Prothetik
Werkstoffkunde
LMU KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Einfluss von Material, Kristallisationsprotokoll und künstlicher Alterung auf die Biegefestigkeit von Lithiumsilikatkeramiken

Lithiumsilikat-Keramiken zählen heute zu den wichtigsten Materialien für die Fertigung monolithischer CAD/CAM-Restaurationen. Neben ihrer ansprechenden Ästhetik und hervorragenden Biokompatibilität zeichnen sie sich durch vorteilhafte mechanische Eigenschaften aus. Mit zunehmender Etablierung digitaler Behandlungskonzepte gewinnt neben der Materialauswahl auch die Frage, wie sich unterschiedliche Brandführungen unmittelbar und langfristig auf die mechanischen Parameter der verschiedenen Materialien auswirken, an Bedeutung.
Moderne, CAD/CAM-verarbeitbare Lithiumsilikatkeramiken machen zunehmend verkürzte Kristallisationsprogramme („Speed Firing“) möglich, welche eine verkürzte Brandführung und dementsprechend schnellere Herstellung von Zahnersatz ermöglichen. Ob und wie diese Zeitersparnis jedoch die mechanischen Eigenschaften der Materialien beeinflusst, ist bislang Gegenstand kontroverser Diskussion.

Die Werkstoffkundeforschung der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU München, die Forschungsgruppe der Biomaterialien und Technologien der Forschungsabteilung der Universität Basel, sowie eine Privatzahnarztpraxis beschäftigten sich daher mit dem Einfluss verschiedener Verarbeitungsprotokolle, sowie künstlichen Alterung auf die Biegefestigkeit von drei unterschiedlichen Lithiumsilikatkeramiken.

Im Rahmen der Untersuchung wurden insgesamt 192 Prüfkörper aus drei CAD/CAM-verarbeitbaren Lithiumsilikatkeramiken hergestellt: Amber Mill (HASS Bio), IPS e.max CAD (Ivoclar) und CEREC Tessera (Dentsply Sirona). Die Materialien wurden entsprechend der jeweiligen Herstellerangaben glasiert und unterschiedlichen Kristallisationsprotokollen unterzogen. Dabei wurden sowohl konventionelle, als auch Speed Firing Brandführungen, beziehungsweise für das Material Amber Mill ein Brand für die Transluzenzstufe „High Translucency“, sowie „Medium Opacity“, untersucht. Anschließend erfolgte bei der Hälfte der Prüfkörper eine künstliche

Alterung im Kausimulator mit 1,2 Millionen Belastungszyklen und zusätzlicher hydrothermaler Alterung mit Temperaturwechseln zwischen 5 °C und 55 °C. Dieses Verfahren entspricht näherungsweise einer klinischen Beanspruchung von fünf Jahren.

