

VITA ENAMIC®

Technisch-wetenschappelijke documentatie



VITA kleurbepaling

VITA kleurcommunicatie

VITA kleurreproductie

VITA kleurcontrole

Uitgave 02.16



VITA shade, VITA made.

VITA

1. Inleiding	3	5. Bijlage	34
1.1 VITA ENAMIC – Samenstelling van het materiaal	4	5.1 Referenties	34
1.2 Samenvatting van de fysische en mechanische eigenschappen	5		
2. Fysische/mechanische eigenschappen (in vitro)	6		
2.1 Breuklast	6		
2.1.1 Statische breuklast: kronen	6		
2.1.2 Statische breuklast: implantaatkronen uit VITA ENAMIC IS	7		
2.1.3 Breuklast na dynamische belasting	8		
2.1.4 Dynamische breuklast: VITA ENAMIC kronen	9		
2.1.5 Dynamische breuklast: Implantaatkronen uit VITA ENAMIC IS	10		
2.2 Kauwkrachtabsorptie van restauratiematerialen	11		
2.3 Krachtverdeling	12		
2.4 Schadetolerantie	13		
2.5 Elasticiteitsmodule	14		
2.6 Abrasie	15		
2.6.1 Abrasie van twee media	15		
2.6.1.1 Resultaten Universiteit Zürich	15		
2.6.1.2 Resultaten Universiteit Regensburg	16		
2.6.2 Abrasie van drie media	17		
2.6.3 Tandborstelabrasie	18		
2.6.3.1 Resultaten Universiteit Zürich	18		
2.6.3.2 Resultaten VITA	19		
2.7 Betrouwbaarheid/Weibullmodule	20		
2.8 Vickers-hardheid	21		
2.9 Etsbaarheid van het materiaal	22		
2.10 Scheurvastheid	23		
2.10.1 Onderzoek met RelyX Unicem/ Variolink II	23		
2.10.2 Onderzoek met RelyX Ultimate	24		
2.11 Verkleuringstesten	25		
2.12 Machinability	26		
2.13 Randstabiliteit	27		
2.14 Slijptijden	28		
2.15 Slijpstandtijden	29		
2.16 Polijstbaarheid	29		
2.17 Biocompatibiliteit	29		
2.18 Zuuroplosbaarheid, wateropname Wateroplosbaarheid	30		
3. In vivo studies	31		
4. Publicaties	33		

1. Inleiding

Het hier voorgestelde hybridemateriaal vormt een mijlpaal in de ontwikkeling van CAD/CAM materialen. Dit nieuw ontwikkelde hybridemateriaal combineert de positieve eigenschappen van de vermaarde volkeramische materialen met die van composietmaterialen voor de CAD/CAM techniek.

Het hybridekeramiek bestaat uit een structuurgesinterde poreuze keramische matrix, waarvan de poriën met een polymeermateriaal worden gevuld. Het anorganisch keramisch aandeel bedraagt 86 gewichtsprocent, het organische polymeer-aandeel 14 gewichtsprocent. De combinatie van deze beide materialen biedt aanzienlijke voordelen voor de gebruiker. Zo vertoont het materiaal bijvoorbeeld een mindere neiging tot barsten in vergelijking met een zuiver keramiek en is het zeer goed verwerkbaar via CAD/CAM.

Het toepassingsgebied van VITA ENAMIC zijn definitieve enkelvoudige tandrestauraties. De restauraties worden met behulp van CAD/CAM techniek vervaardigd.

1.1 VITA ENAMIC - Samenstelling van het materiaal

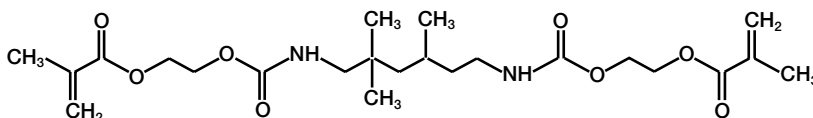
De productie van het hybridemateriaal gebeurt aan de hand van infiltratie van een poreuze keramische basis met een monomeermengsel en aansluitende uitharding tot polymeer. De samenstelling van de keramiek komt overeen met die van een veldspaatkeramiek met fijne structuur aangevuld met aluminiumoxide.

Samenstelling van het aandeel keramiek (86 Gew% resp. 75 Vol%)

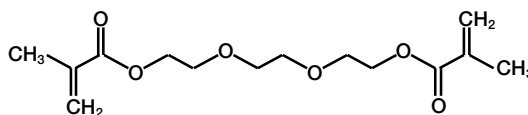
Siliciumdioxide	SiO ₂	58 – 63%
Aluminiumoxide	Al ₂ O ₃	20 – 23%
Natriumoxide	Na ₂ O	9 – 11%
Kaliumoxide	K ₂ O	4 – 6%
Boortrioxide	B ₂ O ₃	0,5 – 2%
Zirkoniumdioxide	ZrO ₂	< 1%
Calciumoxide	CaO	< 1%

Samenstelling van het polymeeraandeel (14 Gew% resp. 25 Vol%)

UDMA (Urethaandimethacrylaat)



TEGDMA (Triethyleenglycoldimethacrylaat)



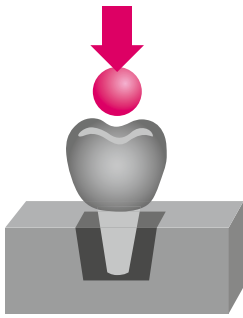
1.2 Samenvatting van de fysische en mechanische eigenschappen

	VITA ENAMIC	Normwaarde
Breuklast statisch [N] (SD)	2.766 (98)	Geen informatie
Dichtheid [g/cm ³]	2,1	Geen informatie
Buigvastheid [MPa]	150 – 160	ISO 10477: ≥ 50 ISO 6872: ≥ 100
Elasticiteitsmodule [GPa] (SD)	30 (2)	Geen informatie
Abrasie [μm]	Binnen het bereik van Mark II, restauratiekeramiek	Geen informatie
Uitzetting bij breuk [%] (SD)	0,5 (0,05)	Geen informatie
Weibullmodule	20	Geen informatie
Hardheid [GPa]	2,5	Geen informatie
Scheurvastheid [MPa $\sqrt{\text{m}}$]	1,5	Geen informatie
Hechtsterkte met restauratiemateriaal [MPa]	zonder silaan: 12 met silaan: 27	ISO 10477: ≥ 5
Schuifsterkte, bevestiging [MPa]	RelyX Unicem: ca. 21, Variolink II: ca. 27, RelyX Ultimate: ca. 31	Geen informatie
Kleurbestendigheid	zeer goed, $\Delta E < 2$	Geen informatie
Machinability, randstabiliteit	zeer goed	Geen informatie
Slijptijden normale slijpmodus Sirona MC XL	Inlay: 7:56 min FT-kroon: 7:10 min ZD-kroon: 9:07 min	Geen informatie
Slijptijden Snelle slijpmodus Sirona MC XL	Inlay: 4:40 min FT-kroon: 4:19 min ZD-kroon: 5:13 min	Geen informatie
Slijpstandtijd SZ-kronen Sirona MC XL	Normaal: 148 Snel: 132	Geen informatie
Biologische verdraagbaarheid	bevestigd	ISO 10993
Chemische oplosbaarheid [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$]	0.0	ISO 6872: ≤ 100
Wateropname [$\mu\text{g}/\text{mm}^3$]	5,7	ISO 10477: ≤ 40
Wateroplosbaarheid [$\mu\text{g}/\text{mm}^3$]	$\leq 1,2$	ISO 10477: $\leq 7,5$

2. Fysische en mechanische eigenschappen (in vitro)

2.1 Breuklast

2.1.1 Statische breuklast: kronen



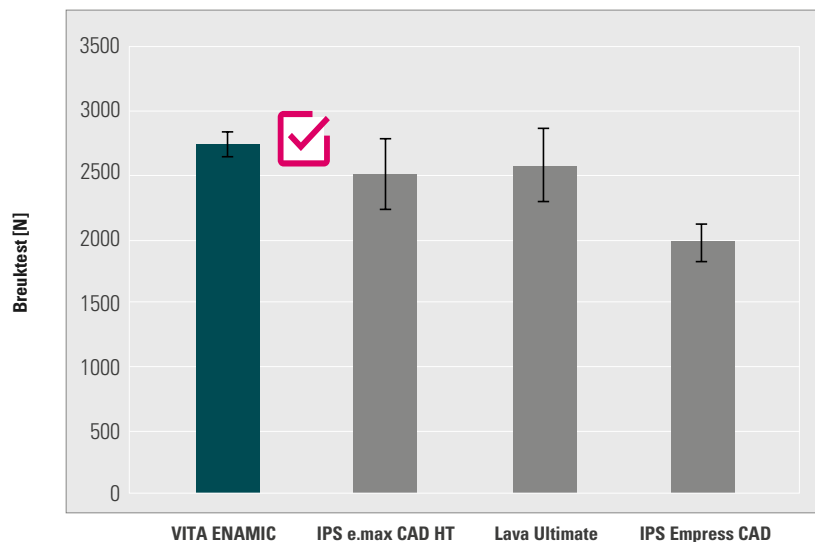
a) Materiaal en methode

Standaard voorgevormde en gevulde kunststofstompen werden in deze studie geprepareerd in een convergentiehoek van 5° en een schouder van 1,0 mm breed en 90°. De axio-occlusale en axio-gingivale hoek werden afgerond. Kronen met een uniforme biogenerische volledig anatomische kroongeometrie werden uit VITA ENAMIC, IPS e max CAD, LAVA Ultimate en IPS Empress CAD vervaardigd met een MC XL eenheid van de firma Sirona en bevestigd met Multilink Automix (Ivoclar Vivadent). Voor het onderzoek op de statische breukbelasting werden de bevestigde kronen bij kamertemperatuur gedurende 24 uur in water bewaard. De statische belasting werd met een stalen kogel (diameter 4,5 mm) via een tinfoolie op de centrale fossa van de kroon overgedragen. De last die zorgt voor het falen van een kroon, werd voor alle testen genoteerd. De statistische evaluatie gebeurde met behulp van ANOVA en Tukey testen.

b) Bron

Boston University, Goldman School of Dental Medicine, Department of Restorative Dentistry/Biomaterials, Prof. Dr. Russell Giordano, ([1], zie p. 34)

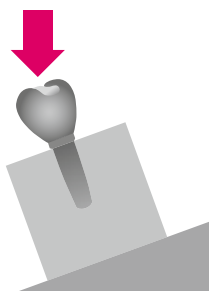
c) Resultaat



d) Besluit

De statische breuklast van VITA ENAMIC bedraagt in deze test gemiddeld 2.766 N (± 98 N) en bereikt daarmee de gemiddeld hoogste breuklastwaarde van de onderzochte materialen. De standaardafwijking is in vergelijking met de andere geteste materialen het laagste bij VITA ENAMIC.

