



Zirconia-Reinforced Dental Restorations

C. Chen

HOOFDSTUK 6

Samenvatting en Conclusies

De toenemende interesse in de tandheelkunde voor volkeramische restauraties is vooral te danken aan hun uitstekende optische eigenschappen. In het verleden werden dergelijke restauraties uit materialen gemaakt waarvan de sterkte niet overeenkwam met die van de natuurlijke materialen die zij moesten vervangen. Om de restauraties voldoende sterkte te geven waren drastische preparatievormen noodzakelijk. Een paar jaar geleden werd als sterke basis voor volledig keramische restauraties een nieuw materiaal, yttria gestabiliseerd zirkonia (Y-TZP), geïntroduceerd. Dit materiaal is sterk en vereist minder drastische preparatievormen. Echter, vanwege de ondoorzichtige witte kleur zijn de esthetische eigenschappen niet zo goed. Een esthetische porseleinen fineerlaag moet worden toegepast om de kleur van de restauratie te optimaliseren. De superieure mechanische eigenschappen van zirkonia in combinatie met een op CAD / CAM gebaseerde fabricageprocedure maakt het mogelijk om grote en complexe restauraties, zoals kronen en bruggen, te maken met hoge nauwkeurigheid en goede levensduurverwachtingen. In dit proefschrift wordt verder onderzocht hoe zirkonia wordt gebruikt om tandheelkundig brugwerk ('fixed dental prostheses'; FDPs) te versterken dan wel te verbeteren.

In de algemene introductie van dit proefschrift, **Hoofdstuk 1**, wordt een overzicht gegeven van de geschiedenis van kroon- en brugwerk met betrekking tot de productiemethoden, van de traditionele manier tot de CAD / CAM-techniek en de daarbij toegepaste materialen. Ook de faalmechanismen, zoals het loslaten van de hechtlaag en breuk worden kort toegelicht. Tot slot worden het doel en de inhoud van dit proefschrift beschreven.

In **Hoofdstuk 2** wordt de invloed van de sinterprocedure op de intrinsieke eigenschappen van zirkonia onderzocht. Zirkonia schijven werden gesinterd bij een eindtemperatuur van 1200°C of 1350°C waarbij verschillende sintertijden werden onderzocht. De dichtheid, biaxiale buigsterkte (BFS) en korrelgrootte van het gesinterde zirkonia zijn vervolgens bepaald. De dichtheden en BFS van de zirkonia schijven gesinterd bij de einde temperatuur van 1350°C werden niet beïnvloed door de sinteringsprocedure. Voor de zirkonia schijven gesinterd bij de lage eindtemperatuur van 1200°C zijn de dichtheid en BFS tot op zekere hoogte toegenomen, hetgeen afhankelijk was van de sintertijd. De zirkonia schijven gesinterd bij een relatief lage temperatuur van 1200°C hadden een kleinere korrelgrootte terwijl de korrelgrootte toenam met de sintertijd. Ook werd een lineair verband aangetoond voor, respectievelijk dichtheid en BFS, korrelgrootte en dichtheid, en korrelgrootte en BFS.

Een nieuwe experimentele coating van zirkonia structuren wordt beschreven in **Hoofdstuk 3**. Het doel van het in dit hoofdstuk beschreven onderzoek was om de

hechtsterkte tussen zirkonia en kunstharscementen te verbeteren. Voor deze experimentele coating werd een dunne laag vloeibare composiet, die zirkoniumoxide-silica nanodeeltjes bevat, aangebracht op volledig gesinterde zirkoniumoxide schijfjes en vervolgens gesinterd bij 1200°C gedurende 10 minuten. Tijdens het sinteren verbrandt de harsmatrix, waardoor de vulstofdeeltjes op het zirkonia oppervlak achterblijven en daaraan via de silica-component vast sinteren en zo een zirkonia-silica coating vormen. De gecoate en ongecoate zirkonia schijven werden met een kunststofcement aan composiet-substraten vastgeplakt, waarbij de toepassing van drie verschillende oppervlakte-voorbehandelingen werd onderzocht; geen primer, een MDP-bevattende primer of een silaankoppelings-primer. Van de zirkonia-composiet substraten werden kleine staafjes gezaagd ('microbars') en in water gedurende 24 uur of 30 dagen bewaard waarna de microhechtsterkte (MTBS) werd bepaald. Scanning elektronen microscopie (SEM) werd gebruikt om de breuk te visualiseren en het breukgedrag te beoordelen. De gecoate zirkonia substraten gecombineerd met de silaankoppelings-primer na 24 uur te zijn blootgesteld aan water resulteerde in de hoogste MTBS. De tijd in het water beïnvloedt in belangrijke mate de MTBS van de niet-gecoate zirkonia oppervlakken, terwijl dit slechts gedeeltelijk opgaat voor de gecoate zirkonia oppervlakken. De SEM analyse laat een belangrijke mate van verandering van breukgedrag zien. Voor de niet-gecoate zirkonia substraten die in water bewaard zijn gaat het breukgedrag van hoofdzakelijk cohesief of gemengd cohesief-adhesief naar een adhesief breuktype. Voor de gecoate zirkonia substraten werd echter altijd een cohesief of gemengd breuktype gevonden.

