

OPTIMALT PREPARASJONSDESIGN FOR SINGLE CAD/CAM-KRONER – EN OVERSIKT

Master thesis by

Lage S. Kvikstadhagen, Morten Eliassen

Supervisors: Jørn A. Aas, Håvard J. Haugen



Department of Biomaterials
Institute of Clinical Dentistry
University of Oslo

2016

Abstract

CAD/CAM-teknologi er blitt en del av hverdagen for tannleger over hele landet, enten de benytter seg av det digitale utstyret i egen klinikk eller samarbeider med en tekniker som gjør det. I forbindelse med kroneprepareringer er det tannlegens oppgave å gi den aktuelle tannen en form som skaper optimale forutsetninger for en varig restaurering. Kronens levetid er direkte påvirket av tannens avslutningsdesign, veggens konvergensvinkel og den okklusale utformingen. I denne oversiktsartikkelen ble det funnet at chamferpreparasjoner gir kronen best intern passform, mens horisontal okklusal reduksjon gir best passform både internt og marginalt. To av fem studier viser også at 12° konvergensvinkel gir kronen best marginal passform.

Hovedbudskap:

- Kroneprepareringen påvirker restaureringens, og dermed tannens, levetid direkte
- Chamfer-design gir kronen best intern passform
- Horisontal reduksjon minimerer intern og marginal diskrepans
- Avslutningsdesign og konvergensvinkel påvirker ikke kronens bruddstyrke

Acknowledgements

Vi ønsker å takke veilederne våre, Jørn A. Aas og Håvard J. Haugen, for faglig støtte, jagende oppmuntring, sober veiledning og berusende formiddagskaffe. Uten dere ville vi aldri lest en eneste artikkel. I hvert fall ikke Lage.

Table of content

Abstract.....	2
Acknowledgements.....	3
Table of content	4
1. Manuskript innsendt til Tannlege Tidende	5
References.....	19
Appendix.....	20

1. Manuskript innsendt til Tannlege Tidende

Forfattere:

Lage S. Kvikstadhagen¹, Morten Eliassen¹, Jørn A. Aas², Håvard J. Haugen³

¹Stud. Odont., Det Odontologiske Fakultet, Universitet i Oslo

²Førsteamanuensis, Avdeling for Protetikk og Orale bittfunksjoner, Institutt for klinisk odontologi, Det Odontologiske Fakultet Universitetet i Oslo

³Professor, Avdeling for biomaterialer, Institutt for klinisk odontologi, Det Odontologiske Fakultet Universitetet i Oslo

Tittel:

OPTIMALT PREPARASJONSDESIGN FOR SINGLE CAD/CAM-KRONER – EN OVERSIKT

Kontaktperson:

Prof Håvard J. Haugen

Avdeling for Biomaterialer

Institutt for klinisk Odontologi

Det Odontologiske Fakultet

Universitet i Oslo

Postboks 1109 Blindern

0317 OSLO

E- post: h.j.haugen@odont.uio.no

Sammendrag:

CAD/CAM-teknologi er blitt en del av hverdagen for tannleger over hele landet, enten de benytter seg av det digitale utstyret i egen klinikk eller samarbeider med en tekniker som gjør det. I forbindelse med kroneprepareringer er det tannlegens oppgave å gi den aktuelle tannen en form som skaper optimale forutsetninger for en varig restaurering. Kronens levetid er direkte påvirket av tannens avslutningsdesign, veggens konvergensvinkel og den okklusale utformingen. I denne oversiktsartikkelen ble det funnet at chamferpreparasjoner gir kronen best intern passform, mens horisontal okklusal reduksjon gir best passform både internt og marginalt. To av fem studier viser også at 12° konvergensvinkel gir kronen best marginal passform.

Hovedbudskap:

- Kroneprepareringen påvirker restaureringens, og dermed tannens, levetid direkte
- Chamfer-design gir kronen best intern passform
- Horisontal reduksjon minimerer intern og marginal diskrepans
- Avslutningsdesign og konvergensvinkel påvirker ikke kronens bruddstyrke

Innledning

CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing) i dental sammenheng har eksistert i over 30 år og innebærer i stor grad en teknologi som for klinikerer er et altfor omfattende arbeid å sette seg inn i. Likevel er det en teknologi som lar seg benytte uten full innsikt i den digitale mekanikken. Oppdateringer i form av enklere brukergrensesnitt gjør CAD/CAM tilgjengelig for flere tannleger, og det er naturlig å forvente en positiv utvikling i kliniske resultater etter hvert som kunnskapen forenes med ferdighetene [1].