2.1.2 Statische breuklast: implantaatkronen uit VITA ENAMIC IS



a) Materiaal en methode

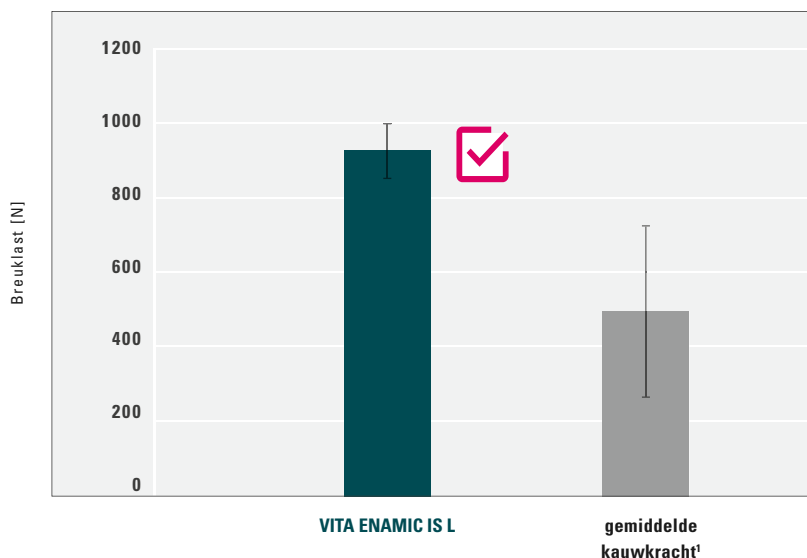
Met kronen uit VITA ENAMIC IS (IS = Implant Solutions) werden statische breuklasttesten uitgevoerd op TiBase kleeftbases (Sirona, Wals, Oostenrijk). Voor de CAM-vervaardiging van molarenkronen met de Sirona MC XL eenheid werden blokken met L-koppelingen gebruikt. De TiBase werd verwerkt volgens de instructies van de fabrikant, geconditioneerd en adhesief gekleefd aan de kronen. De implantaten (Bone Level Implant; Ø 4,1 mm RC, SLA 12 mm; Institut Straumann AG, Basel, Zwitserland) werden ingebed in epoxyharsvormen. De E-module van het hars bedraagt 11 GPa (gelijkaardig als de E-module van natuurlijke sponsachtige botsubstantie). Na het vastschroeven van de kronen op de implantaten werden de schroefkanalen afgesloten met behulp van vulcomposiet (Clearfil Majesty Flow; Kuraray, Tokio, Japan).

Vijf restauratietestblokken werden „as machined“, d.w.z. niet gepolijst, statisch onder een hoek van 20° in een universele testmachine (Zwick 2010, Ulm, Duitsland) belast met een snelheid van 0,5 mm/min tot er een breuk ontstond.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



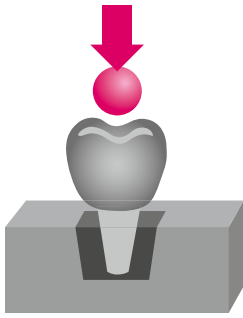
d) Besluit

Implantaatgedragen molarenkronen uit VITA ENAMIC IS op L-TiBase kleeftbases en Straumann Bone Level implantaatsysteem houden in deze test stand tot een belasting van gemiddeld ongeveer 926 N. In vergelijking met de gemiddelde maximale kauwkracht van zo'n 490 N en maximale waarden van 725 N¹ halen de onderzochte molarenkronen een hoger belastingsniveau.

Bronnen:

(1) Körber K, Ludwig K (1983). Maximale kauwkracht als berekeningsfactor van dentaaltechnische constructies. Dent-Labor XXXI, Uitgave 1/83: 55–60.

2.1.3 Breuklast na dynamische belasting



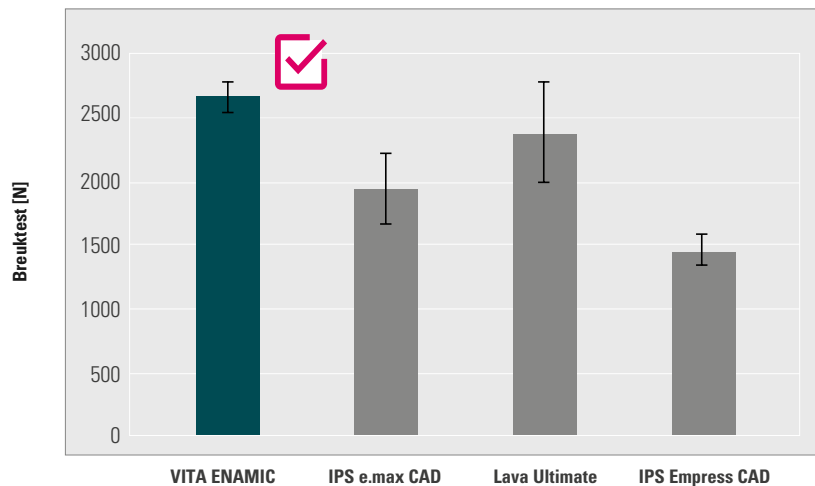
a) Materiaal en methode

Standaard voorgevormde en gevulde kunststofstompen werden in deze studie geprepareerd in een convergentiehoek van 5° en een schouder van 1,0 mm breed en 90°. De axio-occlusale en axio-gingivale hoek werden afgerond. Kronen met een uniforme biogenerische volledig anatomische kroongeometrie werden uit VITA ENAMIC, IPS e max CAD, LAVA Ultimate en IPS Empress CAD vervaardigd met een MC XL eenheid van de firma Sirona en bevestigd met Multilink Automix (Ivoclar Vivadent). Voor de dynamische belasting werden de bevestigde kronen bij kamertemperatuur gedurende 24 uur in water bewaard. De in water bewaarde elementen werden onderworpen aan cyclische belastingen in een zelf ontwikkelde pneumatische machine met permanente belasting. Daarbij werd de kracht met een harde stalen kogel (diameter 4,5 mm) via tinfoel met drie puntcontacten op het occlusievlak overgedragen. De proefstukken werden eerst met 150.000 cycli en een maximale last van 450 N alsook een minimale last van 0 N bij kamertemperatuur dynamisch belast en daarna statisch belast tot zich een breuk voordeed. De statistische evaluatie gebeurde met behulp van ANOVA en Tukey testen.

b) Bron

Boston University, Goldman School of Dental Medicine, Department of Restorative Dentistry/Biomaterials, Prof. Dr. Russell Giordano, ([1], zie p. 34)

c) Resultaat

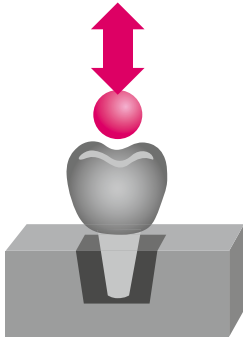


d) Besluit

Na dynamische belasting bereiken de VITA ENAMIC kronen in deze test een gemiddelde breuklast van 2.661 N (± 101 N) en daarmee ook gemiddeld de hoogste breuklastwaarde van de onderzochte materialen. De standaardafwijking is in vergelijking met de andere geteste materialen het laagste bij VITA ENAMIC.

2.1.4 Dynamische breuklast: VITA ENAMIC kronen

Kauwsimulator



a) Materiaal en methode

14 VITA ENAMIC kronen werden getest in de kauwsimulator. De kronen werden na het etsen op composietstompen (E-module ongeveer 18 GPa) gecementeerd met Variolink II, in Technovit 4000 (Heraeus Kulzer) ingebed en in warm water van 37° C bewaard gedurende 24 uur. De kronen werden na het bewaren cyclisch belast in de kauwsimulator: 198 N, 1,2 miljoen cycli, 1,6 Hz frequentie, 3 mm steatietkogel als antagonist, TC 5 – 55 °C. Na de dynamische tests werden de kronen statisch belast tot ze braken.

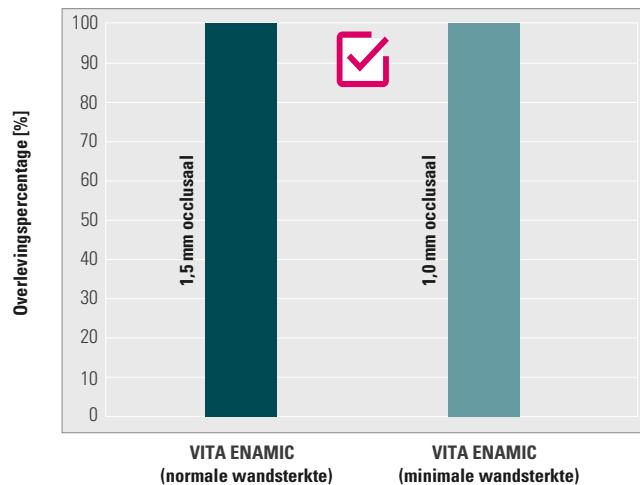
Naast de VITA ENAMIC kronen met normale wandsterkte (occlusaal ongeveer 1,5 mm, circulair ongeveer 1,0 mm) werden kronen met een geringe wandsterkte (occlusaal ongeveer 1,0 mm, circulair ongeveer 0,8 mm) getest in de kauwsimulator.

b) Bron

Universitätsklinikum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Freiburg, Abtlg. für Zahnärztliche Prothetik, Dr. Asma Bilkhair, ([2], zie p. 34)

c) Resultaat

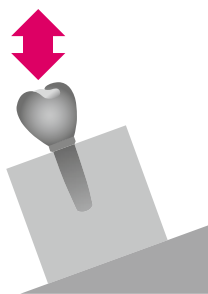
Geen van de VITA ENAMIC kronen vertoonde tijdens de dynamische kauwbelasting fouten.



d) Besluit

Het overlevingspercentage van VITA ENAMIC kronen met normale en verminderde wandsterkte bedraagt 100%

2.1.5 Dynamische breuklast: implantaatkronen uit VITA ENAMIC IS



a) Materiaal en methode

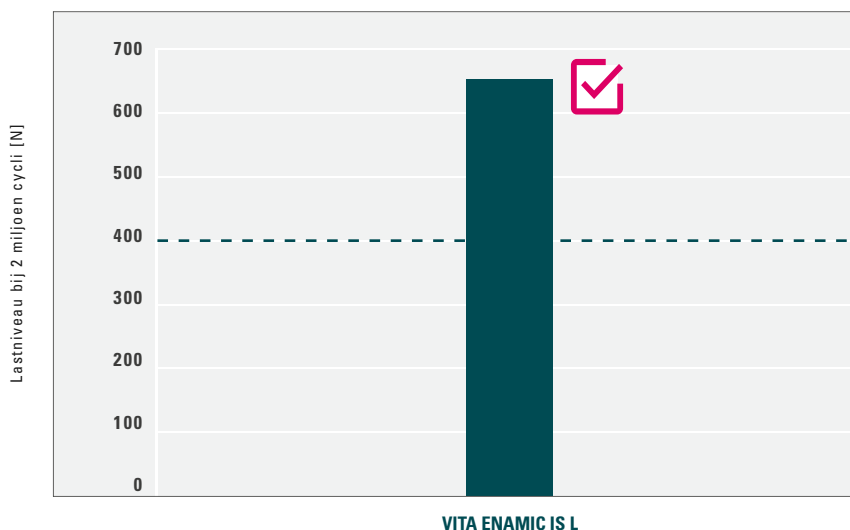
Op basis van het testdesign van de statische belastingstests werden testen uitgevoerd met implantaatgedragen molarenkronen uit VITA ENAMIC IS op L-TiBase en Straumann Bone Level implantaatsysteem (Ø 4,1 mm) volgens dezelfde procedure en door middel van het Dynamess-systeem (Dyna-Mess, Aachen/Stolberg, Duitsland) dynamisch belast.

