitiske zirkoniakroner har en effekt på passform. Størst variasjon ble observert okklusalt på mykmaskinerte kroner. Opphoping av sement okklusalt fører til økt aksial diskrepans noe som videre kan ha både teknisk og biologisk effekt. Materialsammensetning hadde ikke en klar sammenheng med passformen til de testede zirkonia kronene.

Abstract

Objective: All-ceramic restorations are becoming more common in prosthetic treatment.

The material composition of the ceramics provides different properties in terms of strength, aesthetics, translucency. The aim of the study was to assess whether the variation in material composition and production methods affects the internal fit of monolithic zirconia crowns.

The null hypothesis was that different material compositions and production methods will not affect the internal fit, given that all other factors such as preparation type, crown shape and crown thickness are the same.

Material and methods: Sixty-six zirconia crowns were produced from five different commercial manufacturers to a premolar model tooth with shallow circumferential chamfer preparation. Internal fit was assessed by the replica method.

Results: There was a statistically significant difference in the occlusal internal fit values for the different groups (Kruskall Wallis, $p = 0.0003$). The soft machined crowns in three groups (BX, DD and ZZ) had a thicker occlusal cement space than all the other groups. There was no statistically significant difference in marginal and axial internal fit values among the different groups.

Conclusion: The production method for monolithic zirconia crowns has an effect on internal fit. The largest variation was observed occlusally in soft machined crowns. Excess occlusal cement accumulation leads to increased axial discrepancy which can further give both technical and biological effect. Material composition did not had a clear correlation with the internal fit of the tested zirconia crowns.

Introduksjon

Helkeramiske restaureringer blir stadig vanligere innen protetisk behandling. Det er flere typer keramiske materialer tilgjengelig på markedet. Dentale keramer kan inndeles på flere måter: etter innholdsstoffer, fremstillingsmetoder, styrke og anvendelsesområde.

Hvis man tar utgangspunktet i innholdsstoffer og dermed materialstrukturen kan dentale keramer deles i tre hoveddeler – de som består av overveiende amorf struktur, som porselener de som består av overveiende krystallinsk struktur (polykrystallinske keramer) og de som er en blanding av både amorf og krystallinsk struktur (blandingskeramer) (1, 2).

Materialsammensetningen til keramene gir ulike egenskaper i form av styrke, estetikk, gjennomskinnelighetsgrad noe som videre indikerer anvendelsesområder. De med overveiende amorf struktur benyttes mest ved der det er høyere krav for estetikk og lavere krav for styrke (eksempler er skallkroner, fasetter eller som dekk-keram over kjernelaget). Keramer med høy andel krystallinsk struktur (polykrystallinske), derimot, benyttes der det er større krav til styrke. Polykrystallinske keramene benyttes gjerne som kjernelaget tilsvarende metalkjerner i metal-keram kroner. Egenskapene hos blandingskeramer kan endres ved å variere sammensetningsforholdet mellom det amorfe og krystallinske delene. Dermed er det mulig å oppnå dentale keramer som har høyere styrke enn de som kun består av amorf struktur, men samtidig har noe bedre estetiske egenskaper enn polykrystallinske keramer.

De polykrystallinske keramene består av hovedsakelig en type krystallpartikler. Det er to hovedmaterialer som er aktuelle: alumina (aluminiumoksid) og zirkonia (zirkoniumdioksid), der alumina benyttes i liten grad. Zirkonia kan forekomme i tre ulike

faser på molekylært nivå avhengig av temperatur og trykk: monoklinisk fase som er stabilt ved temperaturer opp mot 1170 °C, tetragonal fase ved temperaturer mellom 1170 – 2370 °C og ved temperaturer over 2370 °C i ren kubisk fase. Ved nedkjøling til romtemperatur, vil zirkonia gå tilbake fra det ønskelige tetragonale strukturen til monoklinisk struktur som har en sprø konsistens som ikke egner seg til dental bruk. For å beholde den tetragonale strukturen i romtemperatur, tilsettes det stabiliserende oksider (yttriumoksid Y_2O_3 , magnesiumoksid MgO, ceriumoksid CeO_2 eller kalsiumoksid CaO) for å hindre faseendringen (3, 4). Materialene yttria- magnesia- eller ceria-stabilisert tetragonalt polykrystallinsk zirkonia (Y-TZP, M-TZP, C- TZP) omtales som zirkonia som samlebegrep, men det kan være relativt store forskjeller i mekaniske og fysiske egenskaper mellom materialene og mellom ulik mengde stabilisatoroksid.