Det eksisterer ulike CAD/CAM-muligheter på markedet, og tannleger og tannteknikere kan velge å samarbeide på andre måter enn tidligere. Tannlegen kan for eksempel scanne et digitalt avtrykk direkte på pasienten og sende dette 3-dimensjonale bildet til tekniker som freser ut ønsket restaurering på laboratoriet. Tannlegen kan også ta et konvensjonelt avtrykk og sende dette til tekniker som slår opp en gipsmodell som deretter scannes og danner grunnlag for den digitale 3D-modellen. Eventuelt kan teknikerkostnadene elimineres ved såkalt «chairside» CAD/CAM-teknologi, hvor tannlegen har tilgang til både scanner og utfresingsmaskin på kontoret. Disse har imidlertid begrensninger på brorestaureringer over et gitt antall ledd [2].

I dag, som før, vurderes restaureringens kvalitet i stor grad ut fra dens levetid, men bak levetiden ligger variabler som gjør det mulig å analysere denne prognosen. For eksempel vil marginal diskrepans og intern passform, begge mål for restaureringens tilpasning til tannen, kunne predikere dens evne til å motstå sekundærkaries [3]. Kronens bruddstyrke forteller hvilke krefter den kan tåle før keramet slår sprekker. Men hva påvirker disse variablene, og hvordan kan tannlegen være med å influere restaureringens levetid? Arbeidet starter i preparasjonen hvor en trent tannlege bevisst utformer avslutningsdesign, veggens konvergensvinkel og grad av okklusal reduksjon. Målet med denne oversiktsartikkelen er å avgjøre hvordan parametrene *avslutningsdesign*, *konvergensvinkel* og *okklusalt design* anvendes til å optimalisere kronpreparasjoner for CAD/CAM-teknologi.

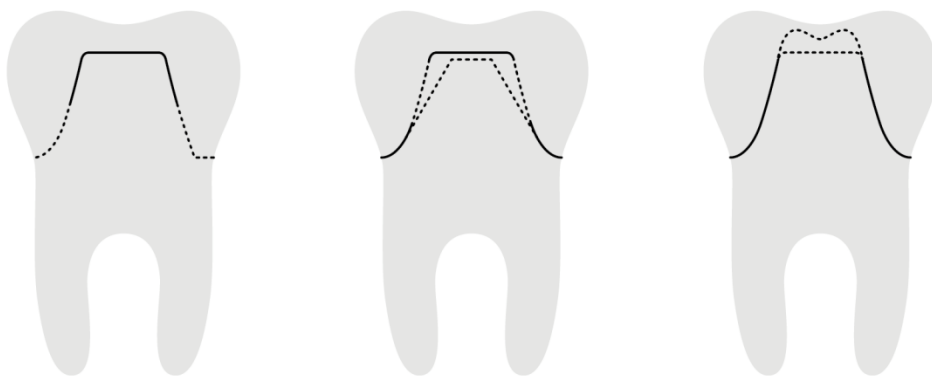


Figure 1: Preparasjonsdesign. Fra venstre mot høyre: avslutningsdesign (chamfer og skulder), konvergensvinkel og okklusalt design