De dynamische belasting gebeurde op verschillende lastniveaus, bewaard in gedestilleerd water van 37 °C, 2 Hz amplitude, in een hoek van 20° bij maximaal 2 miljoen cycli. De last werd met een sferische stalen stempel (5 mm diameter) op de centrale fossa aangebracht.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



--- ca. lastniveau ZrO₂-abutments volgens literatuurlijsten¹⁻³

d) Besluit

In deze test werd voor implantaatgedragen molarenkronen uit VITA ENAMIC IS bij 2 miljoen cycli een lastniveau van 648 N bereikt. Dit betekent dat op dit lastniveau 100% van de restauraties de dynamische belasting overleefd hebben.

Literatuurbronnen omtrent dynamische belastingstesten vermelden voor zirkoniumdioxide-abutments op implantaten duurzame lastniveaus van zo'n 400 N¹⁻³. Al naargelang de testopbouw, aantal cycli en implantaattype kunnen de testresultaten echter variëren en zijn deze slechts in beperkte mate vergelijkbaar. De vermelde literatuurgegevens zijn daarom slechts een indicatie.

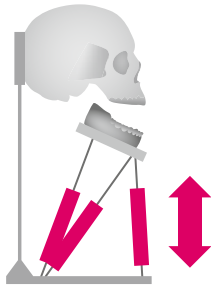
Bronnen:

(1) Gehrke et al. Zirconium implant abutments: fracture strength and influence of cyclic loading on retaining-screw loosening; Quintessence Int. 2006 Jan; 37(1):19-26.

(2) Mitsias et al; Reliability and fatigue damage modes of zirconia and titanium abutments; Int J Prosthodont. 2010 Jan – Feb; 23(1):56-9.

(3) Jiménez-Melendo et al; Mechanical behavior of single-layer ceramized zirconia abutments for dental implant prosthetic rehabilitation; J Clin Exp Dent. 2014 Dec 1;6(5):e485-90

2.2 Kauwkrachtabsorptie van restauratiematerialen



a) Materiaal en methode

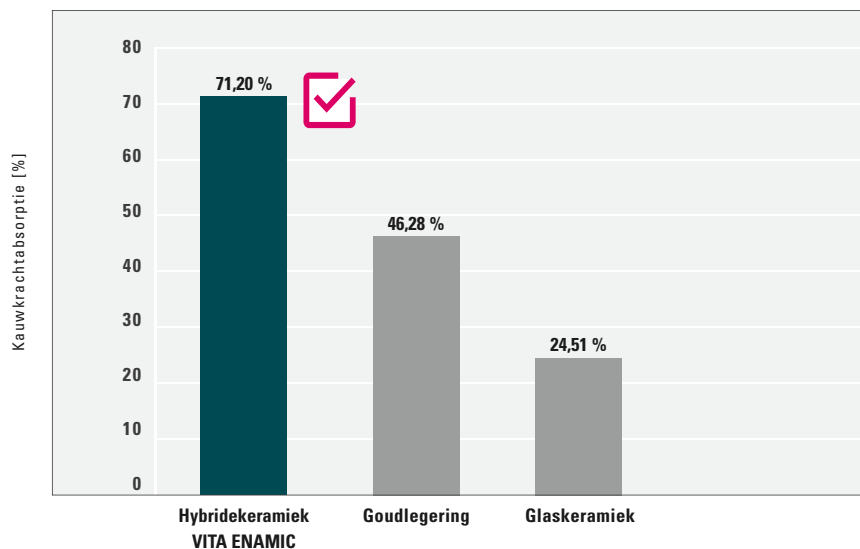
Voor verschillende testreeksen werden monolitische kronen uit materialen zoals bijv. zirkoniumoxide, glaskeramiek, goudlegering en hybridekeramiek VITA ENAMIC vervaardigd. Om de krachtoverbrenging op het peri-implantaire bot te simuleren werden de kronen in de kauwsimulator/-robot op een gestileerd implantaatabutment (pin) geplaatst, dat op een met sensoren uitgerust platform werd vastgezet. De zo gefixeerde kronen (er werden per materiaalklasse drie kronen onderzocht) werden dan door middel van kauwsimulatie met 100 cycli dynamisch belast. De in het kader van de dynamische belasting op het gesimuleerde peri-implantaire bot (zie platform) overgebrachte krachten werden genoteerd en statistisch geëvalueerd. De hierna vermelde resultatenweergave bekijkt bepaalde gekozen materiaalklassen.

b) Bron

Universiteit Genua, Afdeling voor vaste en implantaatprothetische trandrestauraties, Dr. Maria Menini et al., Genua, Italië, ([8], vgl. p. 35)

c) Resultaat

Kauwkrachtabsorptie in vergelijking met zirkoniumdioxide (ZrO₂)



Materiaalklasse	E-Module (GPa)	Krachtoverbrenging (N)	Krachtabsorptie (%) in vergelijking met ZrO ₂
Zirkoniumdioxide	210 GPa	641,8 N (SD 6,8)	
Glaskeramiek	96 GPa	484,5 N (SD 5,5)	-24,51 %
Goudlegering	77 GPa	344,8 N (SD 5,7)	-46,28 %
Hybridekeramiek VITA ENAMIC	30 GPa	184,9 N (SD 3,9)	-71,20 %

d) Besluit

De uit deze testopbouw verkregen resultaten van de krachtoverbrenging op het gesimuleerde peri-implantaire bot tonen aan dat een relatief elastisch materiaal zoals hybridekeramiek tegenover het vergelijkbare stijve zirkoniumdioxide ongeveer 70 procent van de kracht kan verminderen en/of absorberen. Verder toont VITA ENAMIC in vergelijking met glaskeramiek en goud ook aan dat het een hogere capaciteit aan gesimuleerde kauwkrachten kan absorberen.

2.3 Krachtverdeling

a) Materiaal en methode

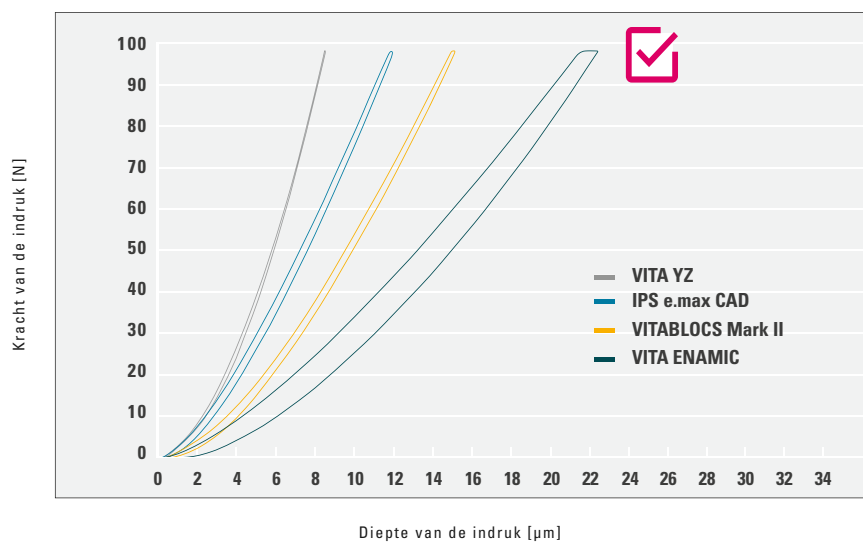
In deze test werden voor verschillende restauratiematerialen (VITA YZ, IPS e.max CAD, VITABLOCS Mark II, VITA ENAMIC) kracht-afstand-diagrammen opgesteld. Hiervoor werden de stalen van verschillende materialen met een kogel belast en de gedefinieerde kracht van 100 N (Newton) gedurende 20 seconden aangehouden alvorens de ontlasten.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat

Kracht-afstand-diagram

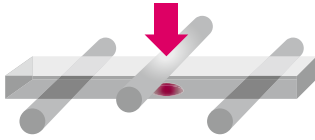


Afb. 1 a – b) Schematische voorstelling bij wijze van voorbeeld van de punctuele en oppervlakkige verdeling van de krachtingwerking op een contactvlak.

d) Besluit

Hoe lager de elasticiteitsmodule, d.w.z. hoe elastischer het materiaal, hoe langer de indringweg van de kogel is, de krachten worden daardoor beter verdeeld en er volgt geen punctuele overbelasting, die bijgevolg scheurvorming zou kunnen veroorzaken. Uit deze resultaten kunnen daardoor volgende voordelen worden afgeleid: bij relatief elastisch tandheelkundig materiaal zoals VITA ENAMIC (E-module ca. 30 GPa) wordt de occlusale krachtingwerking bijv. tijdens het kauwen, over een groter contactvlak verdeeld waardoor ook de belastings-/spanningsintensiteit gereduceerd wordt.

2.4 Schadetolerantie



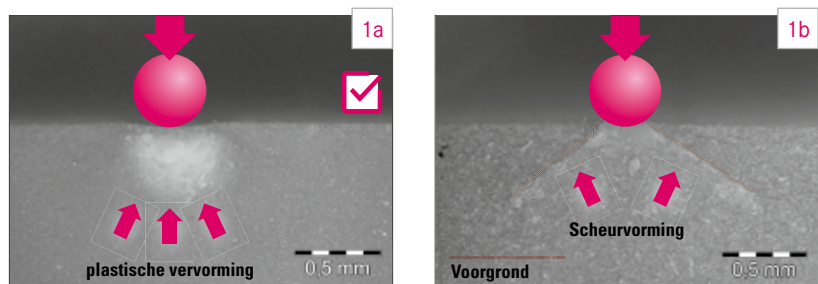
a) Materiaal en methode

In dit onderzoek werden belastingtesten uitgevoerd na vooraf aangebrachte materiaalschade. De invloed van schade door de antagonistknobbels tijdens het kauwen werd gesimuleerd. In een eerste stap werd in de proefstalen (buigstaven) van traditioneel silicaatkeramiek en hybridekeramiek met een kogel uit wolframcarbide (diameter 1 mm) schade aangebracht met een last van 500 N (Newton) en in een tweede stap werden de stalen belast tijdens een driepunts-buigvastheidstest, tot het materiaal het begaf. De breukvlakken werden daarna d.m.v. een lichtmicroscoop geanalyseerd.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



Afb. 1a) VITA ENAMIC hybridekeramiek – doorsnede van het breukvlak na beschadiging vooraf met een wolframcarbidekogel. De witte zone toont de plastische vervorming met een zichtbare kogelindruk op het oppervlak.
Afb. 1b) Traditioneel silicaatkeramiek – doorsnede van het breukvlak na beschadiging vooraf met een wolframcarbidekogel.

d) Besluit

Aan de hand van deze testopbouw wordt de zogenaamde schadetolerantie van tandheelkundige materialen onderzocht. Bij lichtmicroscopische analyses werden twee typische soorten beschadiging vastgesteld: de hybridekeramiek VITA ENAMIC vertoont op basis van de dual netwerkstructuur alsook de hoge elasticiteit na krachtingvloed een plastische vervorming (quasi ductiele breuken) en daarmee gepaard een bepaalde schadetolerantie (afb. 1a). Een relatief broos en stijf materiaal zoals traditioneel silicaatkeamiek vertoont na beschadiging vooraf en/of belasting scheuren, zogenaamde "cone cracks" (afb. 1b).