Polykrystallinske zirkonia kroner kan benyttes uten dekk-keram der kjernematerialet utgjør hele kronetykkelsen. Denne type zirkonia kroner kalles for fullkontur eller monolitiske kroner og kan benyttes ved områder med noe lavere krav til estetikk. Fordelen er at kronen består bare av ett lag med høystyrke keramisk materiale, noe som reduserer behovet for plass (tannsubstansavvirkning) og reduserer risikoen for avskalling (chipping). Samtidig gjenskaper ikke materialene de optiske egenskapene til tenner på samme måte som porselener kan . I de senere tid har det kommet muligheter til å kunne forbedre estetiske egenskapene til monolitiske kroner ved å tilsette fargestoffer (5). I tillegg grad av translusens til materialet kan forbedres ved å oppnå mindre kornstørrelse eller øke andelen av kubiske krystallkorn ved å øke sintringstemperaturen (6, 7). Dette gir muligheten for sterke restaureringer med noe forbedret estetikk.

Polykrystallinske keramer kan fremstilles på to måter: myk - og hardmaskinering. Ved mykmaskinering benyttes delvis sintret materiale som har en kritt-aktig, porøs konsistens som er lett å frese. Før fresing, dimensjoneres kronen ca 20% større enn endelig form. Dette gjøres for å kompensere for krympingen som skjer under sluttsintringen. Fordelen med metoden er mindre slitasje på freseutstyr. Samtidig vil sintringskrympingen kunne føre til vridninger og dårligere indre og marginal tilpasning.

Ved hardmaskinering benyttes ferdigsintrede zirkoniablokker som er industrielt sintret under høyt og jevnt trykk og høy temperatur (hot isostatic pressing, HIP). Det gir en keramisk blokk som er nesten fri for porer og andre svakheter. Ønsket restaurering freses ut fra disse blokkene i reell størrelse. Fresingen tar lang tid og utsetter freseutstyret for høy slitasje og det gjør hele prosessen kostbar. På ferdigsintret produkt er det synlig ferespor på materialet. Dette gir en mer ruglete ujevn overflate som kan innføre stresspunkter og mikrosprekker (8, 9).

Ved preparering av tannen er det ønskelig å fjerne nok tannsubstans til å gi tilstrekkelig kronekanttykkelse med hensyn til kronestyrken og samtidig være så minimalt invasivt som mulig for tannen. Grunn konkav preparering benyttes ofte ved preparering av monolitiske kroner. (11-13). Aksialdiskrepans og sementspalten til en ferdig sementert keramisk krone avhenger av flere faktorer: prepareringsformen cervikalt, steilhetsgraden av aksiale vegger, sementkonsistens/type samt sementeringsteknikk. Indre passform er avhengig av hvor presist kronen ble produsert, kvalitet på avtrykket og på modell eller digitale programmer benyttet for design og fremstilling. Suboptimal aksialdiskrepans gir en for tykk

sementspalte cervikalt og kan føre til uønskede konsekvenser både teknisk og biologisk. Ved for tykk sementspalte, vil kraften fra tyggebelastning overføres til sementlaget og kan føre til en knusningsskade internt i sementlaget. Dette kan føre til tap av retensjon til kronen. Ved optimal sementtykkelse overføres tyggebelastningen til tannen istedenfor sementlaget. I tillegg vil økt aksialdiskrepans øke plakkretensjon cervikalt for tannen som igjen kan føre til gingival og periodontale inflammasjon med påfølgende beintap.

Formålet med studien var å vurdere om variasjon i materialsammensetning og produksjonsmetode påvirker indre passformen hos monolitiske zirkoniakroner. Nullhypotesen er at ulik materialsammensetning og produksjonsmetode ikke vil påvirke indre passform, gitt at alle andre faktorer som prepareringstype, kroneform og kronetykkelse er det samme.