Materiale og metode

Til denne oversiktsartikkelen er det blitt søkt i PubMed, Web of Science og Google Scholar. «CAD/CAM » og «CAD-CAM» er satt i ulike kombinasjoner med «fracture resistance», «finish line», «fixed partial dentures», «margin design», «crowns*», «dental prosthesis design*», «surface properties*», «dental marginal adaptation*», «tooth preparation*», «prosthesis fitting*», «marginal fit», «internal fit», «occlusal reduction», «occlusal», «tooth anatomy», «convergence angle» og «preparation angle», hvor søkeordene markert med asterisk er MeSH-termer. Først ble duplikater eliminert. CAD/CAM-teknologien utvikler seg hurtig og artikler eldre enn år 2000 ble ekskludert. Deretter ble gjenstående artikler ekskludert på bakgrunn av relevans. Dette var for eksempel artikler som ikke vurderte relevante parametere eller som ikke omhandlet single kroner. Til sist ble studiene grundig analysert og gjennom diskusjon er 19 artikler blitt inkludert i studien. I tilfeller hvor det er oppstått uenighet rundt en studies relevans, har den aktuelle studien blitt lagt frem for to forskere. Følgende eksklusjonskriterier har vært gjeldende: Publikasjonsdato før år 2000; studier som behandler andre restaureringer enn single kroner; studier gjort på rotfylte tenner eller implantater; oversiktsartikler; studier som opererer med høyere p-verdi enn 0,05; studier hvor $n < 15$. Vi har imidlertid inkludert studier gjort på både humane tenner og modeller, studier utført på molarer, premolarer og fronttenner, samt studier basert på ulike CAD/CAM-systemer og kronematerialer.*

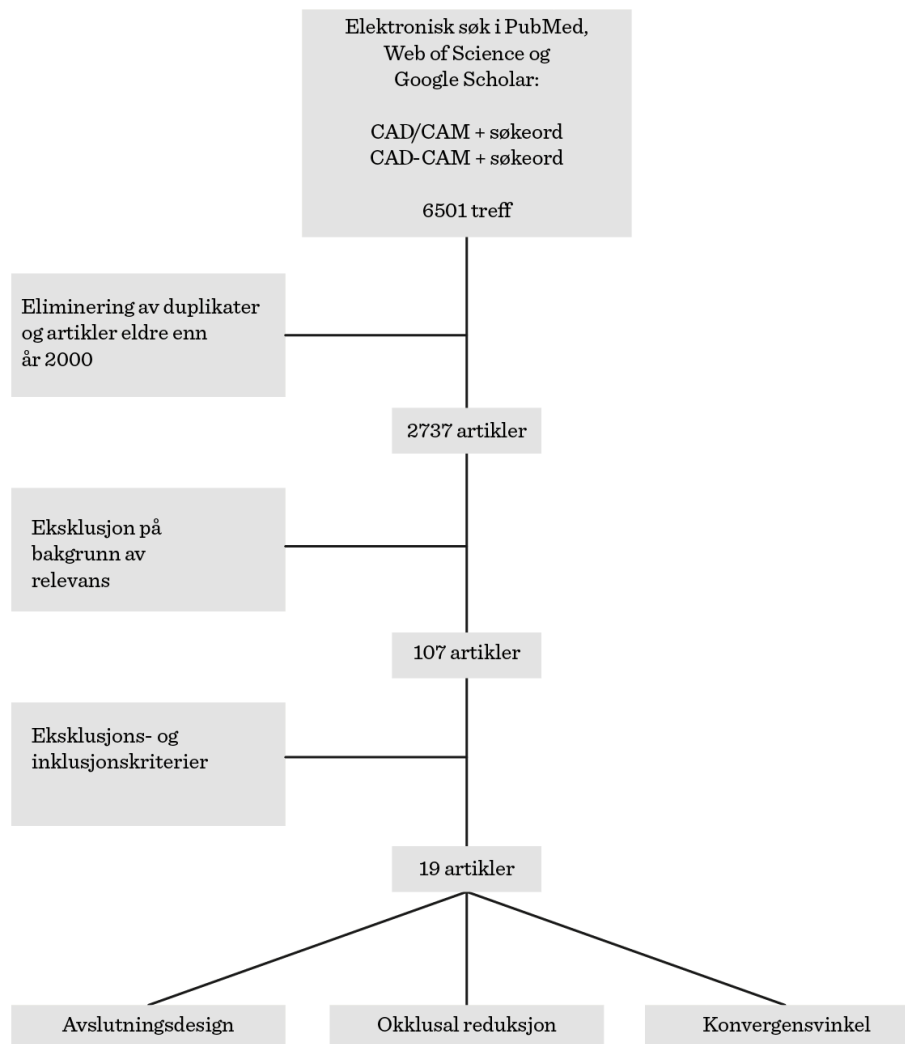


Figure 2: Oversikt over metode i litteratursøk

Resultater

AVSLUTNINGSDESIGN

Gingivalt kan prepareringen avsluttes med ulike bor og ulik utforming. Populære avslutninger er hovedsakelig chamfer og skulder, og klinikerens valg påvirker ikke kun hvor lett preparasjonen lar seg scanne digitalt eller gjengis i et avtrykk, men også den endelige kronens bruddstyrke og diskrepans.