De mogelijkheid of composiet de conventionele kroon- en brugwerkmaterialen kan vervangen werd bestudeerd in **Hoofdstuk 4**. Conventionele permanente bruggen, waaronder metaal-keramische en volkeramische zirkonia bruggen, werden vergeleken met drie soorten composiet bruggen: volledige composiet, vezelversterkte composiet (FRC), en zirkonia-bar-versterkte composiet (ZRC). De gemiddelde sterkten bij kauwbelasting van FRC bruggen en ZRC bruggen waren aanzienlijk hoger dan die van de andere drie groepen. De gemiddelde energie nodig om FRC bruggen te breken (Work-of-Fracture) was significant hoger dan die van de andere vier groepen. Door middel van Eindige Element Analyse (FEA) kon worden aangetoond dat de onderkant van de connector het zwakste deel van de drie composiet bruggen was. Het bleek dat de composiet bruggen als alternatief beschouwd kunnen worden voor conventionele bruggen, vooral wanneer ze versterkt worden door vezels of zirkonia. Hierbij dient opgemerkt worden dat de vermoeiingseigenschappen niet onderzocht zijn.

In **Hoofdstuk 5**, werd een nieuw met zirkonia vulstofdeeltjes versterkte CAD / CAM composiet (Lava Ultimate CAD / CAM) vergeleken met een industrieel vervaardigd keramiek (IPS e.max CAD keramiek). Onlay restauraties van verschillende dikten werden onderworpen aan een breukweerstandspreef. De verdeling van de spanning voor een laagdikte van 0,5 mm van het betreffende materiaal werd geanalyseerd met FEA. Bij het testen van schijven met dezelfde dikte blijkt dat de breukweerstand van de gepolijste Lava Ultimate schijven altijd aanzienlijk lager was dan van de gezandstraalde of de IPS e.max schijven. Echter, de laagste breukweerstandswaarde was klinisch nog aanvaardbaar. Er was een lineaire relatie tussen breukweerstand en laagdikte voor de gepolijste Lava en gezandstraalde IPS e.max schijven. FEA toonde aan dat er permanente vervorming van het oppervlak van alle geanalyseerde schijven optreedt. Op basis van de breukvastheid en FEA resultaten kan worden geconcludeerd dat restauraties met een laagdikte groter dan 0,5 mm klinisch gebruikt kunnen worden voor beide materialen. Echter, Lava Ultimate CAD / CAM verdient de voorkeur wanneer er ultradunne restauraties nodig zijn. Voor dit materiaal verdient zandstralen als oppervlaktebehandeling voorafgaande aan de cementatie de voorkeur.

De reeks van studies in dit proefschrift toont aan dat er in relatie tot de toepassing verschillende manieren zijn om de prestaties van zirkonia restauraties te verbeteren. Een mogelijke manier is om de sinteringsprocedure van zirkoniumoxide te veranderen, waarmee de fysische eigenschappen van zirkonia zoals BFS, dichtheid of korrelgrootte beïnvloed en verbeterd kunnen worden. Aan de andere kant is het mogelijk om met een experimentele zirkonia-silica coating techniek de hechtsterkte van kunststof cement aan zirkonia te verbeteren, teneinde in de kliniek het loskomen van op zirkonia gebaseerde restauraties te verminderen. Zirkonia zelf kan ook worden gebruikt om andere materialen te versterken. Bijvoorbeeld kunnen zirkonia-nanodeeltjes worden gebruikt als vulmiddel voor zowel traditioneel als industrieel vervaardigde composieten. Deze materialen presteren onder laboratoriumomstandigheden goed. Met de toegenomen hechtsterkte van zirkonia aan composiet valt het te overwegen om samengestelde zirkonia kronen en bruggen, die met composiet zijn bedekt, klinisch te bestuderen.