2.5 Elasticiteitsmodule

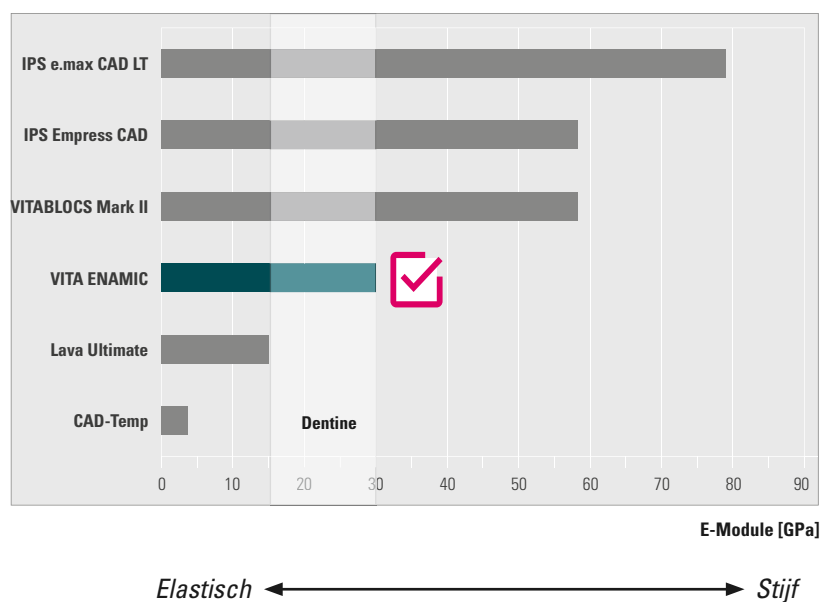
a) Materiaal en methode

De elasticiteitsmodule werd aan de hand van de druk- en rekdiagrammen van de buigvastheidsmetingen berekend.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



d) Besluit

Met een elasticiteit van 30 GPa ligt VITA ENAMIC in het bereik van het menselijke dentine.

Tip:

Volgens de literatuur vertoont de elasticiteitsmodule van menselijk dentine een grotere bandbreedte.

Bronnen:

Kinney JH, Balooch M, Marshall GW, Marshall SJ. A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. Archives of Oral Biology 1999; 44:813 – 822

Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. Critical Reviews in Oral Biology & Medicine 2003; 14:13-29

2.6 Abrasie

2.6.1 Abrasie met twee media

2.6.1.1 Resultaat Universiteit Zürich

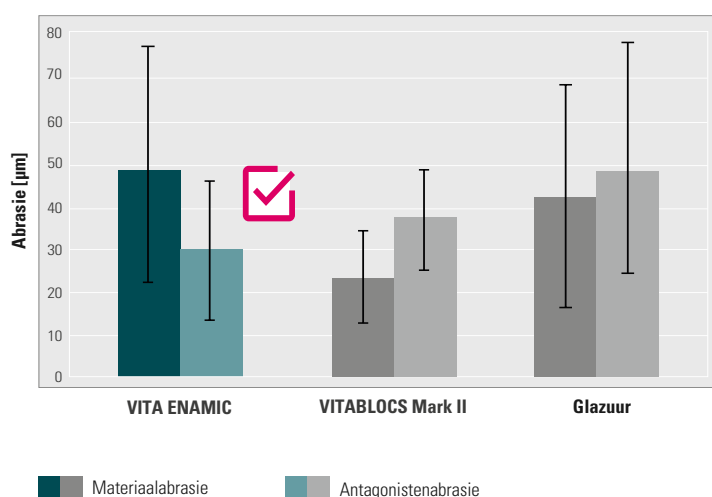
a) Materiaal en methode

Kauwsimulator Zürich, 1,2 miljoen cycli, 1,7 Hz, 49 N Last, 6.000 thermocycli, natuurlijk glazuur als antagonist

b) Bron

Universiteit Zürich, Centrum voor tandheelkunde, Kliniek voor PPK, Afdeling voor computergestuurde restauratieve tandheelkunde, Prof. Dr. W.H. Mörmann, ([4], zie p. 34)

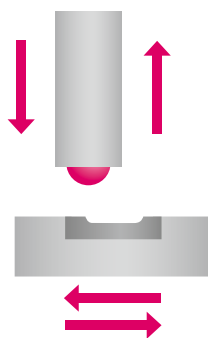
c) Resultaat



d) Besluit

De abrasie van VITA ENAMIC bedraagt 49 µm. De slijtage van de antagonisten door VITA ENAMIC bedraagt 30,2 µm. VITABLOCS Mark II veroorzaakt een iets grotere antagonistslijtage van 38,1 µm. Als controlegroep werd in de studie de slijtage van glazuur ten opzicht van glazuur gemeten. Het doel was om met VITA ENAMIC de antagonistvriendelijkheid van VITABLOCS Mark II nog te verbeteren, zonder in te boeten op het keramische gedrag van het materiaal.

2.6.1.2 Resultaten Universiteit Regensburg



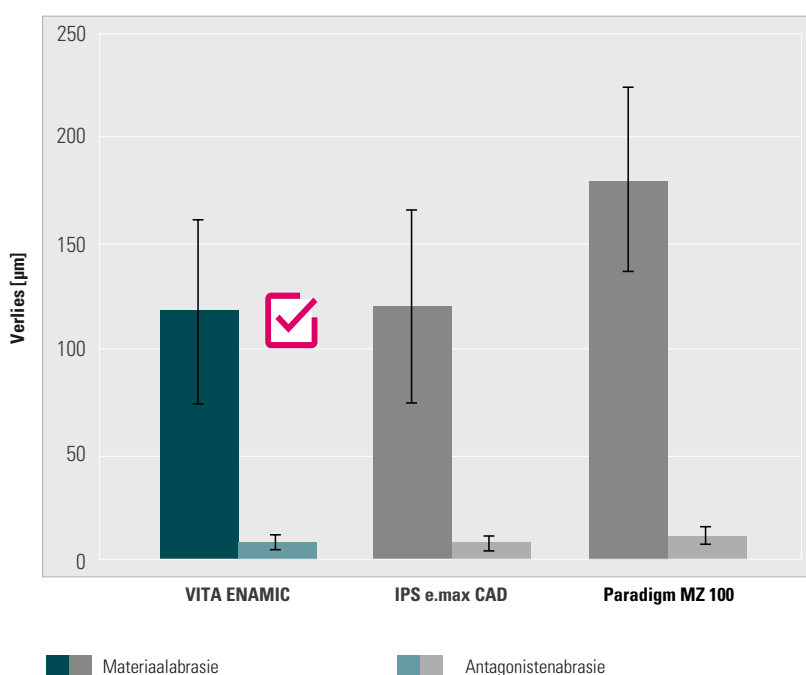
a) Materiaal en methode

- Pin-on-block wear test design in de kauwsimulator
- Steatietkogels als antagonist
- 50 N belastingskracht
- 1,2 x 10⁵ cycli, 1,6 Hz
- 600 thermocycli, 5 – 55 °C
- Evaluatie: Meting van substantieverlies

b) Bron

Universität Regensburg, Fakultät fr Medizin, Poliklinik fr Zahnärztliche Prothetik, PD Dr. Martin Rosentritt ([5], zie p. 34)

c) Resultaat



d) Besluit

De abrasie van VITA ENAMIC ligt met ongeveer 120 µm in het bereik van keramiek. Het composietmateriaal Paradigm MZ 100 vertoont in deze test een duidelijk hogere abrasie van ongeveer 185 µm.

2.6.2 Abrasie door drie media

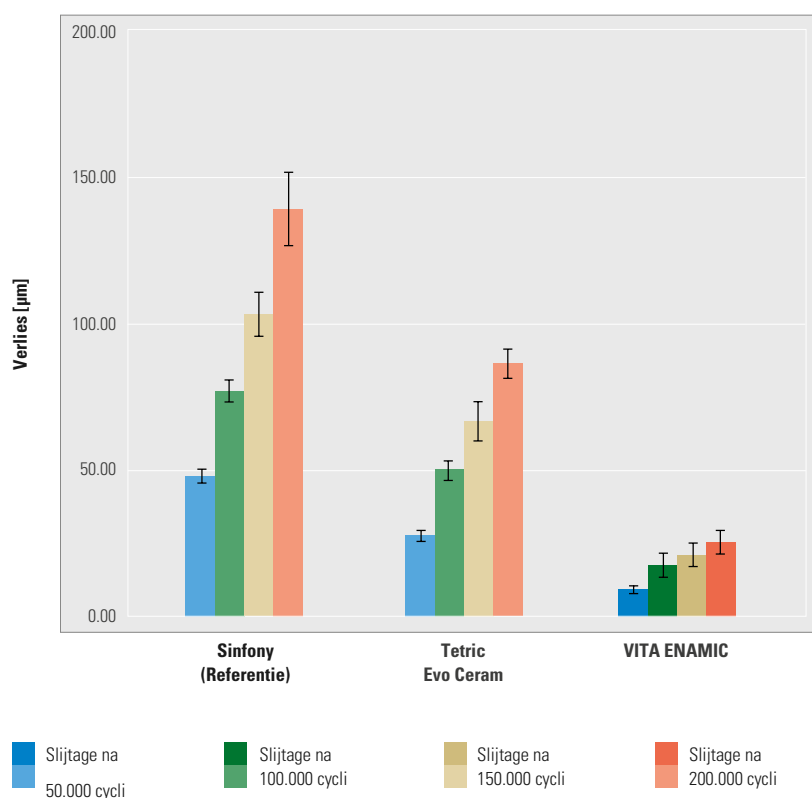
a) Materiaal en methode

Abrasietest bij 3 media volgens het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA)

b) Bron

Universität Regensburg, Fakultät für Medizin, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, PD Dr. Martin Rosentritt, ([6], zie p. 34)

c) Resultaat



d) Besluit

De slijtage van alle drie de materialen stijgt volgens het toenemende aantal cycli. Voor VITA ENAMIC werd de in vergelijking hoogste slijtagebestendigheid gemeten.