To studier testet sammenhengen mellom avslutningsdesign og bruddstyrke (Tabell 1). Cercons CAD/CAM-system og keramkroner av zirkoniumoksid ble brukt i begge studiene. I den første studien [4] ble det ikke oppdaget statistisk signifikant forskjell mellom preparasjoner av chamfer- og skuldertypens påvirkning på bruddstyrken, mens det i den andre studien [5] fremkom at chamferpreparasjoner hadde en statistisk signifikant høyere bruddstyrke. En studie gjort på chamferdybdens påvirkning på bruddstyrke [6] viser forøvrig at en dyp chamfer (1mm) har statistisk signifikant høyere bruddstyrke enn grunn chamfer (0,8mm).

Syv studier vurderte marginal diskrepans (Tabell 2) opp mot avslutningsdesign. Det ble benyttet CAD/CAM-systemer fra Cercon, Cerec 2 og 3, samt LAVA Chairside og LAVA All Ceramic. Kronene ble produsert i zirkoniumoksid og kompositt. Av disse syv, konkluderte fem studier med at det ikke var noen statistisk signifikant forskjell mellom chamfer- og skulderpreparasjon hva gjaldt marginal diskrepans [7-11], mens to studier [8, 12] beskrev en statistisk signifikant lavere marginal diskrepans i tenner med skulderpreparasjon. Kun én studie [13] viste at chamfer ga kroner med lavere marginal diskrepans enn skulder. Et av studiene [8] testet samtidig to ulike CAD/CAM-systemer parallelt, noe som forklarer de åtte resultatene.

Kun to studier drøftet avslutningsdesign kontra intern passform (Tabell 3). CAD/CAM-systemer fra Cercon og Cerec inLab ble brukt til å scanne og frese ut zirkoniumoksid- og IPS Empress-kroner. I begge studiene [9, 12] gir chamferpreparasjon statistisk signifikant bedre intern passform enn skulder.

KONVERGENSVINKEL

Konvergensvinkel omtales ofte som TOC (total occlusal convergence), og er et mål for hvor steile to motstående tannvegger er preparerte mot okklusalflaten.

Fem studier vurderte marginal diskrepans i sammenheng med konvergensvinkel (Tabell 4). Det ble brukt CAD/CAM-systemer fra Cercon, Cerec 2, 3 og inLab. Kronene var laget i zirkoniumoksid, IPS Empress og Mark II. I halvparten av studiene [13-15] ble det ikke observert noen signifikant forskjell mellom de testede vinklene, henholdsvis 15° og 20°; 4°, 8° og 12°; 4° og 12°. I de to andre studiene [16, 17] ble det observert signifikant forskjell mellom de testede vinklene, henholdsvis 4°, 8° og 12°, hvor 12° viste signifikant lavere marginal diskrepans.

Av disse fem studiene undersøkte to av dem forholdet mellom konvergensvinkel og intern passform (Tabell 5). I den første studien [14] observert forskerne ingen signifikant forskjell mellom de ulike vinklene (4° og 12°). I den andre studien [15] fant forskerne at 4° konvergensvinkel ga en signifikant bedre intern kronepassform enn 8° og 12°.

Kun én studie vurderte bruddstyrke opp mot konvergensvinkel (Tabell 6). I denne studien [18] ble det ikke observert signifikant forskjell mellom de ulike konvergensvinklene (6°, 12°, 20° og modifisert 20°).

OKKLUSALT DESIGN

Formgivingen av preparasjonens okklusalflate har i aller høyeste grad en innvirkning på kronens marginale diskrepans og interne passform. Okklusalflaten kan enten reduseres anatomisk (boret følger cuspe), eller det kan foretas en cuspecapping, også kalt horisontal reduksjon. To studier gjort i

Storbritannia og USA [19, 20] viser at henholdsvis 72% og 35% av allmennpraktiserende tannleger underpreparerer tennene okklusalt. Det er naturlig å tro at dette samtidig påvirker anatomien i preparasjonen.