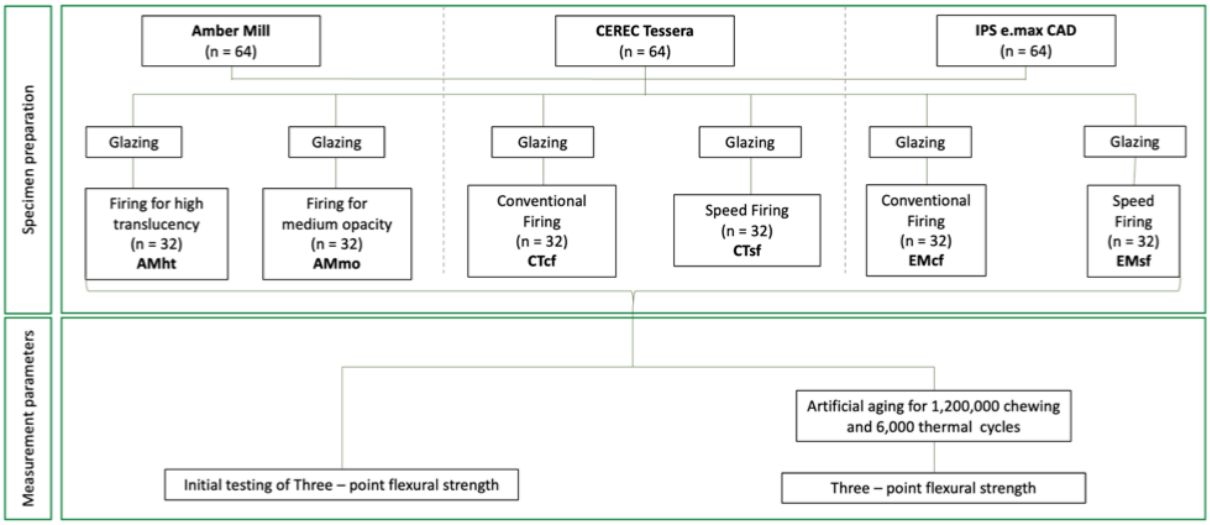


Fig. 1: Studiendesign der Untersuchung

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigten zunächst, dass die Materialwahl bzw. Die unterschiedlichen Brandprotokolle vor künstlicher Alterung keinen signifikanten Einfluss auf die Biegefestigkeit ausüben. Alle untersuchten Materialien erreichten vergleichbare Werte, unabhängig davon, ob sie mit konventionellen oder verkürzten Bränden verarbeitet wurden.

Erst nach künstlicher Alterung wurden deutliche material- und verarbeitungsspezifische Unterschiede sichtbar. Während es bei Prüfkörpern aus dem Material IPS e.max CAD unabhängig vom verwendeten Kristallisationsprotokoll, sowie bei speed-kristallisiertem CEREC Tessera zu keiner signifikanten Änderung der Biegefestigkeit kam, führte die künstliche Alterung bei beiden Amber-Mill-Gruppen, sowie bei konventionell kristallisiertem CEREC Tessera zu einer Reduktion der Biegefestigkeit.

Unter allen künstlich gealterten Material- und Verarbeitungsgruppen zeigten Prüfkörper aus IPS e.max CAD, nach konventioneller und "speed" Kristallisation, sowie speed-kristallisiertes CEREC Tessera die höchsten Biegefestigkeitswerte. Besonders ausgeprägt zeigte sich der Einfluss der künstlichen Alterung bei Amber Mill: während der thermomechanischen Belastung frakturierten bereits 15 der 16 Prüfkörper der High-Translucency-Gruppe und 14 der 16 Prüfkörper der Medium-Opacity-Gruppe vor der anschließenden Biegefestigkeitsprüfung. Auch bei konventionell kristallisiertem CEREC Tessera traten bei der Hälfte der Prüfkörper Frakturen auf. Die Überlebensanalyse bestätigte damit deutliche Unterschiede hinsichtlich der Langzeitstabilität der untersuchten Material-Verarbeitungs-Kombinationen.

Hinsichtlich des Kristallisationsprotokolls zeigte sich lediglich in einer Gruppe ein Einfluss auf die Biegefestigkeit. In der Gruppe der künstlich gealterten CEREC Tessera-Prüfkörper zeigten die speed-kristallisierten Prüfkörper eine signifikant höhere Biegefestigkeit als die konventionell kristallisierten Prüfkörper.

Bedeutung für die Praxis

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Unterschiede zwischen verschiedenen Lithiumsilikat-Keramiken häufig erst nach länger andauernder Belastung sichtbar werden. Gleichzeitig zeigen die Daten, dass moderne, zeitsparende Speed-Kristallisationsprogramme zu keiner Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften führen.
Die Wahl des Werkstoffs hingegen zeigte einen deutlichen Einfluss auf die Langzeitstabilität. Während IPS e.max CAD und speed-kristallisiertes CEREC Tessera eine hohe Alterungsbeständigkeit aufwiesen, reagierten insbesondere die untersuchten Amber-Mill-Gruppen mit einer Verschlechterung der mechanischen Parameter empfindlicher auf die thermomechanische Belastung.

Insgesamt lässt sich hieraus also ableiten, dass vom Hersteller freigegebene, verkürzte Brandprogramme für die untersuchten Materialien eine klinisch sinnvolle Möglichkeit darstellen, um die Herstellungszeit von CAD/CAM-Restaurationen zu reduzieren, ohne die mechanische Leistungsfähigkeit zu beeinträchtigen. Gleichzeitig verdeutlichen die Ergebnisse, dass sich Unterschiede zwischen Materialien und Verarbeitungsprotokollen teilweise erst nach längerfristiger mechanischer und thermischer Beanspruchung zeigen. Für die klinische Materialauswahl sollten daher neben den initialen Materialeigenschaften auch das jeweilige Verarbeitungsprotokoll und die zu erwartende Langzeitstabilität berücksichtigt werden.

Originalpublikation

Irlinger C, Mayinger F, Rohr N, Meinen J, Edelhoff D, Kurbad A, Stawarczyk B. Impact of material selection, processing protocol and aging on the flexural strength of lithium silicate ceramics. Dent Mater. 2026 Oct;42(10):1811-1819. doi: 10.1016/j.dental.2026.05.004. Epub 2026 May 8. PMID: 42106199.