

Hochleistungs-Nano-Glas-Komposite... viel mehr als nur Chairside



Martin Wepler beschäftigt sich bereits seit einigen Jahren mit CAD/CAM-Nano-Glas-Kompositen. Im ersten Teil dieser zweiteiligen Artikelserie befasste er sich mit möglichen Indikationen und erläutert, weshalb sich diese Produktgruppe nicht nur Chairside einsetzen lässt. Im zweiten Teil setzt er sich vertieft mit den werkstoffkundlichen Eigenschaften von Hochleistungs-Kompositen auseinander.



Autor

Martin Wepler

dentalgerade consulting, Weingarten

Telefon (01 76) 45 79 55 13

Mail weplerschwarzwald@gmail.com

www.dentalgerade.de

Eigenschaften und Kennzahlen der Hochleistungs-Komposite

Hochleistungs-Komposit ist nicht gleich Hybrid-Keramik

Ein Hochleistungs-Nano-Glas-Komposit, wie bei den gezeigten Fällen das Ambarino High-Class, ist ein Verbundwerkstoff aus zwei oder mehr Materialien. Zumindest auf den ersten Blick trifft dies bei einer Hybrid-Keramik ebenfalls zu. Im Gegensatz zum Nano-Glas-Komposit besteht die Hybrid-Keramik jedoch zu mehr als 70 Prozent aus einem Block poröser Feinstruktur-Feldspat-Keramik, der mit einem Polymer infiltriert ist.

Das Ambarino High-Class dagegen ist laut Herstellerangaben ein röntgensichtbarer, ultraharter Verbundwerkstoff mit einer auf Keramikbasis optimierten, hochverdichteten Füllstofftechnologie. Der Hauptbestandteil der Verbundmatrix basiert auf hochvernetzten Polymerblends, in die zu 70,1 Gewichtsprozent keramikähnliche, anorganische Silikat-Füllstoffe mit einem mittleren Teilchendurchmesser von 0,80 µm und einer Variationsbreite von 0,20 µm bis 3 µm eingebettet sind. Nano Komposit Blöcke wie Ambarino High-Class werden unter standardisierten industriellen Bedingungen unter so hohem Druck und so hohen Temperaturen auspolymerisiert, wie es manuell niemals möglich wäre (►23).

Indikationen

Die Indikationen von AMBARINO erstrecken sich von Veneers, Inlays, Onlays und Table Tops über Einzelkronen bis hin zu kleinen Brücken (bei geeigneter Verbindstärke) mit maximal einem Brückenglied.

Schleifen und (fast) fertig

Ein Vorteil von Nano-Komposit-Materialien ist, dass eine thermische Sinterung nach dem Schleifen, wie bei Zirkonoxid oder Glaskeramiken, nicht notwendig ist.

Abrasionsverhalten

Es gibt mittlerweile eine Vielzahl von vergleichenden Untersuchungen zum Abrasionsverhalten von Nano-Glas-Kompositen, Hybridkeramiken und Glaskeramiken. Leider sind in der Regel die Versuchsaufbauten und folglich auch viele Werte nicht miteinander vergleichbar. Dennoch sind Tendenzen in den Aussagen der Studien erkennbar: Moderne Hochleistungskomposite (CAD/CAM-Komposite) besitzen ein mit der natürlichen Abrasion vergleichbares Verhalten. Die eigene Abrasion

von Kompositen ist vergleichbar bzw. 50 Prozent höher (je nach Material) als bei Glaskeramiken. Nano-Glas-Komposit-Materialien abradieren den natürlichen Antagonisten geringer als Hybridkeramiken und Glaskeramiken. Hybridkeramiken abradieren den natürlichen Antagonisten deutlich höher als Nano-Glas-Komposite. Glatte Komposite wirken weniger abrasiv auf den Antagonisten als raue Keramik. Der Grad der Abnutzung von Komposit-Materialien im Mund ist selbstverständlich abhängig von den Kaukräften, der Abrasivität der Nahrungsmittelpartikel, der Lubrikation durch den Speichel und der Attrition durch eventuell vorhandene Parafunktionen. Es gibt also per se keinen Einheitswert der Abrasion, der auf jeden Patienten und jede Situation zutrifft.