Kun to studier [21, 22] har sett på sammenhengen mellom marginal diskrepans og okklusalt design. De samme studiene vurderte også okklusalt design opp mot intern passform. I studiene (Tabell 7) ble det brukt Cerec 3-systemer og kroner produsert i IPS Empress CAD og Vita inCeram. Det ble observert at horisontal reduksjon ga signifikant bedre resultater i begge studier, både hva gjaldt marginal diskrepans og intern passform.

Diskusjon

CAD/CAM-fremstilling av single kroner er en rask og potensielt kostnadsbesparende teknikk. Studier viser at digitale avtrykk har svært god presisjon og nøyaktighet i tillegg til å bidra til en mer konsistent produksjon av tannteknikk, da maskinene benytter eksakte, digitale mål. Det er knyttet usikkerhet til de ulike trinnene i den konvensjonelle fremstillingsmetodikken i laboratoriet, som for eksempel tannteknikerens evne til reproduksjon. Målet med denne oversiktsartikkelen er å avgjøre hvordan parametrene *avslutningsdesign*, *konvergensvinkel* og *okklusalt design* anvendes til å optimalisere kronepreparasjoner for CAD/CAM-teknologi.

Selv om denne artikkelen skal kunne fungere som en guideline for kronepreparasjoner, må resultatene likevel leses i sammenheng med den aktuelle tannen som skal prepareres. Av de 19 studiene denne oversiktsartikkelen omfatter, er 16 anvendt som grunnlag for den systematiske oversikten. To av studiene [19, 20] er referert til i forbindelse med tannlegers vaner hva gjelder okklusalt design. Horisontal okklusal reduksjon gir, som resultatene viser, god intern og marginal passform, men pulpahornenes involveringsgrad må selvsagt vurderes før cuspene reduseres fullstendig. Det er verdt å

notere at samtlige studier på parameteret okklusalt design er gjort med Cerec 3-teknologi, men Cerec 3-systemet viker ikke noe tilbake fra andre produsenter, og det er ingen grunn til at dette skal redusere konklusjonsgrunnlaget fra resultatene. Chamfer- og skulderpreparasjoner skiller ikke mye hva gjelder marginal diskrepans, men en skulderpreparasjon er regnet for å være et forholdsvis invasivt design, og dette bør tas i betraktning når avslutningsdesign skal velges. Resultatene er heller ikke entydige med tanke på hvordan avslutningsdesign påvirker bruddstyrke. Samtidig kan ingen konvergensvinkel sies å gi høyere bruddstyrke, mens 4° konvergensvinkel gir best marginal diskrepans i ett av to studier. Vi lar i artikkelen være å diskutere retensjon, men dette parameteret vil indirekte analyseres gjennom intern passform. Avslutningsvis bør det bemerkes at antallet studier på flere av områdene, særlig hva angår okklusalt design, er for lavt. Det samme gjelder avslutningsdesignets innvirkning på restaureringens bruddstyrke. Her må det i fremtiden gjøres flere uavhengige studier.

Konklusjon

Litteratursøk med gitte emneord resulterte i 107 artikler. Etter at eksklusjonskriterier var satt, ble 19 studier gjennomgått i detalj. Følgende konklusjoner kan bli ekstrahert fra de 19 siterte artiklene.

Chamferpreparasjoner gir kronen best intern passform. Horisontal okklusal reduksjon gir kronen best passform både internt og marginalt.

12° konvergensvinkel gir kronen best marginal passform i to av fem studier, mens de tre andre studiene finner ingen signifikant forskjell.

Ingen studier rapporterte om signifikante forskjeller relatert til avslutningsdesignets og konvergensvinkelens påvirkning på kronens bruddstyrke.

Engelsk sammendragOPTIMAL PREPARATION DESIGN FOR SINGLE UNIT CAD/CAM RESTORATIONS – A
REVIEW

CAD/CAM-technology has become available for general practitioners across the country. Some dentists invest in chairside equipment, while others collaborate with dental laboratories which possess the appropriate expertise and machinery. It is solely the practitioner's responsibility to give the abutment an adequate preparation design to create optimal conditions for a long-lasting restoration. The restoration's life span is directly affected by the abutment's finish line, occlusal anatomy and total occlusal convergence (TOC). 19 scientific journals were reviewed in detail after given selection criteria. Chamfer finish line was found to produce the best internal fit, while a horizontal occlusal reduction gave best adaption, both in terms of internal and marginal discrepancy. Two out of five studies showed a 12° TOC yielding the best marginal fit.