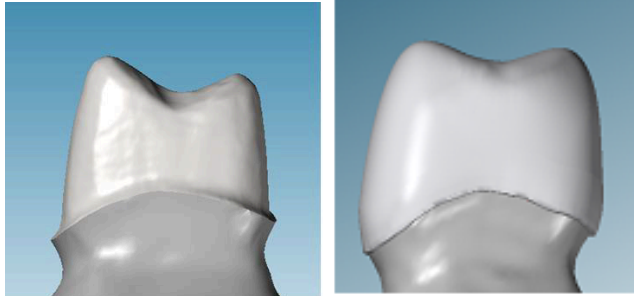
Material og metode

En premolar modelltann (KaVo Dental GmbH, Biberach, Germany) ble preparert med en grunnkonkav preparering på 0,5 mm dybde og steilhetsgrad 9-12 grader, med avrundete kanter (Figur 1). Et silikonavtrykk (Affinis, 3M Espe, Minneapolis, USA) av kjeven ble sendt til tannteknikker (Tannlab) for framstilling av 66 kroner fra fem ulike produsenter. De 6 gruppene med 11 kroner i hver, hadde ulik materialsammensetning og fremstillingsmetode (Tabell 1). Kronene ble produsert etter produsentens anbefaling med egnet CAD/CAM system. Det ble ikke utført justeringer på kronene etter framstilling hos produsent.

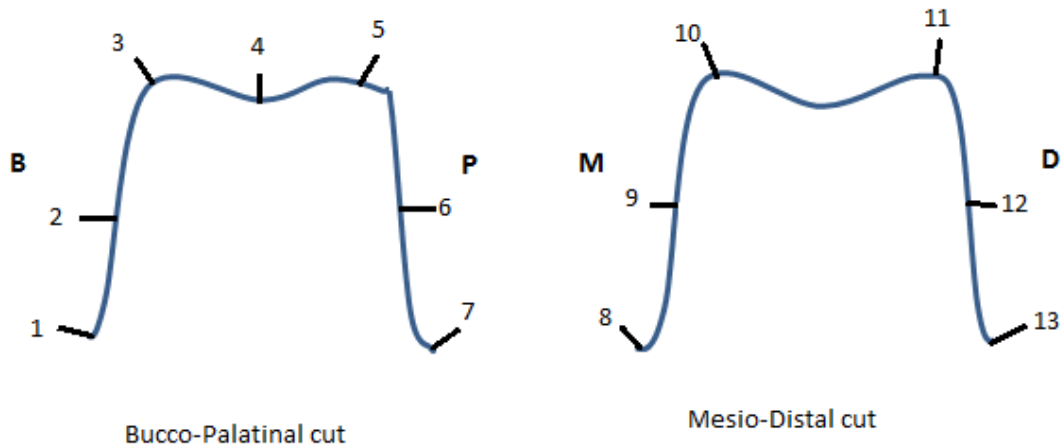
Indre passform ble undersøkt ved replika-metoden (10). Et avtrykksmaterial (Fit Check, GC, Japan) ble benyttet til å simulere sementfilmen mellom den preparerte tannen og kronene. Et annet kompatibelt silikon avtrykksmaterial (Xantropen, Heraus Kulzer, Hanau, Germany) ble benyttet for å stabilisere den tynne sementfilmen. Det stabiliserte massen som består av Fit Check og Xantropen ble delt med skalpell i bukko-palatalt retning (n=6) og mesio-distal retning (n=5) for måle tykkelsen på sementspalten (Figur 2 og 3). Gjennomsnittsverdiene fra hver måling ble benyttet ved statistisk analyse (STATA). Det ble utført en statistisk sammenligning mellom de 6 ulike gruppene ved hjelp av non-parametriske metoder (Kruskall Wallis-test, $p < 0,05$).

Tabell 1. Oversikt over de 6 gruppene (produsentnavn, produksjonsmetode, materialsammensetning og kornstørrelse). N/A= not available (ikke tilgjengelig).