2.6.3 Tandborstelabrasie

2.6.3.1 Resultaat Universiteit Zürich

a) Materiaal en methode

Telkens drie gepolijste proefplaatjes werden gedurende 25 minuten met Depurident (Dr. Wild & Co. AG) tandpasta-emulsie geborsteld (PARO M39, Esro, Thalwil, Zwitserland). De glans en oppervlakteruwheid na het polijsten en na het borstelen werden berekend.

b) Bron

Universiteit Zürich, Centrum voor tandheelkunde, Kliniek voor PPK, Afdeling voor computergestuurde restauratieve tandheelkunde, Prof. Dr. W.H. Mörmann, ([4], zie p. 34)

c) Resultaat

Oppervlaktekwaliteit na tandenborstelabrasie (25 min)

Materiaal (n = 3; 3 x 3 metingen)	Glans		Oppervlakteruwheid (Ra-, µm)	
	Glanzend	Geborsteld	Glanzend	Geborsteld
Glazuur	53 (2,4)	25 (1,3)	0,012 (0,0008)	0,187 (0,013)
VITABLOCS Mark II	52 (0,2)	51 (0,3)	0,009 (0,0005)	0,013 (0,0007)
VITA ENAMIC	56 (0,4)	41 (1,8)	0,027 (0,0009)	0,05 (0,0007)
Lava Ultimate	56 (0,9)	44 (0,2)	0,025 (0,0003)	0,05 (0,0006)

VITA ENAMIC kon op een glanswaarde van 56 worden gepolijst en is statistisch gelijk en/of vergelijkbaar met die van Lava Ultimate (56), VITABLOCS Mark II (52) en tandglazuur (53). Na de tandenborsteltest met abrasieve tandpasta behield VITA ENAMIC ten opzicht van tandglazuur (25) een hogere glanswaarde van 41. Na de tandenborstelabrasie vertoonden de materialen Mark II (0,013 µm), VITA ENAMIC (0,05 µm) en Lava Ultimate (0,05 µm) een lagere ruwheid dan tandglazuur (0,187 µm).

d) Besluit

De oppervlaktekwaliteit van VITA ENAMIC kan als zeer goed en bestendig worden beschouwd.

2.6.3.2 Resultaat VITA Zahnfabrik

a) Materiaal en methode

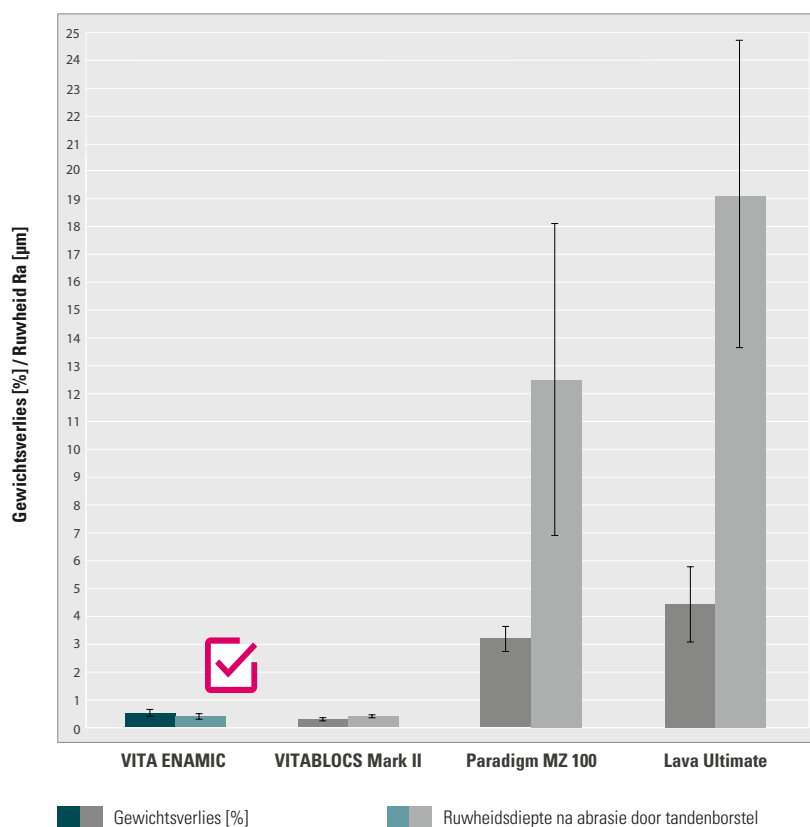
De glanzend gepolijste materialen werden gedurende 32 uur met Depurident abrasieve tandcrème geborsteld en het gewichtsverlies alsook de slijtagediepte na de abrasie door de tandenborstel werden gemeten.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat

Gewichtsverlies en ruwheidsdiepte na abrasie door tandenborstel (32 u)



d) Besluit

VITA ENAMIC is in deze test beduidend abrasievaster dan de composieten Lava Ultimate en Paradigm MZ 100.

2.7 Betrouwbaarheid/Weibullmodule

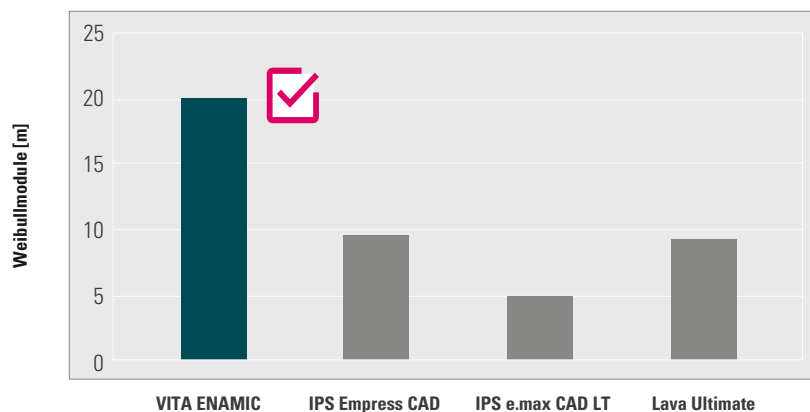
a) Materiaal en methode

De Weibullmodule werd aan de hand van de weerstand van buigstaafjes bepaald. Met een door Weibull ontwikkelde theorie, die stoelt op het concept van het falen door het zwakste lid, kan het strooigedrag van de sterkte van keramische materialen mathematisch goed worden omschreven. [...] Daardoor zien we bij kennis van de verdelingsparameters een eenduidige samenhang tussen belasting en de kans op breuken. "1 Eenvoudig gezegd betekent dit: Een hoge Weibullmodule staat voor constante materiaalkwaliteit. Samen met hoge belastingswaarden is dit een indicator voor de betrouwbaarheid van een materiaal.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



d) Besluit

Van de onderzochte materialen blijkt VITA ENAMIC in deze test het meest betrouwbare materiaal. De Weibullmodule bedraagt 20. Een berekening van de weibullmodule moet altijd gebeuren in combinatie met de buigvastheid (interne metingen VITA R&D: VITA ENAMIC: 153,82 MPa (SD 7,56 MPa), Lava Ultimate: 188,42 MPa (SD 22,29 MPa), IPS Empress CAD: 157,82 MPa (SD 17,33 MPa), IPS e.max CAD LT: 344,05 MPa (SD 64,5 MPa)).

Aanbevolen literatuur:

(1) Brevier Technische Keramik, Verband der Keramischen Industrie e.V., 2003

2.8 Vickers-hardheid

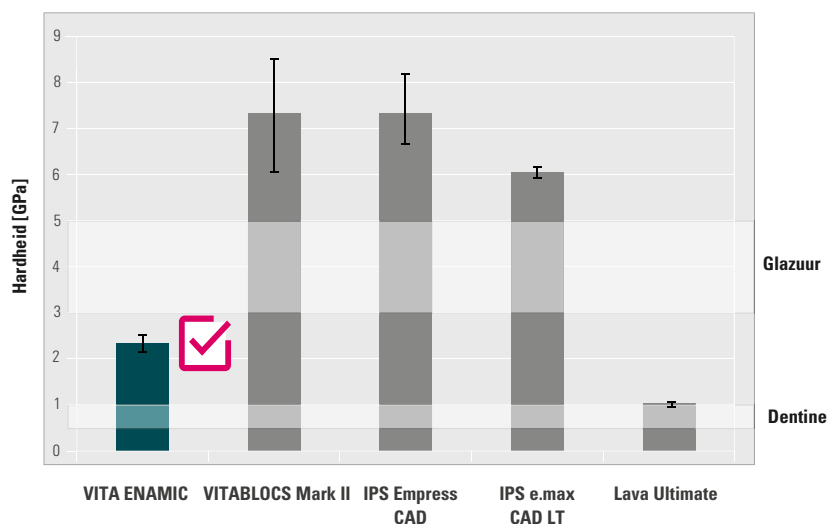
a) Materiaal en methode

De in epoxyhars ingebedde materialen (VITA ENAMIC, VITABLOCS Mark II, IPS Empres CAD, IPS e.max CAD LT en Lava Ultimate) werden op hoogglans gepolijst. De gepolijste stukken werden in het hardheidstesttoestel geplaatst. Er werden telkens vijf hardheidsindrukken per materiaal bij een last van 30 N gemaakt. Na het bereiken van de maximale last (30 N) werd deze gedurende 20 s. vastgehouden en vervolgens ontlast. Voor het uitmeten van de indrukdiagonalen werd de hardheid in GPa berekend. De meetbalken in het diagram stemmen overeen met de gemiddelden uit de vijf respectievelijke metingen.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



d) Besluit

De hardheid van VITA ENAMIC bedraagt ongeveer 2,5 GPa en ligt daardoor tussen die van dentine (0,6 – 0,92 GPa; (1), (2)) en glazuur (3 – 5,3 GPa; (3), (4)). De hardheid van de drie soorten keramiek (VITABLOCS Mark II, IPS Empress CAD en IPS e.max CAD) ligt duidelijk hoger dan die van glazuur. Lava Ultimate met een hardheid van ongeveer 1 GPa ligt binnen het bereik van dentine.

Bronnen:

- (1) Lawn BR, Lee JJ-W. Analysis of fracture and deformation modes in teeth subjected to occlusal loading. Acta Biomater, 2009; 5:2213 – 2221.
- (2) Mahoney E, Holt A, Swain MV, Kilpatrick N. The hardness and modulus of elasticity of primary molar teeth: an ultra-micro-indentation study. J Dent, 2000; 28:589 – 594.
- (3) He LH, Swain MV. Nanoindentation derived stress-strain properties of dental materials. Dent Mater, 2007; 23:814 – 821.
- (4) Park S, Quinn JB, Romberg E, Arola D. On the brittleness of enamel and selected dental materials. Dent Mater, 2008; 24:1477 – 1485.

2.9 Etsbaarheid van het materiaal

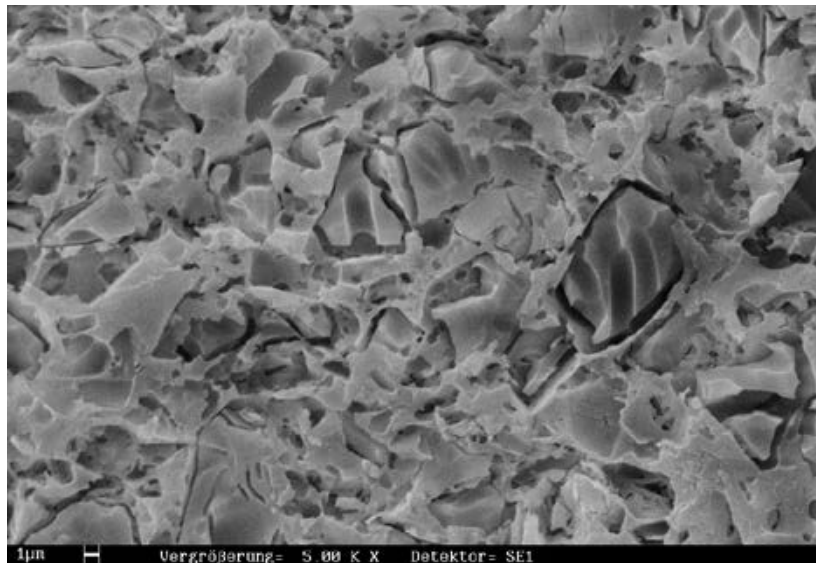
a) Materiaal en methode

Gepolijste VITA ENAMIC stalen werden met VITA CERAMICS ETCH (5% fluorwaterstofzuur) gedurende 60 s geëtsd en vervolgens werden REM-opnames gemaakt van het geëtsde oppervlak.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



VITA ENAMIC, 5.000 x vergroting, bron: VITA R&D

Het etspatroon is duidelijk te herkennen. De bleekgrijze zones stellen het polymeernetwerk voor, de donkergrijze het keramieknetwerk. Het keramiekoppervlak werd door het etsproces opgelost.

d) Besluit

Door het etsen verkrijgt men een goed retentief etsrooster, omdat enkel het keramische netwerk wordt opgelost en de polymeerstructuur intact blijft. De geëtsde zones zijn, anders dan bij composieten, duidelijk te herkennen op de restauratie.