Referanser

1. Vult von Steyern P, Ekststrand K, Svanborg P, Örtorp A. Moderna digitala teknologier för framställning av protetiska konstruktioner. En översikt. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2014;124:96-105.
2. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J.* 2008;204(9):505-11.
3. Bindl A, Mörmann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehab.* 2005;32(6):441-7.
4. Aboushelib MN. Fatigue and fracture resistance of zirconia crowns prepared with different finish line designs. *J Prosthodont.* 2012;21(1):22-7.
5. Jalalian E, Atashkar B, Rostami R. The effect of preparation design on the fracture resistance of zirconia crown copings (computer associated design/computer associated machine, CAD/CAM system). *J Dent (Tehran).* 2011;8(3):123-9.
6. Jalalian E, Rostami R, Atashkar B. Comparison of chamfer and deep chamfer preparation designs on the fracture resistance of zirconia core restorations. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2011;5(2):41-5.
7. Akbar JH, Petrie CS, Walker MP, Williams K, Eick JD. Marginal adaptation of Cerec 3 CAD/CAM composite crowns using two different finish line preparation designs. *J Prosthodont.* 2006;15(3):155-63.
8. Euan R, Figueras-Alvarez O, Cabratosa-Termes J, Oliver-Parra R. Marginal adaptation of zirconium dioxide copings: influence of the CAD/CAM system and the finish line design. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):155-62.
9. Komine F, Iwai T, Kobayashi K, Matsumura H. Marginal and internal adaptation of zirconium dioxide ceramic copings and crowns with different finish line designs. *Dent Mater J.* 2007;26(5):659-64.
10. Re D, Cerutti F, Augusti G, Cerutti A, Augusti D. Comparison of marginal fit of Lava CAD/CAM crown-copings with two finish lines. *Int J Esthet Dent.* 2014;9(3):426-35.
11. Tsitrou EA, Northeast SE, van Noort R. Evaluation of the marginal fit of three margin designs of resin composite crowns using CAD/CAM. *J Dent.* 2007;35(1):68-73.
12. Souza RO, Ozcan M, Pavanelli CA, Buso L, Lombardo GH, Michida SM, Mesquita AM, Bottino MA. Marginal and internal discrepancies related to margin design of ceramic crowns fabricated by a CAD/CAM system. *J Prosthodont.* 2012;21(2):94-100.
13. Castillo Oyague R, Sanchez-Jorge MI, Sanchez Turrion A. Influence of CAD/CAM scanning method and tooth-preparation design on the vertical misfit of zirconia crown copings. *Am J Dent.* 2010;23(6):341-6.
14. Nakamura T, Dei N, Kojima T, Wakabayashi K. Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont.* 2003;16(3):244-8.
15. Nakamura T, Tanaka H, Kinuta S, Akao T, Okamoto K, Wakabayashi K, Yatani H. In vitro study on marginal and internal fit of CAD/CAM all-ceramic crowns. *Dent Mater J.* 2005;24(3):456-9.
16. Beuer F, Aggstaller H, Richter J, Edelhoff D, Gernet W. Influence of preparation angle on marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia crown copings. *Quintessence Int.* 2009;40(3):243-50.
17. Beuer F, Edelhoff D, Gernet W, Naumann M. Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings fabricated by CAD/CAM system. *Dent Mater J.* 2008;27(6):814-20.
18. Corazza PH, Feitosa SA, Borges ALS, Della Bona A. Influence of convergence angle of tooth preparation on the fracture resistance of Y-TZP-based all-ceramic restorations. *Dent Mater.* 2013;29(3):339-47.
19. Guth JF, Wallbach J, Stimmelmayer M, Gernet W, Beuer F, Edelhoff D. Computer-aided evaluation of preparations for CAD/CAM-fabricated all-ceramic crowns. *Clin Oral Investig.* 2013;17(5):1389-95.
20. Sutton AF, McCord JF. Variations in tooth preparations for resin-bonded all-ceramic crowns in general dental practice. *Br Dent J.* 2001;191(12):677-81.