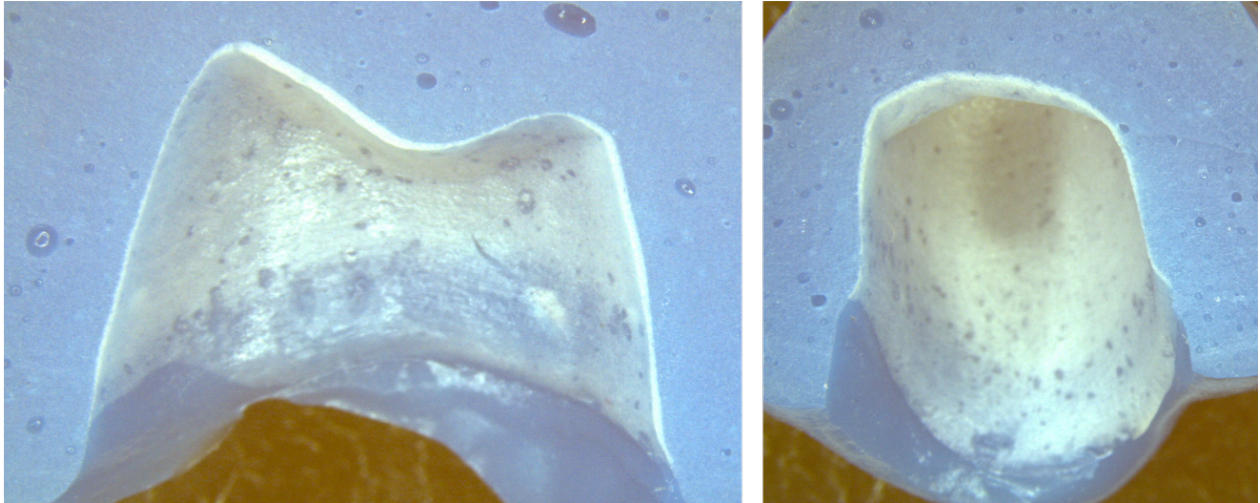
Forkortelse	Produsent og produktnavn	Materialsammensetning	Fremstillingsmetode	Grain size	By, land
BX	Prismatik BruxZir Milling Blank Glidewell laboratories	ZrO ₂ , Yttria, N/A Temp: 1530°C	Soft-machined	N/A	Irvine, CA, USA
DD	Dental Direkt DD Bio ZX ² Dental Direkt GmbH	ZrO ₂ + HfO ₂ + Y ₂ O ₃ > 99%, Al ₂ O ₃ < 0,5 %, other oxides < 0,25 %, Y ₂ O ₃ 3% Temp: 1450-1550°C	Soft-machined	0,26-0,38µm	Spence, Tyskland
ZZ	ZirkonZahn, ICE Zirkonia - Prettau Zirconia	ZrO ₂ , Y ₂ O ₃ 4 - 6 %, Al ₂ O ₃ < 1 % SiO ₂ < 0.02 %, Fe ₂ O ₃ < 0.01 % Na ₂ O < 0.04 % Temp: 1600 °C	Soft-machined	0,3 µm	Gais, Italia
PZ	NobelProcera Crown Zirconia Nobel Biocare	ZrO ₂ + Y ₂ O ₃ + HfO ₂ ≥ 99.0%, Y ₂ O ₃ > 4.5 to ≤ 6.0, HfO ₂ ≤ 5%, Al ₂ O ₃ ≤ 0.5%. Other oxides ≤ 0.5%. Temp: N/A	Soft-machined	0,3-0,5µm	Zürich Flughafen, Sveits
DY	Denzir Y-TZP Denzir AB	>99,95wt% : ZrO ₂ + Y ₂ O ₃ + HfO ₂ + Al ₂ O ₃ Temp ??	Hard-machined,	<0,5µm	Stockholm, Sverige
DM	Denzir Mg-PSZ Denzir AB	99,95wt% av ZrO ₂ + MgO Temp: 1800°C	Hard-machined	30-40µm	Stockholm, Sverige



Figur 1. Digital modell av preparert premolartann og endelig kroneutforming (sett framesiale siden).