Bereits zu chairside manuell direkt gelegten, hochgefüllten Kompositmaterialien waren folgende Aussagen zu lesen:

„Die Oberflächen moderner Kompositmaterialien weisen eine sehr gute Qualität mit durchschnittlichen Rauheitswerten auf, die dem natürlichen Schmelz sehr ähnlich sind“
(Chung KH, 1994, Kaplan BA, 1996)

„Moderne Mikrohybrid Kompositmaterialien zeigen ähnliche Abrasionsraten wie der natürliche Schmelz“
(Davidson CL, De Gee AJ, Wear of three shades Enamel Plus HFO and three other resin based filling materials, 1996;
Rosentritt M, Behr M, Schultz S, Handel G, 2003)

„Im Vergleich zu Komposit ist Keramik zu hart und wird nicht abradert, was schlimm ist für den Antagonisten als auch für das neuromuskuläre System“
(Vanini L)

Mechanische Werte – Fraktur – Resistenz – Konstruktionsmerkmale

Moderne CAD/CAM-Hochleistungskunststoffe werden damit beworben, dass sie ein mehr oder weniger dentinähnliches bzw. dem Dentin angenähertes E-Modul, also eine gewisse subtile Elastizität besitzen. Es stellt sich somit die berechnete Frage, ob durch ein Mehr an Elastizität automatisch eine höhere Frakturresistenz vorhanden ist. Daraus jedoch zu schließen, dass wir es mit Hartgummi ähnlicher, bruchstärkerer Resilienz zu tun haben, wäre falsch. Richtig ist: Nano-Komposit-Materialien sind nicht ganz so spröde wie Keramik oder Gläser.



☛ 23 Je nach CAM-Strategie erzielt man mit dem Nano-Komposit AHC in kurzer Zeit, gefräst oder geschliffen, reproduzierbare Ergebnisse mit hervorragenden Passungen, Randschlüssen und Oberflächen

(Bildquelle: M. Wepler, dentalgerade)

Nano-Komposit-Materialien widerstehen durchaus hohen Kaubelastungen. Unbedingte Voraussetzung hierfür ist jedoch eine sorgfältige und dauerhafte adhäsive Befestigung und die materialgerechte Ausführung der eventuell vorhandenen Unterstruktur. Maßgeblich entscheidend für ein dauerhaftes Funktionieren einer Restauration und ihrer Fraktur-Resistenz ist also nicht nur ein hoher Ausgangs-E-Modul und eine hohe Biegefestigkeit, sondern der perfekte, dauerhafte und lagesichere Verbund zur Unterstruktur, gepaart mit einer ausreichend hohen Druckfestigkeit. Dieses Prinzip kennt jeder Fliesenleger. Ohne perfektes Kleber-Bett würden zum Beispiel Glasfliesen binnen kürzester Zeit brechen.

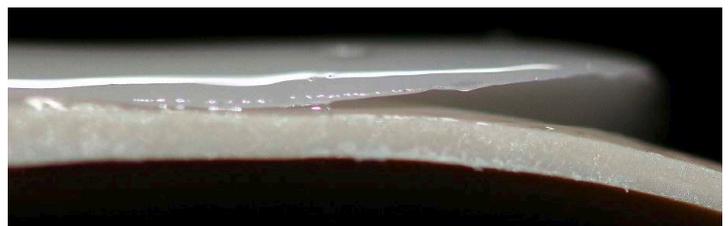
Biegemodule der Unterstrukturen sind wichtig

Da die Unterstruktur, auf der ein Nano-Komposit adhäsiv befestigt wird, nicht zwangsläufig ein natürlicher Zahn sein muss, werden auch Unterstrukturen aus Metall, Zirkonoxid oder PEEK gefertigt. Durch die Einführung und Etablierung von Hochleistungspolymeren (☛ 24 bis ☛ 26) aus der Familie der PAEK-Werk-



☛ 24 bis ☛ 26 Es muss nicht immer Zirkonoxid sein. Wichtig ist: Die Unterstruktur muss bei diesem Lösungsansatz, auch bei PEEK-Suprastrukturen, steif sein. Auf Wunsch des Behandlers wurden gefräste Kronen aus High-Class, nach vorherigem Backward Planning, exakt auf ein Gerüst aus gesintertem NEM geklebt.

(Bildquelle: Dentallabor Feine Zähne André Jung, Würzburg)



☛ 27 Bei der Materialkombination ist „Vorausdenken“ angesagt. Spröde und gläsern klebt bei Biegebelastungen, wie zum Beispiel bei nur labialen „Verblendungen“ nicht lange auf elastisch. Hier am Beispiel Komposit auf PEEK.