2.10 Scheurvastheid

2.10.1 Onderzoeken met RelyX Unicem/Variolink II

a) Materiaal en methode

Er werden testparen vervaardigd bestaande uit telkens een plaatje (10 mm x 10 mm x 3 mm) met een centrale conische boring van 6° en een conus (6° coniciteit). De kronen en plaatjes werden onder een belasting van 2 kg na voorbehandeling met het betreffende bevestigingsmateriaal gekleefd. Al naargelang de methode werden de kronen en boringen na de ultrasone reiniging aan de volgende behandelingen onderworpen:

- 60 s. geëtt met VITA CERAMICS ETCH (5% fluorwaterstofzuur)
- Silaniseren volgens de voorschriften van de fabrikant (ofwel met VITASIL, VITA of Monobond Plus, Ivoclar Vivadent)
- Kleven volgens de voorschriften van de fabrikant
- Bewaren (2 weken in water van 37° C)

Bepalen van de drukscheurvastheid:

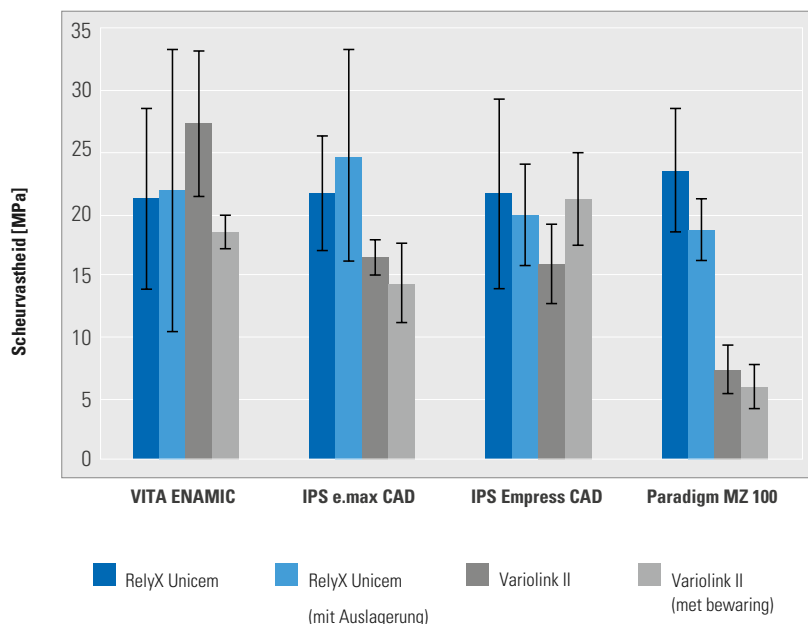
Elke waarde (zie diagram) gebaseerd op 5 stalen (n=5).

Na het kleven van de stalen werden deze getest op de universele testmachine, waarbij de conus met een stempel en een stuwsnelheid van 0,5 mm/min tot de aanslag werd belast.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



d) Besluit

VITA ENAMIC is goed geschikt voor het kleven met adhesieve systemen zoals het geteste RelyX Unicem (3M Espe, D-Seefeld) of Variolink II (Ivoclar Vivadent, FL-Schaan). De scheurvastheid van VITA ENAMIC ligt gemiddeld op 20 MPa.

2.10.2 Onderzoek met RelyX Ultimate

a) Materiaal en methode

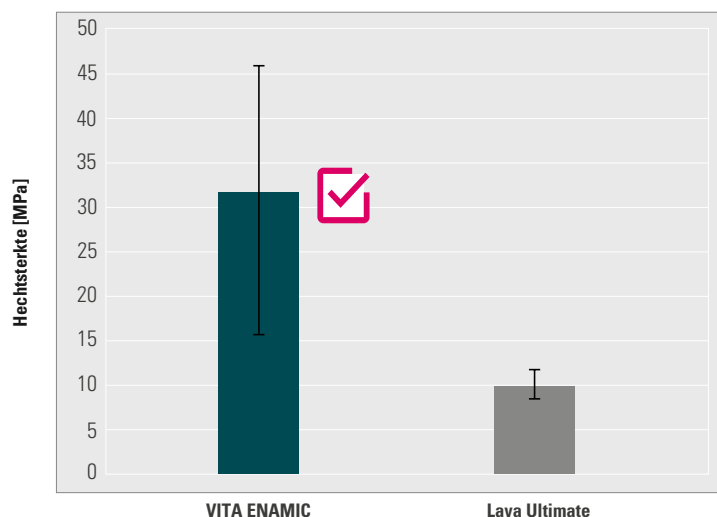
Er werden plaatjes gezaagd uit VITA ENAMIC en Lava Ultimate blokken. Om dezelfde oppervlaktestructuur van bij aanvang te verzekeren werden alle plaatjes met SiC-papier (korrel 320) geslepen. Die voorbereide VITA ENAMIC plaatjes werden gedurende 60 seconden geëtsd. (VITA Ceramics Etch). De plaatjes uit Lava Ultimate werden volgens de voorschriften van de fabrikant gezandstraald ($50\text{ }\mu\text{m Al}_2\text{O}_3$, 2 bar).

Na het etsen resp. zandstralen werd op de plaatjes Scotchbond (3M ESPE) aangebracht gedurende 20 seconden, volgens de voorschriften van de fabrikant. Vervolgens werden cylinders uit RelyX Ultimate gepolymeriseerd, conform DIN EN ISO 10477 afgescheurd en de hechtsterkte bepaald. De statistische evaluatie gebeurde met de enkelvoudige variantieanalyse.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



d) Besluit

De hechting van RelyX Ultimate aan VITA ENAMIC kan in het kader van deze testopbouw als zeer goed worden beschouwd (31,32 MPa ($\pm 14,5$ MPa)), omdat hier bij VITA ENAMIC voornamelijk cohesieve breuken optraden, dit betekent binnen het materiaal zelf. Daaruit resulteert ook een hogere spreiding ten opzichte van Lava Ultimate.

De hechting van RelyX Ultimate aan Lava Ultimate bedraagt 9,92 MPa ($\pm 1,89$ MPa) en er traden voornamelijk adhesieve breuken op, dit betekent breuken binnen de hechtingzone.

2.11 Verkleuringstest

a) Materiaal en methode

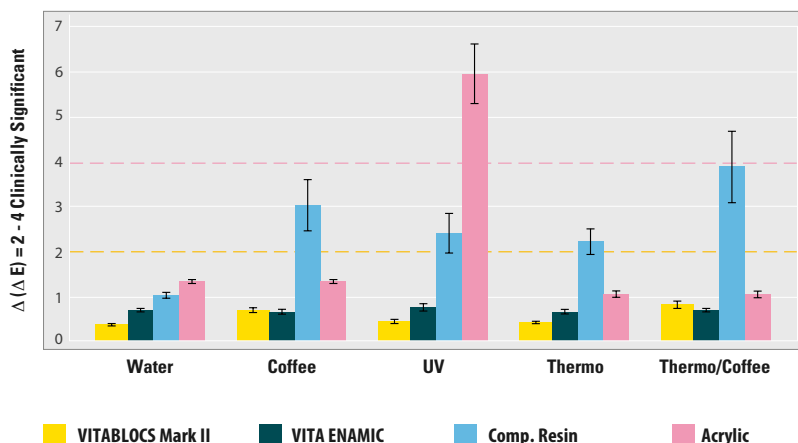
De stalen (n = 40) werden volgens de voorschriften van de fabrikant geprepareerd (Herculite XRV en Dentsply Bridge resin) of uit blokken gesneden (Mark II, VITA ENAMIC; Bühler Isomet zagen). Na het polijsten (Bühler Ecomet, ten slotte met 1µm diamantpasta) werden de stalen in koffie resp. gedestilleerd water bewaard, onderworpen aan temperatuurschommelingen (2.500 cycli 5 °C – 55 °C) en een serie na de thermocycling bijkomend in koffie bewaard (15 dagen, 37 °C). Een andere groep werd gedurende 15 dagen blootgesteld aan UV-straling (ADA-specificatie nr. 80). Met een spectrofotometer (Color I5, X-rite) werden de CIE L*a*b*-kleurcoördinaten voor en na de behandeling berekend en daaruit werd de Delta E-waarde berekend voor het bepalen van de totale kleurafwijking.

b) Bron

Boston University, Goldman School of Dental Medicine, Department of Restorative Dentistry/Biomaterials, Prof. Dr. Russell Giordano, ([7], zie p. 34)

c) Resultaat

Color Stability



d) Besluit

Bij VITABLOCS Mark II en VITA ENAMIC werden bij alle verschillende behandelingen geen significante kleurverschillen (ANOVA en Scheffe-testen) vastgesteld. Er traden significante kleurveranderingen op bij composiet en bij acryl-hars, vooral na UV-behandeling en na thermocycling in combinatie met de opslag in koffie.