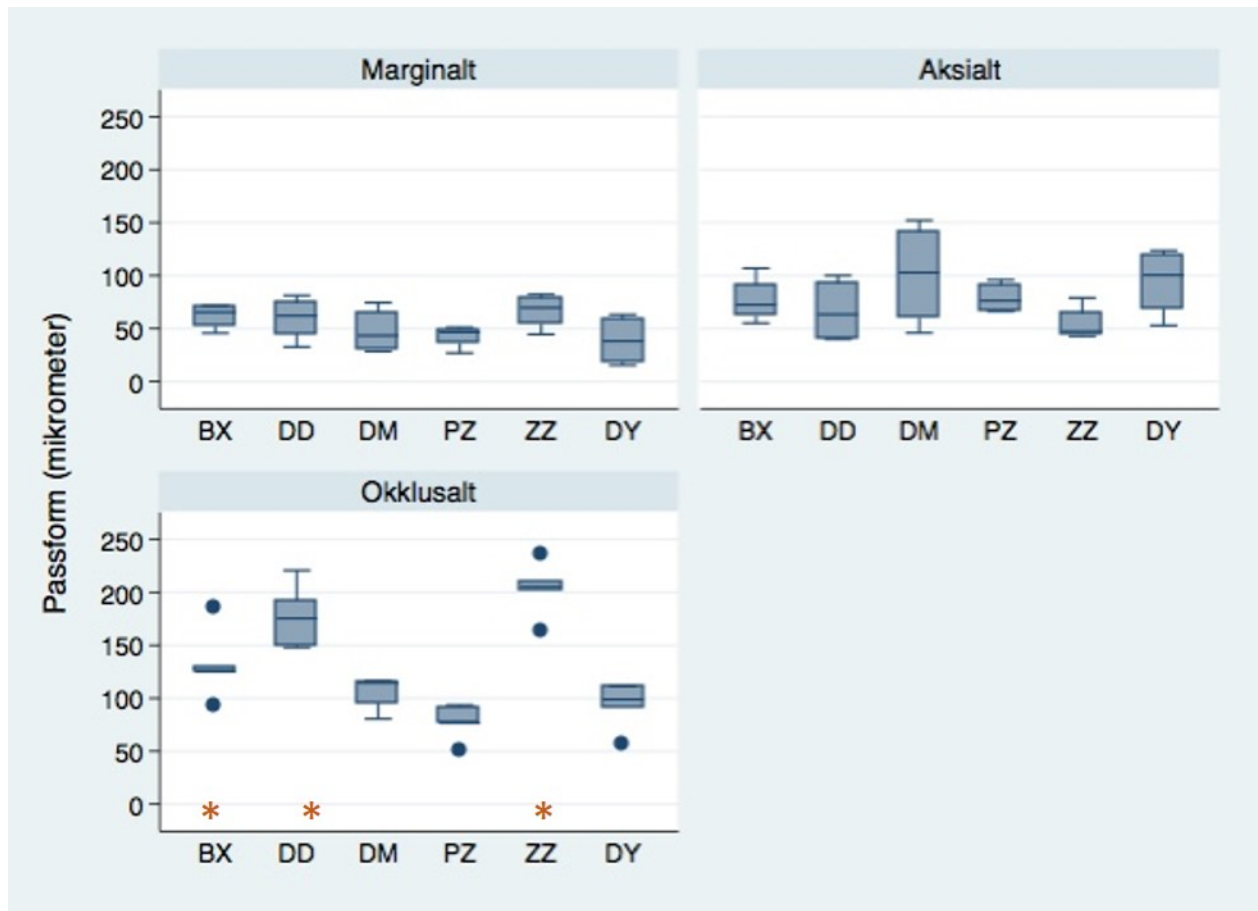
Figur 2. Plassering av målepunktene ved de to snittretningene. Det var 7 målepunkter ved bukko-palatinal snitt og 6 målepunkter ved mesio-distale snitt, som totalt gir 13 målepunkter.



Figur 3. Snittbilder av Fit Check (hvit) stabilisert med Xantropen (blå) i retningene bukko-palatalt og mesio-distalt.

Resultater

Det var statistisk signifikante forskjeller mellom gruppene i indre passform målt okklusalt. (Kruskall Wallis, $p=0.0003$, Figur 3). Det var ikke statistisk signifikant forskjell mellom gruppene i indre passform aksialt ($p=0,32$) og marginalt ($p=0,22$). Verdiene for indre passform varierte fra $0,0 \mu\text{m}$ (lavest) til $362,6 \mu\text{m}$ (høyest). Størst standardavvik ($87,9$) var ved målepunkt 10 hos kronegruppen **ZZ** og lavest standardavvik ($3,1$) var ved målepunkt 13 hos kronegruppen **DY**.