(Bildquelle: M. Wepler, dentalgerade)

stoffe (PEEK, PEKK) und anderer faserverstärkter Verbund-Harze werden nun auch diese Materialien für Unterstrukturen (zum Beispiel Suprastrukturen) beworben. Aufgrund deren insuffizienter Ästhetik, die einen monolithischen Einsatz im sichtbaren Bereich ausschließt, wird mancher Anwender mutig und kombiniert im Split-File- bzw. Multilayer-Verfahren unterschiedliche, metallfreie Materialien mittels Verklebung miteinander (►27). Auch wenn Nano-Glas-Komposite oder Hybrid-Keramiken immer wieder mit Dentin analogen E-Modulen beworben werden, PEEK wird dies ebenfalls, verhalten sich solche Materialien im Verbund eben nicht wie ein natürlicher Zahn mit seinen Strukturproteinen. Beim natürlichen Zahn ist das sprödeste und härteste Material des Körpers, der Schmelz, in einem perfekten Verbund mit einem weniger spröden, elastischeren und bei weitem nicht so abrasionsbeständigen Material, wie dem Dentin, und funktioniert über viele Jahre zuverlässig. Im Labor und in situ haben wir leider nur relativ spröde Kleber zur Verfügung. Wird also auf eine Unterstruktur ein Material aufgeklebt, dessen Überlebensrate maßgeblich von diesem sicheren Klebeverbund abhängt, muss diese Struktur steif sein und darf, wenn überhaupt, nur minimale Mikrobewegungen initiieren. Bei herausnehmbaren Arbeiten ist dies noch kritischer zu sehen. Klebeverbunde mit Verblendfacetten oder Multilayer-Kronen müssen eine innige, stabile und formschlüssige (körperliche) Klebeverbindung aufweisen.

Adhäsive Befestigung

Bezogen auf den Grad der Adhäsion, gilt ausnahmsweise die Volksweisheit: „Viel hilft viel!“. Nano-Glas-Komposit-Materialien müssen immer adhäsiv mit Kleber befestigt werden. Das Wort Zement ist in diesem Kontext unglücklich, da Zement auch Glasionomer-Zement

bedeuten kann. Mit adhäsivem Kleben ist ein adhäsiver Verbund zwischen der Restauration und dem Kleber und dem Kleber und der Zahnschubstanz bzw. Unterstruktur gemeint. Wird auf eine Zirkonoxid-Struktur geklebt, so bietet es sich an, alternativ bzw. zusätzlich zum Strahlen mit Aluminiumoxid, diese mit einem ätzbaren Medium (zum Beispiel hotbond zirconnect von Dental Balance oder Lithiumsilikat-Spray) zu beschichten und diese Layer anzuätzen (►28). Auf diesem Gebiet hat sich viel getan und die Verbundmechanismen sind gut erforscht. Nahezu jeder Anbieter eines Materials, welches adhäsiv befestigt werden muss, empfiehlt hierfür ein bzw. sein erprobtes Materialsystem (►29 bis ►31).

Messerscharfe Schleif- und Fräsgenauigkeit

Faszinierend ist das Schleif- und Fräsverhalten des Nano-Glas-Komposits High-Class (►32 bis ►34). Selbst messerscharfe Ränder, mit bis zu 0,1 mm dünn auslaufenden Arealen, lassen sich ohne ausbrechende Zacken und Sägezahn-Ränder schleifen oder fräsen. Dies wird auch einer der Gründe sein, weshalb digitale Komposit-Materialien vermehrt Einzug in die CAD/CAM-Chairside-Anwendung Einzug halten. Der geringe Nachbearbeitungsaufwand, die einfachen und mit gewohnten Fräsen und Gummipolierern durchführbaren Schleif- und Finiermaßnahmen, die nicht notwendige thermische Behandlung und die Möglichkeit, Material in situ zu ergänzen, sind Vorteile gegenüber Gläsern und Keramiken.

Polierverhalten

Ambarino High-Class besitzt fein disperse Anteile an Nano-Füllern mit einer sehr hohen Packungsdichte und lässt sich sehr schnell und einfach auf einen homogenen



►28 Eine weitere Arbeit nach dem „Reifen-Felge-Prinzip“. Nacktes, nicht konditioniertes Zirkonoxid, wie abgebildet, muss für einen perfekten, dauerhaften Verbund mit Nano-Kompositen oder Hybrid-Keramiken optimal vorbereitet werden.