21. Hmaidouch R, Neumann P, Mueller WD. Influence of preparation form, luting space setting and cement type on the marginal and internal fit of CAD/CAM crown copings. *Int J Comput Dent.* 2011;14(3):219-26.
22. Kim JH, Cho BH, Lee JH, Kwon SJ, Yi YA, Shin Y, Roh BD, Seo DG. Influence of preparation design on fit and ceramic thickness of CEREC 3 partial ceramic crowns after cementation. *Acta Odontol Scand.* 2015;73(2):107-13.

Figurer

Forfatter	n	System	Test	p	Favør
Aboushelib ^[4]	15	Cercon	<i>Bruddstyrke</i>	>0,05	–
Jalalian ^[5]	20	Cercon	<i>Bruddstyrke</i>	<0,05	Chamfer

Tabell 1: avslutningsdesignets påvirkning på bruddstyrke

Forfatter	n	System	Test	p	Favør
Akbar ^[7]	16	Cerec 3	<i>Marg. diskrepans</i>	>0,05	–
C. Oyagüe ^[13]	20	Cercon	<i>Marg. diskrepans</i>	<0,05	Chamfer
Euan ^[8]	20	Lava All Ceramic	<i>Marg. diskrepans</i>	<0,05	Skulder
Euan ^[8]	20	Lava Chairside	<i>Marg. diskrepans</i>	>0,05	–
Komine ^[9]	24	Cercon	<i>Marg. diskrepans</i>	>0,05	–
Re ^[10]	20	Lava	<i>Marg. diskrepans</i>	>0,05	–
Souza ^[12]	30	Cerec inLab	<i>Marg. diskrepans</i>	<0,05	Skulder
Tsitrou ^[11]	30	Cerec 3	<i>Marg. diskrepans</i>	>0,05	–

Tabell 2: avslutningsdesignet påvirkning på marginal diskrepans

Forfatter	n	System	Test	p	Favør
Komine ^[9]	24	Cercon	<i>Intern passform</i>	<0,05	Chamfer
Souza ^[12]	30	Cerec inLab	<i>Intern passform</i>	<0,05	Chamfer

Tabell 3: avslutningsdesignets påvirkning på intern passform

Forfatter	n	System	Test	Vinkel	p	Favør
Beuer ^[16]	30	Cercon	<i>Marg. disk.</i>	4°, 8°, 12°	<0,05	12°
Beuer ^[17]	30	Cercon	<i>Marg. disk.</i>	4°, 8°, 12°	<0,05	12°
C. Oyagüe ^[13]	20	Cercon	<i>Marg. disk.</i>	15°, 20°	>0,05	–
Nakamura ^[14]	45	Cerec 3	<i>Marg. disk.</i>	4°, 8°, 12°	>0,05	–
Nakamura ^[15]	28	Cerec inLab	<i>Marg. disk.</i>	4°, 12°	>0,05	–

Tabell 4: konvergensvinkelens påvirkning på marginal diskrepans

Forfatter	n	System	Test	Vinkel	p	Favør
Nakamura ^[14]	45	Cerec 3	<i>Intern passf.</i>	4°, 8°, 12°	<0,05	4°
Nakamura ^[15]	28	Cerec inLab	<i>Intern passf.</i>	4°, 12°	>0,05	–

Tabell 5: konvergensvinkelens påvirkning på intern passform

Forfatter	n	System	Test	Vinkel	p	Favør
Corazza ^[18]	20	Cercon	<i>Bruddstyrke</i>	6°, 12°, 20°	>0,05	–

Tabell 6: konvergensvinkelens påvirkning på bruddstyrke

Forfatter	n	System	Test	Okkl. design	p	Favør
Hmaidouch ^[21]	40	Cerec 3	<i>Marg. disk.</i>	Horisontalt, anatomisk	<0,05	Horis.
Kim ^[22]	16	Cerec 3	<i>Marg. disk.</i>	Horisontalt, anatomisk	<0,05	Horis.
Hmaidouch ^[21]	40	Cerec 3	<i>Intern passf.</i>	Horisontalt, anatomisk	<0,05	Horis.
Kim ^[22]	16	Cerec 3	<i>Intern passf.</i>	Horisontalt, anatomisk	<0,05	Horis.