Figur 4. Kassedigram som viser indre passform fordelt på tre områder (okklusalt, aksialt, og marginal). Boksens øvre og nedre grense viser første og tredje kvartil og rettlinje i midten viser medianverdi. Maks og minimum halene representerer 1.5 interkvartil område. Punktene viser utenforliggere utenfor 3 interkvartil område. Det var statistisk signifikant forskjell i indre passform verdiene okklusalt for de ulike gruppene (Kruskall Wallis, $p=0.0003$). De mykmaskinerte materialene BX, DD og ZZ hadde tykkere okklusale sementspalte enn alle de andre gruppene (markert med oransje stjerne).

Diskusjon

Resultatet viser en statistisk signifikant forskjell mellom gruppene i indre passform okklusalt. Det var imidlertid ingen forskjeller mellom gruppene i passform målt aksialt og marginalt. Dette indikerer at i de gruppene som har tykkere sementfilm okklusalt, har det vært en suboptimal sementavvik under sementering. Samtidig observeres det tynnere gjennomsnittsverdier aksialt (<150 µm) og marginalt (<100 µm). Dette tyder på at sementmaterialet ikke rekker å renne ut under sementering og overskudd av sementmaterialet retineres okklusalt og fører til at krone ikke kommer helt på plass. dermed øker den aksiale diskrepansen marginalt. En økt okklusal sementspalte og aksialdiskrepans kan føre til både tekniske og biologiske komplikasjoner. For tykk okklusal sementtykkelse overfører ikke den belastningen som utøves på kronen over til tannen, og heller oppstår det en indre sementfraktur som fører til en svekkelse av retensjon til restaureringen. Økt aksialdiskrepans marginalt kan føre til økt sement-utvask, økt plakkansamling langs gingiva, som videre fører til periodontal inflammasjon og cervikal karies.

Sementspalteverdiene i denne testen varierte både under og mest over de ønskelige verdiene (25-50 µm) gitt etter ISO standard (14,15). Dette viser at det selv ved optimale sementeringsforhold (*in vitro*), er det vanskelig å oppnå det ønskelige sementspaltetykkelse.

Sementspalteverdiene i denne testen stemmer overens med resultatene til tidligere utførte tester der gjennomsnittsverdiene for sementspalte varierte mellom 17,72 – 170 µm hos monolitiske zirkonia kroner (Zirkon Zahn) (16,17).

Produksjonsmetode

Det var de mykmaksinerte kronene som hadde størst variasjon i okklusale sementspalte. Dette indikerer at det kan ha oppstått mikroskopiske endringer av kroneformen under produksjon av de mykmaskinerte kronene. Kronene har tydeligvis fått noe trangere passform aksialt og marginalt, som dermed hindrer kronene i å relasseres optimalt ved sementering.

De hardmaskinerte kronene hadde ikke en slik opphoping av sement okklusalt som ble observert på de mykmaskinerte kronene. Dette indikerer at direkte sliping til aktuell størrelse av kronen, ikke gir endring av kroneformen. Den noe ruglete indre overflaten som ble observert på de hardmaskinerte kronene, hadde ikke en uttalt effekt på sementavrenningsgraden. Denne forskjellen i okklusal sementtykkelse mellom hardmaskinerte og mykmaskinerte kronene indikerer at det ikke skyldes prepareringstypen. Hvis det var prepareringstypen (grunn konkav) som førte til en dårligere sementavrenning ville alle gruppene hatt lignende okklusal sementtykkelse. Dette tyder på at produksjonsmetodene har en effekt på indre passform og dermed sementspalten.

Materialsammensetning

De kronene som hadde magnesiumoksid som stabilisator og hadde større kornstørrelse enn de andre gruppene, hadde ikke en statistisk signifikant forskjellig sementspalteverdier

sammenlignet med de andre gruppene. Dette indikerer at materialsammensetning var ikke utslagsgivende på indre passform.