(Bildquelle: Knebelsberger Dentaltechnik, Karlsruhe)



►29 Potenziell hervorragende Möglichkeit: Zusätzlich zu den probaten Konditionierungen, stellt für alle Klebpartner eine Exposition im Niederdruck-Plasma-Gerät mit Sauerstoff-Argon-Spülung dar. Dies erhöht die Benetzbarkeit der Oberflächen deutlich.

(Bildquelle: M. Weppler, dentalgerade)



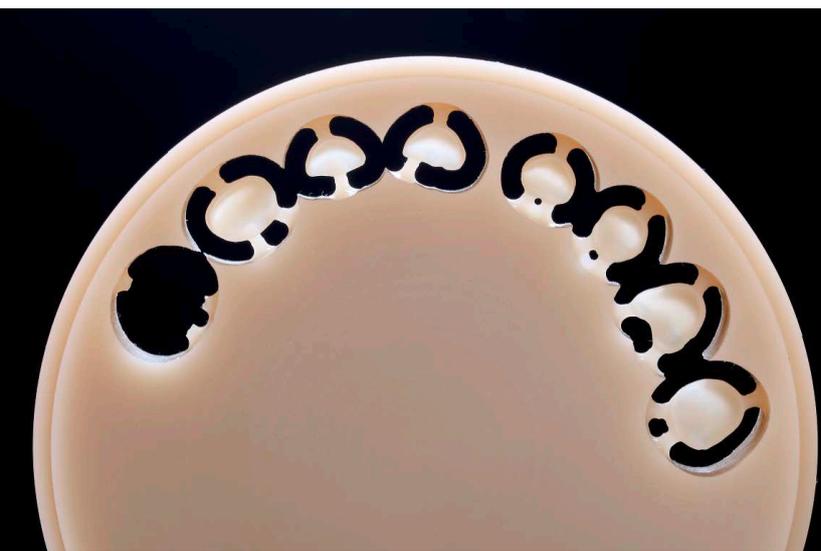
► 30 Tropfen einer Testflüssigkeit im Kasten einer $\frac{3}{4}$ Krone aus Ambarino Nano-Glas- Komposit. Der Tropfen lässt sich mit dem Pinsel „aufsetzen“, ohne zu verlaufen.

(Bildquelle: M. Wepler, dentalgerade)



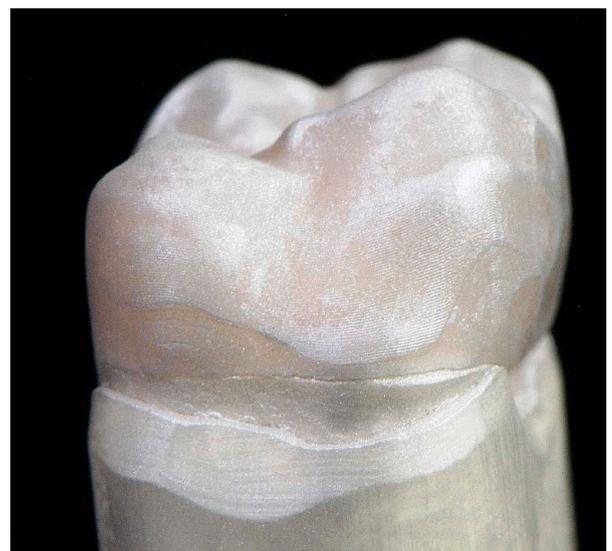
► 31 Die identische Tropfenmenge nach 30 Minuten Niederdruck-Plasma. Ein Aufsetzen ist nicht mehr möglich. Die Testflüssigkeit diffundiert sofort in die Oberfläche.

(Bildquelle: M. Wepler, dentalgerade)



► 32 Ambarino High-Class im Blank. Nass gefräst.

(Bildquelle: M. Wepler, dentalgerade)



► 34 AHC: Alternativ nass geschliffen. Hervorragende Passung und scharfe Ränder aus der Maschine.