Tabell 7: okklusalt designs påvirkning på marginal diskrepans + intern passform

References

1. Vult von Steyern, P., et al. Moderna digitala teknologier för framställning av protetiska konstruktioner. En översikt. *Nor Tannlegeforen Tid*, 2014; 124:96-105.
2. Beuer, F., J. Schweiger, and D. Edelhoff. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J*, 2008; 204:505-511.
3. Bindl, A. and W.H. Mörmann. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehab*, 2005; 32:441-447.
4. Aboushelib, M.N. Fatigue and fracture resistance of zirconia crowns prepared with different finish line designs. *J Prosthodont*, 2012; 21:22-27.
5. Jalalian, E., B. Atashkar, and R. Rostami. The effect of preparation design on the fracture resistance of zirconia crown copings (computer associated design/computer associated machine, CAD/CAM system). *J Dent (Tehran)*, 2011; 8:123-129.
6. Jalalian, E., R. Rostami, and B. Atashkar. Comparison of chamfer and deep chamfer preparation designs on the fracture resistance of zirconia core restorations. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 2011; 5:41-45.
7. Akbar, J.H., et al. Marginal adaptation of Cerec 3 CAD/CAM composite crowns using two different finish line preparation designs. *J Prosthodont*, 2006; 15:155-163.
8. Euan, R., et al. Marginal adaptation of zirconium dioxide copings: influence of the CAD/CAM system and the finish line design. *J Prosthet Dent*, 2014; 112:155-162.
9. Komine, F., et al. Marginal and internal adaptation of zirconium dioxide ceramic copings and crowns with different finish line designs. *Dent Mater J*, 2007; 26:659-664.
10. Re, D., et al. Comparison of marginal fit of Lava CAD/CAM crown-copings with two finish lines. *Int J Esthet Dent*, 2014; 9:426-435.
11. Tsitrou, E.A., S.E. Northeast, and R. van Noort. Evaluation of the marginal fit of three margin designs of resin composite crowns using CAD/CAM. *J Dent*, 2007; 35:68-73.
12. Souza, R.O., et al. Marginal and internal discrepancies related to margin design of ceramic crowns fabricated by a CAD/CAM system. *J Prosthodont*, 2012; 21:94-100.
13. Castillo Oyague, R., M.I. Sanchez-Jorge, and A. Sanchez Turrion. Influence of CAD/CAM scanning method and tooth-preparation design on the vertical misfit of zirconia crown copings. *Am J Dent*, 2010; 23:341-346.
14. Nakamura, T., et al. Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont*, 2003; 16:244-248.
15. Nakamura, T., et al. In vitro study on marginal and internal fit of CAD/CAM all-ceramic crowns. *Dent Mater J*, 2005; 24:456-459.
16. Beuer, F., et al. Influence of preparation angle on marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia crown copings. *Quintessence Int*, 2009; 40:243-250.
17. Beuer, F., et al. Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings fabricated by CAD/CAM system. *Dent Mater J*, 2008; 27:814-820.
18. Corazza, P.H., et al. Influence of convergence angle of tooth preparation on the fracture resistance of Y-TZP-based all-ceramic restorations. *Dent Mater*, 2013; 29:339-347.
19. Guth, J.F., et al. Computer-aided evaluation of preparations for CAD/CAM-fabricated all-ceramic crowns. *Clin Oral Investig*, 2013; 17:1389-1395.
20. Sutton, A.F. and J.F. McCord. Variations in tooth preparations for resin-bonded all-ceramic crowns in general dental practice. *Br Dent J*, 2001; 191:677-681.
21. Hmaidouch, R., P. Neumann, and W.D. Mueller. Influence of preparation form, luting space setting and cement type on the marginal and internal fit of CAD/CAM crown copings. *Int J Comput Dent*, 2011; 14:219-226.
22. Kim, J.H., et al. Influence of preparation design on fit and ceramic thickness of CEREC 3 partial ceramic crowns after cementation. *Acta Odontol Scand*, 2015; 73:107-113.

Appendix