Metodevurderinger

Resultatene i denne testen gir en indikasjon på indre og marginal passform av de testede kronene. Metoden som ble brukt i undersøkelse "replica"-metoden kan ha svakheter som kan påvirke resultatene til testen. Det ble benyttet silikonavtrykksmaterial for å simulere sementtykkelsen. Viskositeten og avrenningsgraden til Fit Check kan være noe annerledes enn sementer som blir benyttet klinisk. I tillegg var selve sementeringsprosedyren ikke helt standardisert, og det kan ha innført feilkilder i resultatene. Marginal passform målt med replikametoden sier lite om størrelsen på den faktiske aksiale diskrepansen. Fremtidige undersøkelser bør i tillegg vurdere kanttilpasning med visuell teknikk for å kunne vurdere hele bildet.

Konklusjon

Produksjonsmetoden for monolitiske zirkoniakroner har en effekt på passform. Størst variasjon ble observert okklusalt på mykmaskinerte kroner. Opphoping av sement okklusalt fører til økt aksial diskrepans noe som videre kan ha både teknisk og biologisk effekt. Materialsammensetning hadde ikke en klar sammenheng med passformen til de testede zirkonia kronene.

Referanser:

1. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Tilgjengelig fra: URL: <http://www.iso.org/iso/home.html>.
2. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL et al. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015;28:227-35.
3. Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: An overview. *Dent Mater* 2008;24:289-98.
4. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater* 2008;24:299-307.
5. Harada R, Takemoto S, Hattori M, Yoshinari M, Oda Y, Kawada E. The influence of colored zirconia on the optical properties of all-ceramic restorations. *Dent Mater* 2015;34:918-24.
6. Lughì V, Sergo V. Low temperature degradation -aging- of zirconia: a critical review of the relevant aspects in dentistry. *Dent Mater* 2010;26:807-20.
7. Zhang Y. Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. *Dent Mater* 2014;30:1195-203.
8. Laberty-Robert C, Ansart F, Deloget C, Gaudon M, Rousset A. Dense yttria stabilized zirconia: sintering and microstructure. *Ceram Int* 2003;29:151-8.
9. Denry I. How and when does fabrication damage adversely affect the clinical performance of ceramic restorations? *Dent Mater* 2013;29:85-96.
10. Laurent M, Scheer P, Dejou J, Laborde G. Clinical evaluation of the marginal fit of cast crowns-validation of the silicone replica method. *J Oral Rehabil* 2008;35:116-22.
11. Øilo M, Kvam K, Reisegg K, et al. The effects of margin curvature on load at fracture of ceramic crowns. *Int J Prosthodont*. 2015; 28: 357 - 9.
12. Johansson C, Kmet G, Rivera J, et al. Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to porcelain-veneered crowns and lithium disilicate crowns. *Acta Odont Scand*. 2014; 72: 145 - 53.

13. Larsson C, El Madhoun S, Wennerberg A, et al. Fracture strength of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystals crowns with different design: an in vitro study. *Clin Oral Impl Res.* 2012; 23: 820 - 6.
14. a. International Standard ISO 9917 Dental water-based cements, International Organization for Standardization 1991 Geneva Switzerland.
b. International Standard ISO 9917-2 Dental water-based cements- Part 2: Light-activated cements, International Organization for Standardization 1991 Geneva Switzerland.
15. Draft International Standard ISO/DIS 4049 Dentistry – Polymer-based filling, restorative and luting materials. Dental water-based cements, International Organization for Standardization 1998 Geneva Switzerland.
16. Seok-Joon Ha Jin-Hyun Cho. Comparison of the fit accuracy of zirconia-based prostheses generated by two CAD/CAM systems. *The journal of advanced prosthodontics.* , 2016, Vol.8(6), p.439-448.
17. Marginal and internal fit of fixed dental prostheses zirconia retainers. Beuer F, Aggstaller H, Edelhoff D, Gernet W, Sorensen J. *Dent Mater.* 2009 Jan;25(1):94-102. doi: 10.1016/j.dental.2008.04.018. Epub 2008 Jul 11.

Vedlegg

Schriwer C, et al. Monolithic zirconia dental crowns. Internal fit, margin quality, fracture mode and load at fracture. *Dent Mater* (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2017.06.009>