(Bildquelle: M. Wepler, dentalgerade)

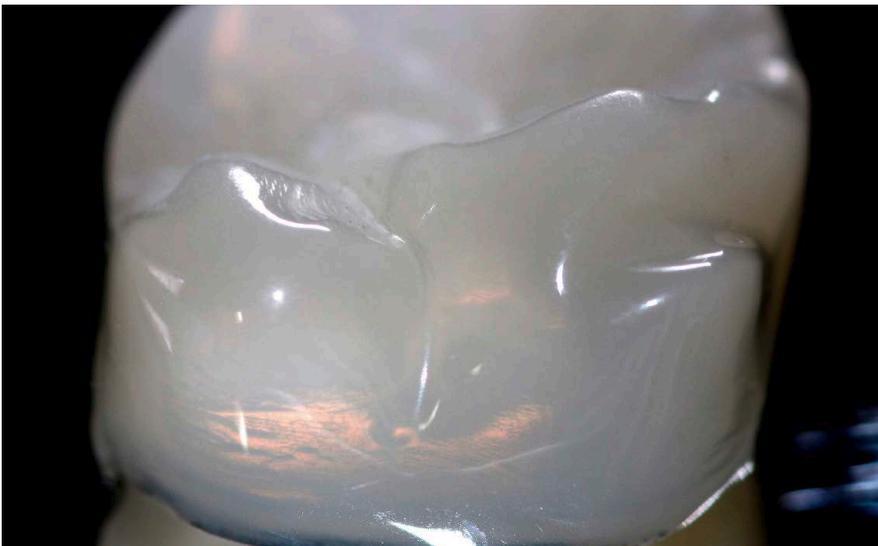


► 33 Die Chips von 3 auf 3 aus dem 98,5 mm Blank. Diese sind teilweise nur 0,2 mm stark. (Bildquelle: M. Wepler, dentalgerade)



► **35 Industriell hochverdichtete Nano-Glas-Komposite wie AHC, lassen sich hervorragend und schnell polieren**

(Bildquelle: M. Weppeler, dentalgerade)



► **36 AHC – Härtestes Glanzgrad: Die Krone von Abbildung 35, nach 30 Minuten, bei Frequenz 2000, in einer stark säurehaltigen Flüssigkeit im Renfert Sympro Nadelreinigungsgerät. Der Glanz bleibt selbst hier erhalten.**

(Bildquelle: M. Weppeler, dentalgerade)



► **37 Die Gingiva „mag“ poliertes Nano-Komposit. AHC-Krone in der Nahaufnahme in situ zwei Wochen nach Einsetzen.**

(Bildquelle: Weißbarth Zahntechnik/ Holzgerlingen/ M. Weppeler, dentalgerade)

Hochglanz polieren, der dann auch nach intensivem Kontakt mit Feuchtigkeit (Abdampfen, Ultraschallreinigung, Speichel) nicht verloren geht (► 35 bis ► 37).

Reparaturmöglichkeit

Nano-Komposite lassen sich, nach entsprechender Vorbehandlung der Oberflächen mittels Sandstrahlen, Silanisierung, Silikatisierung und/oder der Verwendung spezieller Primer und Bonder-Systeme, nachhaltig sowohl reparieren als auch ergänzen. Dies geschieht idealerweise mit pastösen oder flowable Komposit-Pasten mit ähnlichen Füllgraden und ähnlichem Polierverhalten. Dass dieses im Mund vorgenommen werden

kann, stellt für den Behandler ein wichtiges Argument dar. Im Rahmen der nachgeordneten Arbeiten in situ muss auch der Vorteil der leichten Trepanation und Entfernung genannt werden.

Resümee

Digital gesteuerte, maschinelle Prozesse benötigen digitale Materialien – und lassen solche auch erst entstehen. War eines der Postulate im Rahmen von Materialentwicklungen der Vor-CAD/CAM-Zeit das der bestmöglichen und sicheren Verarbeitungsmöglichkeit durch den Zahntechniker und Zahnarzt, diktieren heute die subtraktiven oder additiven Bearbeitungsstrategien das Lastenheft einer Forschungs- und Entwicklungs-Abteilung. Am Beispiel der Nano-Komposit-Materialien, im Bericht gezeigt am Beispiel des Ambarino High-Class (Creamed, Marburg), ist erkennbar, dass die CAD/CAM-Technologie nicht nur neue digitale Materialien hervorbringt, sondern es auch ermöglicht, bereits bekannte Materialgruppen in geänderten, optimierten Aggregatzuständen und sicheren, validierten Prozessen zu verarbeiten und neue Indikationsfelder zu erschließen. Manuell aufwendige und zeitintensive Arbeitsschritte können in maschinelle Arbeitsprozesse ausgelagert werden. Negative Einflussmöglichkeiten aufgrund thermischer, mechanischer, chemischer oder lichteptischer Materialbehandlungen werden deutlich minimiert. Auch das ist digital. Hinzu kommt, dass speziell bei einer Fertigung nach dem Baukastenprinzip wesentliche Bauteile jederzeit wieder angefertigt werden können, was von Vorteil ist, wenn zum Beispiel ein Material, aus welchen Gründen auch immer, baugleich ausgetauscht werden soll. Dieser Bericht sollte auch zeigen, dass es mithilfe der CAD/CAM-Technologie gelingt, vorhandene Indikationen mit unterschiedlichsten Materialien wesentlich einfacher zu lösen als dies bisher der Fall war und Behandlungskonzepte fall- und patientenorientiert, eventuell sogar mit einer Variation der Materialien, aber identischen, reproduzierbaren anatomischen Geometrien, durchzuführen.