2.12 Machinability

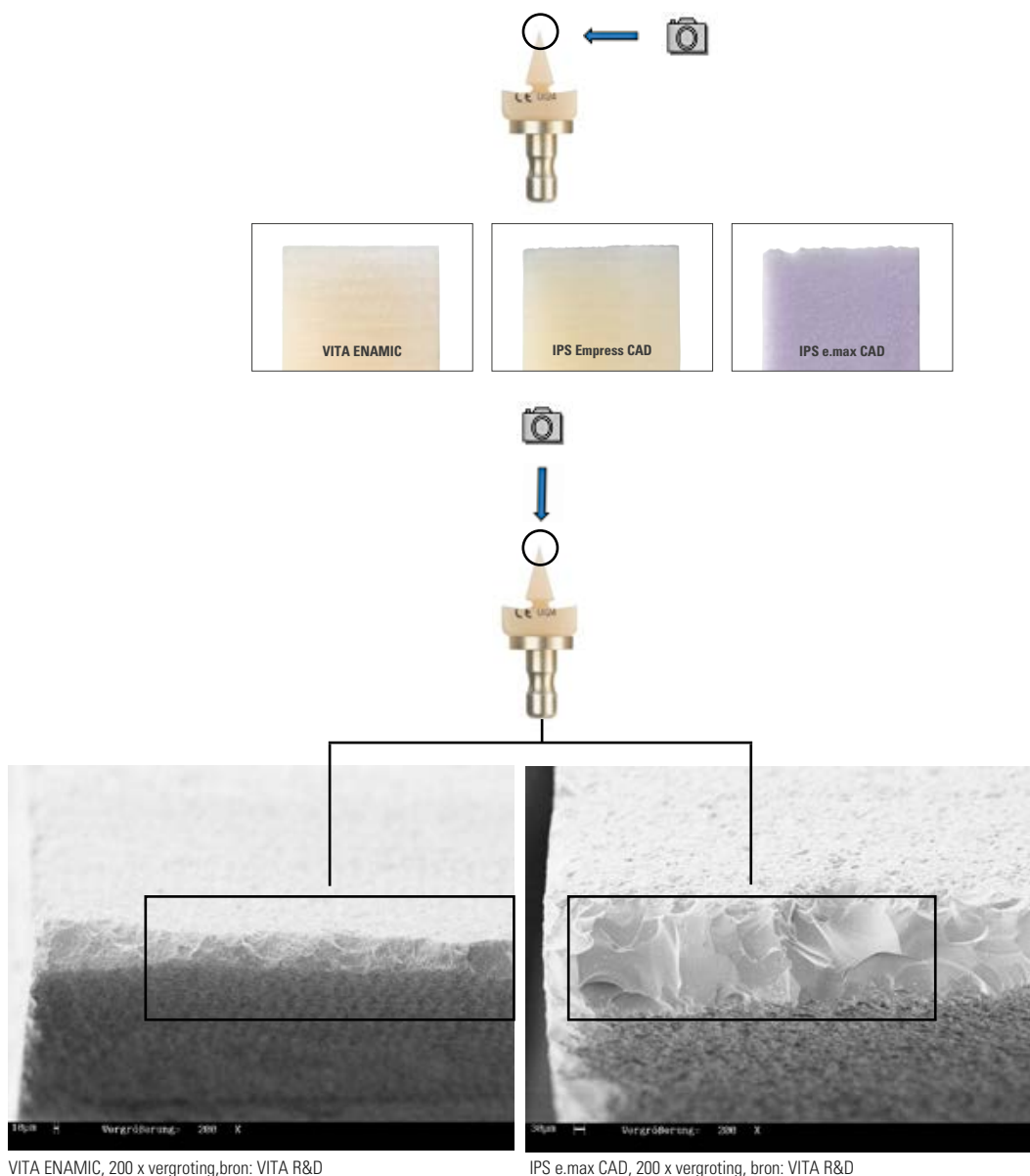
a) Materiaal en methode

Met de Sirona MC XL slijpmachine werden 30° wiggen in de normale slijpmodus geslepen, dit uit verschillende materialen.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



d) Besluit

VITA ENAMIC vertoont duidelijk scherpere randprecisie en minder chipping dan de traditionele CAD/CAM keramische restauratiematerialen.

2.13 Randstabiliteit

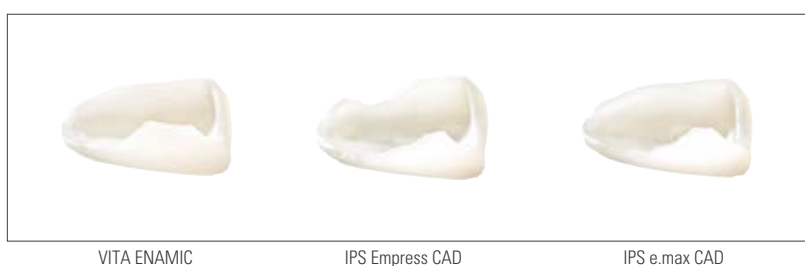
a) Materiaal en methode

Op de Sirona MC XL slijpmachine werden Non-prep veneers uit verschillende materialen in de normale slijpmodus geslepen met een wandsterkte van ongeveer 0,2 mm. De producten IPS Empress CAD en IPS e.max CAD zijn voor een wandsterkte van ongeveer 0,2 mm niet vrijgegeven door de fabrikant. Bovendien werden op de Sirona MC XL slijpmachine werden inlays uit verschillende materialen in de normale slijpmodus geslepen. (zie REM-opnames).

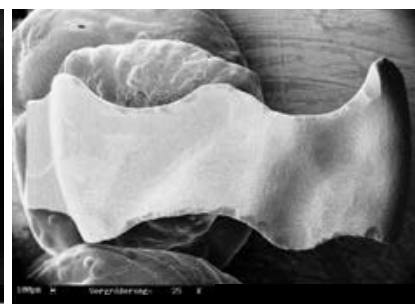
b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat



VITA ENAMIC, 25 x vergroting, bron: VITA R&D



IPS Empress CAD, 25 x vergroting, Bron: VITA R&D

d) Besluit

Bij de Non-prep veneers zien we een precieze randstabiliteit van VITA ENAMIC. De geometrie met wandsterktes van ong. 0,2 mm kon enkel met VITA ENAMIC volledig foutloos geslepen worden. De geslepen inlay toont de hoge randstabiliteit van VITA ENAMIC, die zorgt voor zeer precieze slijpresultaten.

2.14 Slijptijden

a) Materiaal en methode

De slijptijden voor drie restauratietypes (inlays, fronttandkronen, zijdelingse kronen) werden aan de hand van vier verschillende CAD/CAM materialen bepaald (VITA ENAMIC, VITABLOCS Mark II, allebei van VITA Zahnfabrik, IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent en Lava Ultimate, 3M ESPE). De testen werden uitgevoerd met de Sirona MC XL slijpeenheid. Per materiaal en restauratietype werden vijf eenheden geslepen. De slijptijden werden uit de log-files gehaald.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat

Slijptijden (min:s) van de materialen VITA ENAMIC, Mark II, IPS e.max CAD en Lava Ultimate. Tijden stemmen overeen met de gemiddelde waarde van vijf metingen.

				
VITA ENAMIC	Normaal	7:56	7:10	9:07
	Snel	4:40	4:19	5:13
VITABLOCS Mark II	Normaal	10:27	10:35	13:29
	Snel	6:24	7:03	9:26
IPS e.max CAD	Normaal	12:17	12:36	14:58
	Snel	10:00	8:11	12:14
Lava Ultimate	Normaal	10:39	10:10	11:55
	Snel	7:27	6:27	8:24

d) Besluit

Restauraties met VITA ENAMIC worden in vergelijking met VITABLOCS Mark II; Lava Ultimate en IPS e.max CAD het snelst geslepen.

2.15 Levensduur van de slijpinstrumenten

a) Materiaal en methode

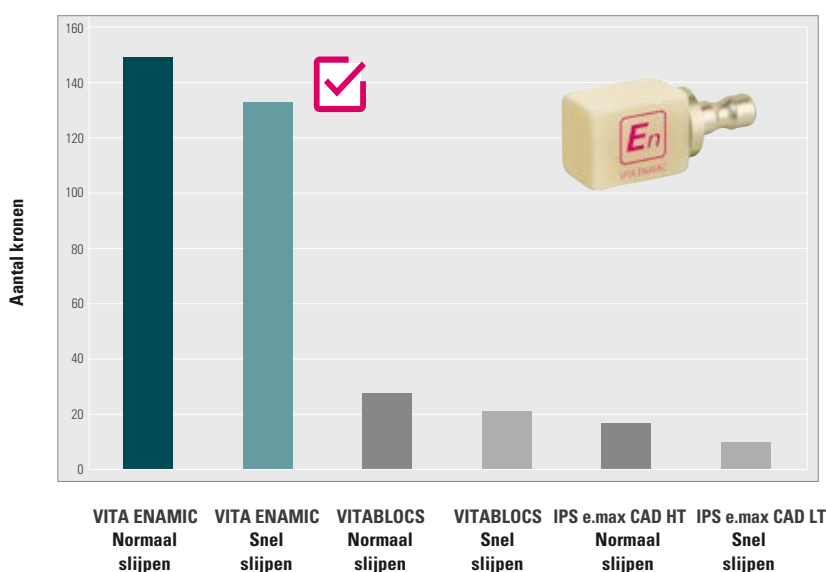
Op de Sirona MC XL slijpmachine werden met telkens één freeset zo veel mogelijk molarenkronen in normale en snelle slijpmodus geslepen uit verschillende CAD/CAM materialen. De slijpstandtijden geven de resultaten weer van een meetreeks.

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat

**Aantal geslepen molarenkronen met een slijpset
Sirona MC XM Software 3.8x**



d) Besluit

VITA ENAMIC is voordeliger slijpbaar dan alle andere tandkleurige keramische blokmaterialen. De slijptijd voor VITA ENAMIC restauraties is in de beschreven test veruit de kortste (zie 2.14), bij een even hoge levensduur van de frezen van ong. 148 resp. 132 geslepen kronen.

2.16 Polijstbaarheid

VITA ENAMIC kan met de door VITA aangeboden polijstinstrumenten droog (extraoraal) en ook nat (intraoraal) zeer goed gepolijst worden. Dit werd in de acceptatiefase bevestigd.

2.17 Biocompatibiliteit

Testen op de biocompatibiliteit werden door het NAMSA instituut (North American Science Associates Inc.) uitgevoerd. VITA ENAMIC werd als biocompatibel beschouwd.

2.18 Oplosbaarheid in zuren, wateropname, wateroplosbaarheid

a) Materiaal en methode

Testen conform DIN EN ISO 6872 en DIN EN ISO 10477

b) Bron

Intern onderzoek, VITA R&D ([3], zie p. 34)

c) Resultaat

Geen chemische oplosbaarheid conform ISO 6872. De wateropname ($5,7 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) en wateroplosbaarheid ($< 1,2 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) vallen binnen de richtwaarden conform ISO 10477.

d) Besluit

De eigenschappen van VITA ENAMIC liggen tussen die van keramiek en composiet.