Dass leider ein gewisser Prozentsatz solcher Arbeiten dann auch Chairside gefertigt werden wird, lässt sich nicht vermeiden. Umso mehr ist dem Zahntechniker zu raten, sich auch in die Thematik Chairside einzuarbeiten. Möglicherweise wird er in den Chairside-Ablauf eingebunden, zum Beispiel im Rahmen neuer Behandlungskonzepte der Single Visit Dentistry? Die vielen digitalen Materialien können jedoch auch die „Qual der Wahl“ bedeuten, es sei denn, man weiß, welches Material wie funktioniert und wo es im Idealfall verwendet werden soll und kann. Nano-Komposit-Materialien werden Keramiken, Gläser, Metalle und Hochleistungspolymere nicht ersetzen, sondern sehr gezielt, fall-, indikations- und patientenorientiert, vertreten. Hochleistungs-Nano-Komposite, wie das gezeigte Ambarino High-Class,

bieten ideale mechanisch-funktionelle Charakteristiken, insbesondere für therapeutische Restaurationen und prothetische Rehabilitationen. Das Material abradiert, im Gegensatz zu monolithischem Zirkonoxid. Aber die Abrasionswerte sind denen von Gold und natürlichem Schmelz sehr ähnlich. Und man kann es jederzeit in situ ergänzen oder reparieren, sofern dies nötig werden sollte. Bei der Konstruktion sollte in jedem Fall berücksichtigt werden, ob nach Jahren eine eventuell notwendig werdende Revision einfach durchgeführt werden kann und soll („Reifen-Felge-Prinzip“). Aufgrund dieser Parameter kann ein Hochleistungs-Nano-Komposit dann auch besonders bei Patienten mit Parafunktionen oder CMD-Problematik empfohlen werden. Anders als sehr harte Keramikmassen unterstützt ein solches Material die Integration einer Versorgung in das neuromuskuläre System. Genau wie Hybrid-Keramiken muss es adhäsiv verklebt werden, besitzt dann eine hohe Druckfestigkeit und darf als eine hervorragende Alternative (indikationsbezogen) zu anderen weißen Materialien gesehen werden. 

Ich bedanke mich bei Geschäftsführer ZTM Ralf Schieweg sowie ZT Hans-Peter Seidel (CAD/CAM), Kneblsberger-Dentaltechnik in Karlsruhe, die mich mit kompetent ausgeführten Schleif- und Fräslösungen unterstützt haben.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR:

1. Magne P, Oderich E, Boff LL, Cardoso AC, Belser UC, Fatigue resistance and failure mode of CAD/CAM composite resin implant abutments restored with type III composite resin and porcelain veneers. Clin Oral Implants Res. 2011 Nov; 22(11):1275-81.
2. Stawarczyk B, Krawczuk A, Ilie N (2015) Tensile bond strength of resin composite repair in vitro using different surface preparation conditionings to an aged CAD/CAM resin nanoceramic. Clin Oral Investig 19 (2): 299–308
3. Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, Blatz MB Resin bond to indirect composite and new ceramic/polymer materials: a review of the literature. J Esthet Restor Dent. 2014 Nov-Dec; 26(6): 382-93
4. Caracostea A, Morar N, Florea A, Soanca A, Badea ME. Two-body wear simulation influence on some direct and indirect dental resin biocomposites - A qualitative analysis. Acta Bioeng Biomech. 2016; 18(3): 61-72
5. Zimmermann M, Koller C, Reymus M, Mehl A, Hickel R Clinical Evaluation of Indirect Particle-Filled Composite Resin CAD/CAM Partial Crowns after 24 Months. J Prosthodont. 2017 Apr 19. doi: 10.1111/jopr.12582