3. In vivo studies

3.1 Klinische studie, Universitätsklinikum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Freiburg, Abtlg. für Zahnärztliche Prothetik, PD Dr. Petra Gierthmühlen (meisjesnaam Güß): VITA ENAMIC kronen

Begin van de studie: November 2011

Aantal reeds ingezette restauraties: 71

3.2 Klinische studie, Universitätsklinikum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Freiburg, Abtlg. für Zahnärztliche Prothetik, PD Dr. Petra Gierthmühlen (meisjesnaam Güß): VITA ENAMIC Inlays, Onlays, gedeeltelijke kronen, Table Tops

Begin van de studie: November 2011

Aantal reeds ingezette restauraties: 100

3.3 Pilootfase van VITA Zahnfabrik: VITA ENAMIC kronen, implantaatkronen, gedeeltelijke kronen, Inlays, Onlays, Veneers

Diverse praktijkgebruikers

Aantal reeds ingezette restauraties: ca. 594

Versie: December 2012

3.4 Klinische gebruiksstudie: VITA ENAMIC Kronen op implantaten

a) Materiaal en methode

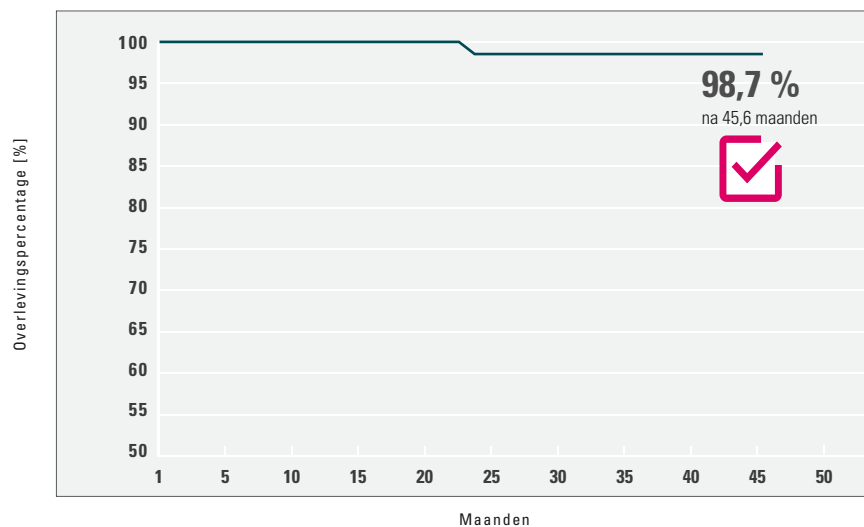
In het kader van een multicentrische klinische gebruiksstudie met 11 tandartsen uit Duitsland, Oostenrijk en Zwitserland werden 38 patiënten met een indicatie voor een of meerdere implantaten in de boven- en/of onderkaak ad random uitgekozen. Het keuzecriterium voor de patiënten was gebaseerd op de aanbevelingen van de DGI (Deutsche Gesellschaft für Implantologie) voor enkelvoudige implantaten. Er was geen beperking of aanbeveling op het vlak van gebruikte implantaatsystemen en ook het chirurgische en klinische proces werd niet beperkt. Er werden in totaal 60 implantaatkronen geplaatst en voor onderzoeksdoeleinden geobserveerd. De patiënten werden 14 dagen na de prothetische behandeling en vervolgens om de zes maanden gecontroleerd. De tijdsduur van de observatie bedraagt minstens zes maanden (1 recall). Voor het berekenen van het slaagpercentage werd de decementering van de kronen alsook de volledige of gedeeltelijke fractuur (Chipping) van de kroon als het mislukingscriterium beoordeeld.

b) Bron

VITA toepassingstechniek en product management in samenwerking met tandheelkundige pilootgebruikers [9], zie p. 35)

c) Resultaat

Overlevingspercentage VITA ENAMIC kronen op implantaten



d) Besluit

In het kader van een multicentrische klinische gebruiksstudie over een maximale studieduur van vier jaar werd voor VITA ENAMIC kronen op implantaten een overlevingspercentage van 98,7 procent vastgesteld. De gemiddelde draagtijd van de implantaatkronen in de studie bedraagt 23,1 maanden (Toestand: 11 2014). De onderzoeksresultaten geven voor VITA ENAMIC implantaatkronen een met alternatieve materialen vergelijkbaar of beter overlevingspercentage¹⁻³.

Bronnen:

- (1) De Boever AL, Keersmaekers K, Vanmaele G, Kerschbaum T, Theuniers G, De Boever JA. Prosthetic complications in fixed endosseous implant-borne reconstructions after an observations period of at least 40 months. J Oral Rehabil. 2006 Nov;33(11):833-9.
- (2) Thoma DS, Brandenburg F, Fehmer V, Büchi DL, Hämmerle CH, Sailer I. Randomized Controlled Clinical Trial of All-Ceramic Single Tooth Implant Reconstructions Using Modified Zirconia Abutments: Radiographic and Prosthetic Results at 1 Year of Loading. Clin Implant Dent Relat Res. 2015 Apr 15.
- (3) Rinke S, Lange K, Roediger M, Gersdorff N. Risk factors for technical and biological complications with zirconia single crowns. Clin Oral Investig. 2015 Feb 7.

4. Publicaties

Publicaties over VITA ENAMIC:

Al-Harbi A, Ardu S, Bortolotto T, Krejci I.
Stain intensity of CAD/CAM Materials versus direct composites.
IADR 2012 Poster Abstract, Iguacu Falls, Brasilien

Coldea A, Swain MV, Thiel N.
Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials.
Dent Mater. 2013 Apr; 29(4):419 – 426

Coldea A, Swain MV, Thiel N.
In-vitro strength degradation of dental ceramics and novel
PICN material by sharp indentation.
J Mech Behav Biomed Mater 2013 Oct;26(10):34 – 42.

He LH, Swain M.
A novel polymer infiltrated ceramic dental material.
Dent Mater. 2011 Jun;27(6):527 – 34. Epub 2011 Mar 2.

He LH, Purton D, Swain M.
A novel polymer infiltrated ceramic for dental simulation.
J Mater Sci Mater Med. 2011 Jul;22(7):1639 – 43. Epub 2011 May 26.

Mörmann W, Stawarczyk B, Ender A, Sener B, Attin T, Mehl A.
Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials:
Two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness.
J Mech Behav Biomed Mater 2013 Apr; 20(4):113 – 125

5. Bijlage

5.1 Referenties

1. Giordano R.
Development of Novel All-Ceramic Restorations and Wear, Strength, and Fatigue of Restorative Materials
Research Report, Period 09/2012 – 06/2013 to VITA Zahnfabrik, July 22, 2013
Principal Investigator: Russell Giordano, D.M.D., D.M.Sc., Director of Biomaterials
Boston University, Goldman School of Graduate Dentistry, Department of Biomaterials, Boston MA, USA
2. Bilkhair A.
Fatigue behavior and damage modes of a monolithic CAD/CAM hybrid ceramic (VITA ENAMIC) material compared to CAD/CAM all-ceramic posterior crown restorations. Thesis
Universitätsklinikum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Freiburg, Abtlg. für Zahnärztliche Prothetik, Freiburg, Duitsland; 2014.
3. Intern onderzoek, VITA R&D:
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG
Ressort Forschung und Entwicklung
Spitalgasse 3
79713 Bad Säckingen, Duitsland
Dr.-Ing. Andrea Coldea, Materialentwicklung F&E, Bad Säckingen
Prof. Dr. Dr. Jens Fischer, Ressortleiter F&E, Bad Säckingen
Versie: 08.15
4. Mörmann W., Stawarczyk B., Ender A., Sener B., Attin T., Mehl A.
Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials: Two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness. Mörmann W., Stawarczyk B., Ender A., Sener B., Attin T., Mehl A.
Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials: Two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness.
J Mech Behav Biomed Mater 2013 Apr; 20(4):113 – 125
5. Rosentritt M.
Pin-on-block wear test of different dental materials.
Report Number: 133. Auteur: Priv.-Doz. Dr.-Ing. Martin Rosentritt,
Forschungsbereichsleiter, Universitätsklinikum Regensburg,
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Regensburg, Duitsland
6. Rosentritt M.
Untersuchung zum 3-Medienverschleiß verschiedener Polymer-/Keramikwerkstoffe.
Report Number: 130. Auteur: Priv.-Doz. Dr.-Ing. Martin Rosentritt,
Forschungsbereichsleiter, Universitätsklinikum Regensburg,
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Regensburg, Duitsland
7. Giordano R.
Wear and color stability testing. Research Report to VITA Zahnfabrik,
Principal Investigator: Russell Giordano, D.M.D., D.M.Sc., Director of Biomaterials
Boston University, Goldman School of Graduate Dentistry, Department of Biomaterials, Boston MA, USA

8. Menini M.

In-vitro-Test zur Fähigkeit der Hybridkeramik VITA ENAMIC Kräfte zu absorbieren.

Onderzoeksverslag aan VITA Zahnfabrik in januari 2015

Auteur: Dr. Maria Menini, Abteilung für festsitzenden und implantatprothetischen Zahnersatz, Universität Genua, Italië; 2015.

9. VITA Anwendungstechnik und Produktmanagement:

VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG

Ressort Vertrieb

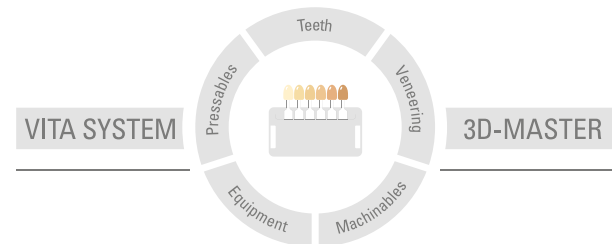
Spitalgasse 3, 79713 Bad Säckingen, Duitsland

Claus Pukropp, Leiter Technisches Marketing, Bad Säckingen

Andreas Buchheimer, Leiter Anwendungstechnik, Bad Säckingen

Versie: 11.14

Met het unieke VITA SYSTEM 3D-MASTER worden alle natuurlijke tandkleuren systematische bepaald en volledig gereproduceerd.



Let op: Onze producten moeten gebruikt worden volgens de gebruiksaanwijzingen. Wij zijn niet verantwoordelijk voor schade veroorzaakt door onjuiste handelingen of gebruik. De gebruiker is tevens verplicht om het product voor gebruik te controleren of het geschikt is voor het toepassingsgebied. Wij dragen geen verantwoordelijkheid indien het product gebruikt wordt in combinatie met porselein en met materialen van andere producenten die niet compatibel of goedgekeurd zijn voor gebruik met ons product. Bovendien is onze verantwoordelijkheid voor de juistheid van deze informatie rechtsonafhankelijk, in zover legaal toegestaan, en is beperkt tot de factuurwaarde van de geleverde goederen exclusief omzetbelasting. In het bijzonder zijn we, voor zoverre legaal toegestaan, niet aansprakelijk voor winstverlies, indirecte schade, gevolgschade of klachten van derde partijen tegen de koper. Schadeclaims op basis van schuldaansprakelijkheid (culpa in contrahendo, contractbreuk, onwetige handelingen, enz.) kunnen enkel ingediend worden in geval van bewuste of grote nalatigheid. De VITA modulebox is geen noodzakelijk onderdeel van het product. Uitgiftedatum van deze gebruiksaanwijzingen: 02.16

Door de uitgave van deze gebruiksinformatie verliezen alle vorige uitgaven hun geldigheid. De meest actuele versie vindt u op www.vita-zahnfabrik.com

VITA Zahnfabrik is gecertificeerd volgens de richtlijnen voor medische producten en de volgende producten dragen het kenmerk :

VITA ENAMIC®

Sirona CEREC® en inLab® zijn geregistreerde merken van de firma Sirona Dental Systems GmbH, A- Wals. IPS Empress CAD®, IPS e.max CAD®, Multilink®, Automix, Tetric EvoCeram® en Variolink® II zijn geregistreerde merken van de firma Ivoclar Vivadent AG, FL-Schaan. Lava® Ultimate, Sinfony™ en RelyX Unicem™ zijn geregistreerde merken van de firma 3M Company of 3M Deutschland GmbH.

VITA

VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG
 Spitalgasse 3 · D-79713 Bad Säckingen · Germany
 Tel. +49(0)7761/562-0 · Fax +49(0)7761/562-299
 Hotline: Tel. +49(0)7761/562-222 · Fax +49(0)7761/562-446
www.vita-zahnfabrik.com · info@vita-zahnfabrik.com
 facebook.com/vita.zahnfabrik